

ACADÉMIE ROYALE  
DES SCIENCES  
D'OUTRE-MER

Sous la Haute Protection du Roi

BULLETIN  
DES SÉANCES

Publication trimestrielle

KONINKLIJKE ACADEMIE  
VOOR OVERZEESSE  
WETENSCHAPPEN

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

MEDEDELINGEN  
DER ZITTINGEN

Driemaandelijksse publikatie

1977 - 4

750 F

## AVIS AUX AUTEURS

L'Académie publie les études dont la valeur scientifique a été reconnue par la Classe intéressée sur rapport d'un ou plusieurs de ses membres (voir Règlement général dans l'Annuaire, fasc. 1 de chaque année du *Bulletin des Séances*).

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

Les manuscrits doivent être adressés au Secrétariat, rue Defacqz, 1, 1050 Bruxelles. Ils seront conformes aux instructions consignées dans les « Directives pour la présentation des manuscrits » (voir *Bull.* 1964, 1466-1468, 1474), dont un tirage à part peut être obtenu au Secrétariat sur simple demande.

## BERICHT AAN DE AUTEURS

De Academie publiceert de studies waarvan de wetenschappelijke waarde door de betrokken Klasse erkend werd, op verslag van één of meerdere harer leden (zie het Algemeen Reglement in het Jaarboek, afl. 1 van elke jaargang van de *Mededelingen der Zittingen*).

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

De handschriften dienen ingestuurd naar de Secretarie, Defacqzstraat, 1, 1050 Brussel. Ze zullen rekening houden met de richtlijnen samengevat in de „Richtlijnen voor de indiening van handschriften” (zie *Meded.* 1964, 1467-1469, 1475), waarvan een overdruk op eenvoudige aanvraag bij de Secretarie kan bekomen worden.

Abonnement 1977 (4 num.): 2 500 F

Rue Defacqz 1  
1050 Bruxelles  
C.c.p. 000-0024401-54  
de l'Académie  
1050 BRUXELLES (Belgique)

Defacqzstraat 1  
1050 Brussel  
Postrekening 000-0024401-54  
van de Academie  
1050 BRUSSEL (België)

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

Sous la Haute Protection du Roi

**BULLETIN  
DES SÉANCES**

Publication trimestrielle

**KONINKLIJKE ACADEMIE  
VOOR OVERZESE  
WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

**MEDEDELINGEN  
DER ZITTINGEN**

Driemaandelijkse publikatie

1977 - 4

## Séance plénière du 26 octobre 1977

La séance plénière de rentrée de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, s'est tenue le mercredi 26 octobre 1977 au Palais des Académies. Elle était présidée par M. J.-P. Harroy, président de l'Académie. Il était entouré de MM. G. Mortelmans, directeur de la Classe des Sciences naturelles et médicales, A. Lederer et J. Mortelmans, orateurs, et du secrétaire perpétuel M. F. Evens.

Le *Président* ouvre la séance et souhaite la bienvenue

A M. A. DE SCOVILLE, secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Médecine;

A M. G. STON, secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Langue et de Littérature françaises;

A M. le recteur Ch. BONNIER de la Faculté des Sciences agronomiques à Gembloux;

A MM. les Représentants de l'Université de l'Etat à Mons, du Rijksuniversitair Centrum te Antwerpen, des Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix à Namur;

A M. M. ZIMMER, administrateur-directeur général;

A MM. H. SANTKIN et A. DELIRE de l'Administration générale de la Coopération au Développement, et aux différentes personnalités du monde industriel et commercial.

Dans son introduction, le président M. J.-P. Harroy souligne l'importance de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer dans le contexte actuel et le rôle scientifique que, fidèle à son passé, elle est appelée à jouer dans le développement des pays du Tiers Monde (p. 472).

Le *Secrétaire perpétuel* présente le rapport sur l'activité de l'Académie pendant l'année académique 1976-1977 (p. 477). Il rend tout d'abord hommage à la mémoire des cinq Confrères

## Plenaire zitting van 26 oktober 1977

De plenaire openingszitting van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen werd gehouden op woensdag 26 oktober 1977 in het Paleis der Academiën. Zij was voorgezeten door de H. J.-P. Harroy, voorzitter der Academie. Hij was omringd door de HH. Georges Mortelmans, directeur van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, A. Lederer en Jos Mortelmans, redenaars, en door de vaste secretaris de H. F. Evens.

De Voorzitter opent de zitting en verwelkomt

De H. A. DE SCOVILLE, vaste secretaris van de „Académie royale de Médecine”;

De H. G. SION, vaste secretaris van de „Académie royale de Langue et de Littérature françaises”;

De H. Ch. BONNIER van de „Faculté des Sciences agronomiques à Gembloux”;

De HH. Vertegenwoordigers van de „Université de l'Etat à Mons”, het Rijksuniversitair Centrum te Antwerpen, de „Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix à Namur”;

De H. M. ZIMMER, administrateur-directeur generaal;

De HH. H. SANTKIN en A. DELIRE van het Algemeen Bestuur van Ontwikkelingssamenwerking,

en de verschillende personaliteiten uit de wereld van industrie en handel.

De zitting inleidend, legt de voorzitter, de H. J.-P. Harroy, de nadruk op het belang van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen in de huidige context en op de wetenschappelijke rol die zij, trouw aan haar verleden, geroepen is te spelen in de ontwikkeling van de landen van de Derde Wereld (blz. 472).

De Vaste Secretaris legt het verslag voor over de werkzaamheden van de Academie tijdens het academisch jaar 1976-1977 (blz. 477). Vooreerst bracht hij hulde aan de nagedachtenis van

décédés depuis le 27 octobre 1976, à savoir MM. J. Trochain, F. Jurion, A. Dubois, J. Meulenbergh et J. Kufferath.

Il souhaite ensuite la bienvenue aux nouveaux associés.

Il montre que, si toutes les difficultés n'ont pas encore trouvé de solutions, une évolution favorable néanmoins se dessine.

L'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer commémorera en 1978 le cinquantenaire de sa création. La séance solennelle d'ouverture d'octobre 1978, qui, nous l'espérons, sera rehaussée par la présence de Sa Majesté le Roi, Haut protecteur de l'Académie, sera suivie d'un Symposium de trois jours, consacré aux aspects humains, scientifiques et techniques du développement.

Le président M. J.-P. Harroy, proclame ensuite les résultats des concours annuels de l'Académie. M. Georges Mortelmans, directeur de la Classe des Sciences naturelles et médicales, remet le diplôme de lauréat de l'Académie à MM. E. SERUSIAUX et J.-P. D'HUART pour leurs travaux intitulés respectivement: « Contribution à l'étude des lichens foliicoles de l'Est de l'Afrique centrale » et « Le comportement de l'Hylochère au Parc National des Virunga (Zaïre) ».

Ensuite, M. Jos Mortelmans prononce un discours intitulé: « Problemen rond de vleesproductie tussen Sahara en Evenaar » (p. 487).

L'orateur démontre que, malgré l'énorme potentiel de l'Afrique (et plus particulièrement des pays situés entre le Sahara et l'Equateur) l'élevage et la production de viande, sont inférieurs à ce qu'on pourrait en attendre. Il y a des lacunes tant sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif. Plusieurs facteurs en sont la cause: facteurs géographiques et climatologiques, facteurs sanitaires, humains et zootechniques.

Il estime qu'on peut y remédier: il faut organiser un bon service de santé animale, il faut assurer une bonne alimentation, il faut améliorer les races et il faut introduire, mais d'une façon prudente, des méthodes modernes d'élevage et d'exploitation du cheptel.

de vijf Confraters die overleden zijn sinds 27 oktober 1976, te weten de HH. J. Trochain, F. Jurion, A. Dubois, J. Meulenbergh en J. Kufferath.

Vervolgens verwelkomt hij de nieuwe geassocieerden.

Hij wijst erop dat, indien al de moeilijkheden nog geen oplossing kregen, zich niettemin een gunstige evolutie aftekent.

In 1978 zal de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen herdenken dat zij vijftig jaar geleden opgericht werd.

De plechtige openingszitting van oktober 1978 die, naar wij hopen, opgeluisterd zal worden door de aanwezigheid van Zijne Majesteit de Koning, Hoge Beschermmer van de Academie, zal gevolgd worden door een Symposium van drie dagen, gewijd aan de menselijke, wetenschappelijke en technische aspecten van de Ontwikkeling.

De Voorzitter, de H. J.-P. Harroy maakt vervolgens de uitslagen bekend van de jaarlijkse wedstrijden der Academie. De H. Georges Mortelmans, directeur der Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, overhandigt het diploma van laureaat der Academie aan de HH. E. SERUSIAUX en J.-P. D'HUART voor hun respectieve werken, getiteld „Contribution à l'étude des lichens foliicoles de l'Est de l'Afrique centrale” en „Le comportement de l'Hylochère au Parc National des Virunga (Zaire)”.

Vervolgens houdt de H. Jos Mortelmans een toespraak getiteld „Problemen rond de vleesproductie tussen Sahara en Evenaar” (blz. 487).

Hij toont aan dat niettegenstaande Afrika, meer bepaald de landen gelegen tussen de Sahara en de Evenaar, over zeer grote mogelijkheden beschikt, er toch de veekweek en de vleesproductie blijven onder wat men er zou kunnen van verwachten. Zowel kwantitatief als kwalitatief zijn er tekortkomingen. Hiervoor zijn verschillende factoren verantwoordelijk: geografische en klimatologische, veterinaire-sanitaire, menselijke en zoötechnische.

Hij meent dat daar kan aan verholpen worden: men moet de dieren gezond houden of maken, men moet zorgen voor een goede voeding, men moet aan rasverbetering doen, men moet op voorzichtige wijze moderne methoden van veeteelt en veeuitbating invoeren.

L'Africain en tout premier lieu doit en profiter. Mais rien n'empêche que dans l'avenir l'Afrique ne devienne le « réservoir de viande » de l'Europe.

Enfin M. A. Lederer prononce un discours intitulé « Le Tiers Monde face à quelques problèmes de transport » (p. 496).

L'orateur rappelle qu'au moment où les anciennes colonies accédaient à l'indépendance, des techniques nouvelles (conteneurs, transroulage, transflottage) permettaient d'accélérer les manutentions portuaires. Elles ne sont toutefois pas toujours adaptées aux ports des pays non industrialisés.

L'orateur signale que dans le domaine des transports intérieurs, l'état du réseau routier, l'entretien des voies d'eau et le vieillissement de l'équipement ferroviaire et fluvial posent de nombreux problèmes.

En outre, l'abus des pavillons de complaisance cause un préjudice au trafic maritime de nombreux pays; un « code de conduite des conférences de lignes régulières », établi par les Nations-Unies, pourrait porter remède à cette situation s'il était rapidement appliqué.

En conclusion, le conférencier préconise que la Belgique prenne l'initiative de réunir une Conférence Internationale des Transports dans le Tiers Monde.

La séance est levée à 16 h 50.

Dit zal in de eerste plaats aan de Afrikaan ten goede komen. Niets belet echter dat in de toekomst Afrika de „Vleesschuur” kan worden van Europa.

Tenslotte houdt de H. A. *Lederer* een toespraak getiteld „Le Tiers Monde face à quelques problèmes de transport” (blz. 496).

De redenaar herinnert eraan dat op het ogenblik dat de vroegere kolonies onafhankelijk werden, nieuwe technieken (containers, roll-on-roll-off, lash-ship) het mogelijk maakten de havenbehandelingen te versnellen; ze zijn echter nog niet aangepast voor de havens van de niet-geïndustrialiseerde landen.

De redenaar wijst erop dat voor wat het binnenlands vervoer, de toestand van het wegennet, het onderhoud van de waterwegen en de veroudering van de spoorweg- en scheepvaartuitrusting betreft, zich talrijke problemen stellen.

Daarenboven benadeelt het misbruik van het varen onder vreemde vlag het zeevervoer van talrijke landen; een „gedragscode der conferenties van regelmatige lijnen” opgesteld door de Verenigde Naties, zou aan deze toestand kunnen verhelpen, indien hij spoedig toegepast werd.

Tot besluit, pleit de spreker ervoor dat België het initiatief zou nemen voor het inrichten van een Internationale Conferentie van het Vervoer in de Derde Wereld.

De zitting wordt gegeven te 16 h 50.

## Liste de présence des membres de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer

*Classe des Sciences morales et politiques:* MM. A. Baptist, F. Bezy, E. Coppimeters, R.P. A. De Rop, Mme A. Dorsinfang-Smets, MM. V. Drachousoff, A. Duchesne, A. Durieux, J.-P. Harroy, A. Huybrechts, E. Lamy, M. Luwel, A. Rubbens, P. Salmon.

*Classe des Sciences naturelles et médicales:* MM. B. Aderca, P. Benoit, M. De Smet, R. Devignat, G. de Witte, F. Evens, A. Fain, R. Germain, J.-M. Henry, M. Homès, J.-B. Jadin, J. Lebrun, G. Mortelmans, J. Mortelmans, L. Peeters, M. Poll, L. Soyer, P. Staner, J.-J. Symoens, R. Tavernier, M. Van den Abeele, J. Van Riel.

*Classe des Sciences techniques:* MM. L. Brison, F. Bultot, A. Clerfayt, I. de Magnée, P. Evrard, G. Heylbroeck, A. Lederer, A. Prigogine, A. Rollet, M. Simonet, B. Steenstra, A. Sterling, R. Van Ganse, A. Van Haute, A. Verheyden.

*Ont fait part de leurs regrets de ne pouvoir assister à la séance:* MM. S. Amelinckx, P. Bartholomé, P. Basilewsky, E. Bernard, Edm. Bourgeois, A. Bursens, L. Calembert, F. Campus, J. Charlier, R. Cornevin, A. Coupez, E. Cuypers, P. de Briey, N. De Cleene, J. De Cuyper, P. De Meester, R.P. J. Denis, MM. G. de Rosenbaum, V. Devaux, C. Donis, P. Fierens, G. Froment, R. Geigy, Mgr L. Gillon, MM. F. Grévisse, P. Grosemans, L. Hellinckx, J. Hoste, R.P. G. Hulstaert, MM. A. Jaumotte, J. Lepersonne, R.P. G. Mosmans, MM. A. Neville, J. Opsomer, F. Pietermaat, P. Raucq, R. Rezsóhazy, W. Robyns, R.P. A. Roeykens, M. R. Sokal, R.P. J. Spae, MM. J. Stengers, E. Stols, R.P. M. Storme, MM. R. Thonnard, R. Tillé, R. Vanbreuseghem, E. Van der Straeten, P. Wigny.

**Aanwezigheidslijst**  
**der leden van de Koninklijke Academie**  
**voor Overzeese Wetenschappen**

*Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen:* De HH. A. Baptist, F. Bezy, E. Coppieters, E.P. A. De Rop, Mevr. A. Dorsinfang-Smets, de HH. V. Drachoussoff, A. Duchesne, A. Durieux, J.-P. Harroy, A. Huybrechts, E. Lamy, M. Luwel, A. Rubbens, P. Salmon.

*Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen:* De HH. B. Aderca, P. Benoit, M. De Smet, R. Devignat, G. de Witte, F. Evens, A. Fain, R. Germain, J.-M. Henry, M. Homès, J.-B. Jadin, J. Lebrun, G. Mortelmans, J. Mortelmans, L. Peeters, M. Poll, L. Soyer, P. Staner, J.-J. Symoens, R. Tavernier, M. Van den Abeele, J. Van Riel.

*Klasse voor Technische Wetenschappen:* De HH. L. Brison, F. Bultot, A. Clerfaÿt, I. de Magnée, P. Evrard, G. Heylbroeck, A. Lederer, A. Prigogine, A. Rollet, M. Simonet, B. Steenstra, A. Sterling, R. Van Ganse, A. Van Haute, A. Verheyden.

*Betuigden hun leedwezen niet aan de zitting te kunnen deelnemen:* De HH. S. Amelinckx, P. Bartholomé, P. Basilewsky, E. Bernard, Edm. Bourgeois, A. Burssens, L. Calembert, F. Campus, J. Charlier, R. Cornevin, A. Coupez, E. Cuypers, P. de Briey, N. De Cleene, J. De Cuyper, P. De Meester, E.P. J. Denis, de H. G. de Rosenbaum, de HH. V. Devaux, C. Donis, P. Fierens, G. Froment, R. Geigy, Mgr. L. Gillon, de HH. F. Grévisse, P. Grosemans, L. Hellinckx, J. Hoste, E.P. G. Hulstaert, de HH. A. Jaumotte, J. Lepersonne, E.P. G. Mosmans, de HH. A. Neville, J. Opsomer, F. Pietermaat, P. Raucq, R. Rezsóhazy, W. Robyns, E.P. A. Roeykens, de H. R. Sokal, E.P. J. Spae, de HH. J. Stengers, E. Stols, E.P. M. Storme, de HH. R. Thonnard, R. Tillé, R. Vanbreuseghem, E. Van der Straeten, P. Wigny.

## J.-P. Harroy. — Allocution d'ouverture

Mes chers Confrères,  
Waarde Confraters,

C'est avec grand plaisir et fierté que je donne le coup d'envoi à cette séance d'ouverture solennelle, plaisir car vous composez le meilleur de tous les groupes sociaux belges qui se penchent sur les thèmes de pensée et d'action vers lesquels vont mes principales préoccupations, fierté aussi d'avoir été élu par vous à la présidence de notre Compagnie pour l'exercice en cours, même si votre choix ne devait jamais être consacré officiellement.

Traditiegetrouw is deze openingsrede van korte duur. De gewoonte wil dat de Voorzitter ook één van de twee academische redevoeringen houdt. Dit geeft hem de gelegenheid — zo hij het wenst — aan zijn Confraters enkele ideeën over de algemene politiek van onze Academie door te geven.

Dit jaar echter, door een samenloop van omstandigheden — ik heb mij bij U reeds verontschuldigd — hebt U op 26 januari jl., toen wij onze Vaste Secretaris Pierre STANER gevierd hebben, twee redevoeringen van mij op dezelfde dag moeten horen.

Daarom werd besloten dat de twee mededelingen van deze namiddag uitgesproken zouden worden door de vertegenwoordigers van andere Klassen dan de mijne.

Ook daarom zou ik U graag deelgenoot willen maken van een zorg die in mij gegroeid is, vanwege mijn voorzittersambt, sedert ik van dichtbij het leven volg van onze Academie, van de Bestuurscommissie en van haar zeer waardevolle executieve cel, die zo bijzonder geleid wordt door onze nieuwe Vaste Secretaris.

Ma communication de janvier dernier *Développement et Environnement en Afrique centrale* se terminait par une phrase qui amorçait déjà l'idée que je voudrais maintenant vous soumettre.

Après avoir, en effet, attiré votre attention sur les sombres décennies qui se préparent pour les pays en voie de développe-

ment à l'insu de leurs populations et même, apparemment, à l'insu ou à la paisible indifférence de tous les dirigeants de la planète, je vous demandais si, au moins pour l'ancienne Afrique belge, notre Académie n'aurait pas honneur de dégager scientifiquement les causes profondes des calamités qui menacent le Zaïre et surtout le Rwanda et le Burundi, et de proposer des remèdes susceptibles d'atténuer et de retarder, sinon d'empêcher ces catastrophes.

Sous-jacente à cette suggestion se retrouvait donc l'alternative fondamentale de toujours: notre Compagnie a choisi d'être un cénacle de confrontations d'idées; ne devrait-elle pas se demander si les temps que nous vivons et qui sont si différents de ceux dont nous allons fêter le cinquantenaire, ne justifieraient pas qu'elle envisage de parfois sortir de sa tour d'ivoire pour occasionnellement passer à l'action concrète?

Déjà du temps du passé colonial, beaucoup d'entre vous s'en souviennent, le même dilemme avait été soulevé.

Dès les années trente, les dirigeants de l'Institut Royal Colonial Belge avaient, consciemment ou inconsciemment, pris la position de refuser tout comportement opérationnel et de se cantonner dans un rôle académique de présentation, discussion et publication de travaux scientifiques réalisés par ses membres pratiquement toujours en dehors de lui.

Se sont éloignés quelque peu de cette ligne de conduite l'activité souvent promotrice de la Commission d'Histoire, le soutien à quelques enquêtes par questionnaires, voire l'initiative particulière de la Commission de la Biographie.

Mais cette politique délibérément statique des débuts de l'institution, toute justifiable qu'elle fût dans son principe, avait eu pour conséquence que d'importants domaines de connaissance qui eussent dû être explorés méthodiquement dans les territoires belges d'Outre-Mer, restaient en friche faute d'un organe chargé de prendre statutairement l'initiative de l'organisation de ces explorations.

A côté de quelques secteurs comme la pathologie humaine ou l'agronomie, systématiquement et remarquablement travaillés par des institutions paraétatiques spécialisées, il en restait d'autres pour lesquels manquaient des centres de recherche en Afri-

que, des programmes intégrés, des sources régulières de financement public.

S'il l'avait voulu, car ses statuts le lui permettaient, l'Institut Royal Colonial Belge aurait pu combler ces lacunes, créer ces centres, tracer ces programmes, obtenir ces financements que les trésors publics belges d'Outre-Mer d'alors auraient pu assurer sans difficulté.

Pendant la dernière guerre, j'ai participé avec certains d'entre vous à des conversations centrées sur cette préoccupation et, comme vous savez, la conclusion officielle en fut que puisque l'Institut Royal Colonial Belge n'envisageait pas de modifier sa politique antérieure, la décision devait être prise de créer l'IRSAC, Institut pour la Recherche scientifique en Afrique centrale.

Les événements ont prouvé combien en certains domaines l'IRSAC répondait à un besoin.

Dans le cadre des préoccupations de ma Classe, celle des Sciences morales et politiques, la démonstration fut spécialement péremptoire. Et à cette éclatante réussite, traduite, notamment, par l'éclosion d'une pléiade d'anthropologues belges qui se sont depuis taillé une réputation tant à l'étranger qu'en Belgique — n'est-ce pas, cher Vice-Directeur de ma Classe? — vous permettrez certainement que j'associe le nom de notre regretté confrère Frans OLBRECHTS qui en fut le clairvoyant et infatigable animateur.

Aujourd'hui, ce qui subsiste de l'IRSAC n'apporte plus beaucoup d'aide à la présence scientifique de la Belgique en Afrique centrale. Comme il le fit pour l'INEAC, le Gouvernement de notre pays a décidé de renoncer définitivement à cet excellent outil naguère forgé de toutes pièces par nos compatriotes et a traité le problème de sa liquidation comme autant de cas sociaux d'hommes de science à « recaser » n'importe comment quelque part en Belgique ou dans le monde.

Depuis lors, mes préoccupations, notamment dans les domaines de la conservation de l'environnement et de l'africanistique m'ont mis en relation avec divers milieux scientifiques étrangers et internationaux et à cette occasion des contacts avec certaines académies, surtout en Europe de l'Est, m'ont remis en mémoire nos caucus de 1943 sur la dualité IRCB-IRSAC.

Je n'irai pas jusqu'à vous écraser sous les chiffres massues, empruntés au n° 466 du bulletin français *Est-Ouest* (1) qui indiquaient pour l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S.: 600 membres académiciens, 30 000 chercheurs et cadres, 215 centres et laboratoires, à quoi s'ajoutaient quatorze filiales dans les Républiques de l'Union, avec un millier d'académiciens, 31 000 chercheurs et cadres, 361 centres et laboratoires.

Je renoncerais de même à citer en détail le rapport annuel 1973 *Africa in Soviet Studies*, volume de 344 pages publié en anglais en 1976 à Moscou par l'Institut Africain de cette Académie des Sciences de l'U.R.S.S. et qui dresse l'impressionnant bilan de l'activité exercée par cet Institut dans les disciplines et les Etats africains les plus divers.

L'an dernier, par ailleurs, j'ai rendu visite à Varsovie au Dr Edward SZYMANSKI, directeur du Centre d'Etudes africaines de l'Académie des Sciences de Pologne et j'ai pu rencontrer quelques-uns des membres non en mission outre-mer de sa très petite équipe de dix-neuf chercheurs, petite, disait-il, par exemple en comparaison des 85 collaborateurs scientifiques du Dr Bogodar WINID, directeur du Centre d'Etudes africaines de l'Université de Varsovie.

Je n'en dirai pas plus aujourd'hui, le temps m'étant compté, mais vous en savez assez pour deviner mon impression que l'heure est peut-être venue de repenser notre politique générale, fût-ce pour la confirmer délibérément dans son présent statisme académique.

Mais très sincèrement, je crois sage de ne décider semblable maintien du *statu quo* qu'après avoir considéré la conjoncture que traverse actuellement la présence scientifique belge outre-mer et vérifié si l'ancienne dualité IRCB-IRSAC ne présente aujourd'hui aucun prolongement dont nous devrions tenir compte, maintenant qu'a disparu cet IRSAC belge qui avait la possibilité à la fois de concevoir des programmes intégrés et d'en entreprendre concrètement l'exécution.

Dans nos trois Classes, vous avez entendu récemment la communication de notre confrère Camille DONIS sur le thème d'actualité: *Quelle coopération?*

---

(1) 23<sup>e</sup> année, n° 466, p. 221.

Vous savez aussi que, suite à cette communication, un groupe de réflexion s'est penché le 22 du mois dernier sur la possibilité d'une insertion plus nette de l'ARSOM dans la conception par le Ministre et par l'Administration générale de la Coopération au Développement des politiques et projets belges d'aide au tiers monde.

A cet instant, je saurai éviter l'écueil qui m'a si souvent surpris dans le passé lorsque, présidant une assemblée générale, je déflo-rais involontairement par mon allocution d'ouverture, l'exposé qui allait suivre du Secrétaire général.

Notre Secrétaire perpétuel va certainement, dans le rapport qu'il vous présentera maintenant, traiter des conclusions de ce groupe de réflexion et de la démarche qu'il effectuera sous peu à leur propos chez le Ministre OUTERS.

Je m'arrête donc.

J'ai simplement tenu à évoquer devant vous mon sentiment que l'heure d'amorcer ou de refuser un virage pourrait bien être venue pour notre Académie, virage que permettrait soit une interprétation, soit une légère retouche de l'article 15 de ses statuts.

Je vous remercie d'accepter d'éventuellement y réfléchir, au moment où, en prévision de notre commémoration de l'an prochain, nous avons précisément déjà décidé d'approfondir ensemble trois sillons particuliers, en matière d'éducation-formation et de bases biologiques et techniques du développement.

Octobre 1977.

**F. Evens. — Rapport sur les activités  
de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer  
pendant l'année académique 1976-1977**

Messieurs les Représentants des Académies royales,  
des Universités et de l'A.G.C.D.,  
Monsieur l'Administrateur-Directeur général,  
Chers Collègues,  
Mesdames et Messieurs,

Au cours de l'année académique 1976-1977 cinq de nos Confrères des plus éminents furent enlevés à notre affection: MM. *Jean Trochain, Floribert Jurion, Albert Dubois, Jean Meulenbergh et Jean Kufferath.*

TROCHAIN, Jean-Louis, né à Villeneuve (Haute-Garonne) le 4 juin 1903, est décédé à Toulouse le 11 novembre 1976.

Il devint correspondant de notre Compagnie en mars 1976.

Docteur en Sciences naturelles de la Sorbonne, en 1941, il fut nommé professeur de Botanique tropicale à Montpellier, et en 1961, à l'Université de Toulouse.

Pendant ce temps, il assuma en Afrique les importantes fonctions de directeur-fondateur de l'Institut d'Etudes africaines à Brazzaville; il créa à Bangui un Centre de Géophysique et à Pointe-Noire une Station océanographique.

Il a publié 158 études, consacrées essentiellement à la Botanique tropicale.

JURION, Floribert A.-L.-G., né à Vellereille-lez-Brayeux le 8 août 1904, est décédé à Havay le 27 mai 1977.

Associé de notre Compagnie depuis 1958, il en devint membre titulaire en 1969, et dirigea les travaux de la Classe des Sciences naturelles et médicales en 1974.

Diplômé ingénieur agronome des régions tropicales de l'Institut agronomique de l'Université de Louvain, M. JURION part

pour la première fois au Congo en 1928, d'abord comme assistant (1928-1929), puis comme directeur de station (1929-1935) à la Régie des Plantations de l'INEAC; pour devenir enfin directeur général de l'INEAC en Afrique en 1937.

Ses préoccupations scientifiques et ses publications couvrent de larges domaines, de l'amélioration du cheptel bovin indigène à la science des sols et aux différentes cultures parmi lesquelles, le café, le tabac et les arbres fruitiers prennent une place prépondérante.

C'est en grande partie à Floribert JURION que la Belgique doit l'expansion du fleuron de son œuvre scientifique et civilisatrice dans les régions tropicales: c'est-à-dire l'INEAC.

La personnalité exceptionnelle de M. F. JURION restera sans aucun doute gravée dans la mémoire de tous ceux qui l'ont approché.

DUBOIS, Albert-Louis-Marie, né à Gand le 2 février 1888, est décédé à Bruxelles le 19 août 1977. Correspondant de notre Académie depuis 1930, il en devint membre titulaire en 1931.

A. DUBOIS s'initia à la biologie chez le professeur GILSON (de 1906 à 1908) de l'Université de Louvain et il y fut proclamé docteur en médecine en 1910. Il partit pour le Congo en 1911. Il y fut attaché successivement à divers hôpitaux et devint chef du Service médical du Bas-Uele. Il quitta le Congo en 1917, pour s'engager dans l'armée et combattit à Beveren-sur-l'Yser. Après la guerre, A. DUBOIS retourne au Congo et est attaché comme médecin à la Forminière au Mayumbe et au Kasai. Des raisons de santé toutefois mettent fin à sa carrière au Congo en 1922. Revenu en Belgique il travaille avec le Prof. BRUYNOGHE à l'Université de Louvain et prend une part active à la formation médicale des futurs missionnaires.

En 1928 il fut nommé professeur de médecine tropicale au Parc Duden, qui deviendra l'Institut de médecine tropicale « Prince Léopold ». De 1947 à 1957 il en assumait la direction. De nombreuses générations de médecins, d'agents sanitaires et de médecins-vétérinaires furent formées par A. DUBOIS. Ils se rappelleront tous, ses excellentes qualités de professeur et d'humaniste.

A. DUBOIS accepta de collaborer à la gestion d'un grand nombre d'institutions médicales, scientifiques et philanthropiques, parmi lesquelles il convient de citer la FOPERDA pour la lèpre, le FOREAMI, l'INEAC et l'IRSAC.

MEULENBERGH, Jean-Elien, né à Düsseldorf le 13 avril 1903, est décédé à Marbella (Espagne) le 21 août 1977. Il devint correspondant de notre Académie en 1975.

Licencié en Sciences agronomiques, sections belge et coloniale en 1927, il obtint en 1934 le diplôme de l'École coloniale supérieure.

Il fut attaché à différentes Sociétés belges, avant de partir au Congo, en 1934.

Pour l'INEAC, il étudia les sols de l'Afrique centrale et joua un rôle important dans le développement de la culture bananière au Mayumbe.

Dès 1945 il s'intéressa à la cartographie aérienne et il devint, en 1950, le directeur du Département des levées aériennes de l'I.G.C.B. (Institut Géographique Congo Belge).

Il collabora activement aux recherches océanographiques, fut professeur à l'École normale UNAZA à Boma, et chargé de recherches à l'Office national de la Recherche du Zaïre.

KUFFERATH, Jean-Auguste-Adrien-Edouard, né à Etterbeek (Bruxelles) le 23 avril 1910 est décédé à Bruxelles le 7 octobre 1977.

Il devint associé de notre Compagnie en 1955 pour être titularisé en 1974.

Docteur en sciences naturelles de l'Université libre de Bruxelles (1934), J. KUFFERATH devint chimiste adjoint au Laboratoire intercommunal de Chimie et de Bactériologie (agglomération bruxelloise) en 1935, pour en devenir le directeur en 1957.

Son activité au Laboratoire intercommunal et ses publications concernent surtout les analyses des denrées alimentaires.

J. KUFFERATH fut chargé de plusieurs missions d'étude par le Ministère des Colonies et par l'Union Chimique Belge.

Il était porteur de nombreuses distinctions honorifiques.

Messieurs et Chers Confrères, je vous invite à observer une minute de silence et de recueillement en souvenir de nos chers disparus.

Ik mag mijn eerste Jaarlijkse Verslag niet inzetten zonder vooraf mijn voorganger, de H. *Pierre Staner* hartelijk te danken: hij heeft deze Academie gedurende zoveel jaren met klaar inzicht en grote bevoegdheid geleid, en slaagde erin, haar te integreren in de complexe administratieve structuren.

Op 26 januari 1977 was een voltallige huldigingszitting de gelegenheid om de hem toegedragen gevoelens van waardering, respect en vriendschap te betonen en de dankbaarheid van de Academie uit te drukken. Het boekje dat bij deze gelegenheid gepubliceerd werd zal de herinnering aan dit huldebeton bestendigen.

Voor de Ere-Vaste Secretaris de H. *P. Staner* betekent honorariaat geenszins inactiviteit. Hij heeft dat in de loop van dit jaar reeds herhaaldelijk bewezen. Wij hopen nog verder te kunnen blijven genieten van zijn rechtstreekse hulp en van zijn kostbare raadgevingen.

Si aujourd'hui un rayon d'espoir éclaire l'avenir de notre Académie, c'est aux inlassables efforts de mes prédécesseurs, MM. *E.-J. Devroey* et *P. Staner* que nous le devons tout autant qu'à la clairvoyance de nos ministres et à la diligente efficacité de leurs administrations.

Même si à présent, tous les problèmes n'ont pas encore trouvé de solutions appropriées, il n'en reste pas moins que nous pouvons envisager l'avenir sous de meilleurs auspices.

De bloei van onze Academie ligt opnieuw in eigen handen. Ten slotte is het ons werk, onze activiteit, die de toekomst van ons Genootschap zal bepalen, en ten slotte zal de goede naam van onze Academie bijdragen tot de faam van het gehele land.

Wijlen de Ere-Vaste Secretaris de H. *E.-J. Devroey* drukte deze overtuiging duidelijk en welsprekend uit in 1961 [in zijn „Vooruitzichten van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen” (*Mededelingen der zittingen*, 1961, blz. 305-343)].

De Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen is één der instellingen die, door het behouden en ontwikkelen van haar bedrijvigheid het aanzien van België in de wereld kan bevorderen, meer bepaald in de ogen van de jonge Afro-Aziatische naties, en dit door de waarde van haar wetenschappelijk werk, door de omvang van haar activiteit en door de sterke sympathieën die zij er in slaagde te verwerven.

Quels sont maintenant les différents problèmes auxquels nous nous sommes attelés? L'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer a déployé son activité durant l'année académique 1976-1977 sous la haute direction de la Commission administrative, du Président de l'Académie, M. *Jean-Paul Harroy*, des directeurs des Classes, MM. *Georges Mortelmans* et *Guillaume de Rosenbaum*, ainsi que des vice-directeurs *John Jacobs*, *Raymond Vanbreuseghem* et *André Lederer*.

La maladie a malheureusement empêché M. *de Rosenbaum* de communiquer à la 3<sup>e</sup> Classe son enthousiasme inné. Nous le regrettons vivement et nous formulons les meilleurs vœux pour un prompt rétablissement. C'est le vice-directeur M. *A. Lederer* qui a dirigé les travaux de la 3<sup>e</sup> Classe et nous le remercions d'avoir accepté cette charge supplémentaire.

Onze Academie telt thans 178 leden. Het taalevenwicht, voorzien door het koninklijk besluit van 9 april 1973, werd bereikt in de eerste Klasse, en voor de verwezenlijking ervan in de twee andere Klassen, zijn we beslist op de goede weg.

De nieuwe leden die ik de eer heb hier te begroeten werden gekozen met de grootste omzichtigheid, eclectisch, en ik twijfel er niet aan dat ze allen zullen bijdragen tot de bloei van ons Genootschap.

Il ne vous est pas inconnu qu'il existe également un déséquilibre linguistique dans l'Administration de l'Académie. Je puis vous annoncer dès à présent une bonne nouvelle, et il me plaît d'en remercier Messieurs les Ministres et leurs administrations: des sommes appropriées ont été prévues au budget 1978 permettant de remédier à ce déséquilibre et je vous assure chers Confrères que diligence sera faite aussitôt les autorisations indispensables reçues.

L'activité de l'Académie s'est développée durant cette année académique suivant quatre lignes de force. Toutes nos aspirations n'ont pas encore été concrétisées et beaucoup de travail reste à faire, mais je suis convaincu de ce que nous atteindrons les buts poursuivis grâce à la coopération enthousiaste autant que réfléchie que vous avez bien voulu témoigner à maintes reprises.

## EERSTE BELANGRIJKE ACTIVITEIT

### 1. *De vergaderingen van de Klassen*

Een onderzoek, uitgevoerd volgens democratische regels maakte het mogelijk de voorkeur van de leden te kennen in verband met de dag der zittingen en hun aantal.

De geassocieerden, tot de rang van titelvoerend lid verheven, werden uitgenodigd minstens één wetenschappelijke mededeling voor te leggen binnen de twee eerstkomende jaren, terwijl de nieuwe geassocieerden het zich tot een plicht zullen rekenen er twee voor te leggen, de ene in het kader van hun algemene activiteiten, de andere betreffende een meer specifieke wetenschappelijke activiteit.

Deze talrijke mededelingen, waarbij zich zonder enige twijfel deze van de andere leden zullen voegen, zullen toelaten het statutaire ritme van maandelijks zittingen te hervatten vanaf januari 1978.

Ten slotte is het wenselijk gebleken alle leden beter in te lichten over de werkzaamheden van de verschillende Klassen. Daarom zullen, vanaf de maand november, alle leden der Academie regelmatig de uitnodigingen en agenda's van alle zittingen der 3 Klassen ontvangen. Een kleuren-code zal het mogelijk maken vergissingen te voorkomen.

## DEUXIÈME ACTIVITÉ IMPORTANTE

### 2. *Publications*

Ici je touche un point très délicat.

Le *Secrétaire perpétuel* a le devoir d'inciter à l'étude et de favoriser la publication des travaux; malheureusement les moyens financiers mis à présent à sa disposition sont des plus limités.

L'administration nous réservera-t-elle à l'avenir une part plus équitable dans son budget? L'espoir est certainement justifié mais le doute pourrait subsister, quant au moment de la réalisation.

Que faire alors avec les nombreux travaux à publier, avec le résultat direct de l'activité d'une Académie?

Si on s'en tient au dicton: « dans le doute s'abstenir » le résultat serait presque l'inactivité inadmissible. Après tant d'années difficiles que notre Académie n'a surmontées que grâce au dévouement inlassable de ses secrétaires perpétuels, de son administration et de ses membres, il me paraît équitable de demander aux autorités que notre Académie puisse, à l'avenir, quelque peu bénéficier du doute pour en arriver progressivement à la réalisation de ses espoirs justifiés.

De verzameling bijdragen over de *Aardrijkskundige Conferentie van 1876* waartoe de Commissie voor Geschiedenis het initiatief nam, heeft een plechtige dag gekend, toen in aanwezigheid van al de auteurs, het eerste exemplaar overhandigd werd aan Zijne Majesteit de Koning.

Aangemoedigd door het succes, heeft de Commissie voor Geschiedenis beslist, een nieuw gemeenschappelijk werk op het getouw te zetten.

De afleveringen 1976-2, 3 en 4 en 1977-1 van de *Mededelingen der Zittingen* kwamen van de pers.

Wij publiceerden de aflevering VII-B van de *Belgische Overzeese Biografie*, alsook 5 verhandelingen, te weten:

G. HULSTAERT: Esquisse de sémantique mongo;

P. SALMON: La révolte des Batetela;

R. YAKEMTCHOUK: La Convention de Lomé;

C. FIEREMANS: Het voorkomen van diamant langsheen de Kwangorivier in Angola en Zaïre;

A. LEDERER: L'expansion belge Outre-Mer et la Compagnie Maritime Belge.

A l'initiative de notre Confrère *A. Lederer* une carte des transports de surface de la République du Zaïre a été éditée par l'Académie.

Le succès remporté à l'étranger par cette publication d'une part, et la nécessité d'une révision de l'ancien Atlas du Congo d'autre part, nous ont amenés à envisager l'édition d'un *Atlas général de la République du Zaïre*. Par l'entremise de notre Ministère des Affaires étrangères le Gouvernement du Zaïre a bien voulu nous donner les autorisations nécessaires et nous garantir sa collaboration indispensable. Nous l'en remercions vivement.

Le département des Affaires étrangères et de la Coopération internationale de la République du Zaïre a bien voulu gratifier notre initiative de la qualification « excellente ». Il nous reste à montrer qu'une collaboration ouverte et active peut déboucher sur un succès scientifique comparable ou même, si possible, supérieur à celui qui a été réservé à l'ancien Atlas du Congo.

### TROISIÈME GRANDE ACTIVITÉ

*3. La troisième grande activité de l'Académie a été en relation avec l'aide de la Belgique aux pays en voie de développement.*

Een mededeling, voorgedragen door onze collega de H. C. Donis, was er het vertrekpunt van.

Aangemoedigd door gedachtenwisselingen met speciaal ter zake bevoegde collega's, heb ik aan een beperkt Comité gevraagd de verschillende aspecten van de problematiek te bestuderen en concrete voorstellen te formuleren. Het Comité was samengesteld uit de directeurs en vice-directeurs der Klassen en enkele specialisten.

Het komt me niet toe de suggesties die door het Comité gedaan werden openbaar te maken vooraleer de H. Minister van ontwikkelingssamenwerking er kennis kan van nemen. Een audiëntie werd hiertoe aangevraagd.

Toutefois il me paraît opportun de vous communiquer les constatations que la Commission a cru devoir choisir comme points de départ.

1. Le Belgique dépense quelque 19 milliards de FB en faveur de l'aide aux pays en voie de développement. Il s'agit là d'une somme importante.

2. Les problèmes auxquels ont à faire face les pays en voie de développement, évoluent et tendent à présenter une complexité croissante pour laquelle une approche scientifique est indispensable. L'aide fournie par la Belgique doit être appropriée à cette évolution, si notre pays désire éviter les échecs et conserver sa renommée autant que son influence.

3. Le caractère multidisciplinaire de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, la valeur scientifique incontestable de ses

membres, tout autant que leur grande expérience dans les matières relatives au tiers monde, constituent un potentiel exceptionnel qu'il serait illogique et regrettable de laisser inutilisé.

L'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer se croit en mesure de contribuer d'une façon substantielle à cette grande tâche d'aide aux pays en voie de développement en exerçant son rôle d'interface et elle plaide en faveur d'une coopération plus étroite avec les autorités et les administrations responsables.

#### VIERDE GROTE ACTIVITEIT

##### 4. *Het vijftigjarig bestaan van onze Academie*

In oktober 1978 zal de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen haar oprichting, vijftig jaar geleden, herdenken.

Een plechtige openingszitting waaraan, naar wij hopen, luister zal bijgezet worden door de aanwezigheid van Zijne Majesteit Koning BOUDEWIJN, zal een Symposium inleiden van 3 dagen, gewijd aan verschillende problemen van de ontwikkelingslanden.

De Commissie voor het vijftigjarig bestaan, samengesteld uit de directeurs, vice-directeurs en vertegenwoordigers der Klassen, werkt onder het voorzitterschap van onze Collega de H. R. *Vanbreuseghem*, en het is me bijzonder aangenaam al de leden van deze Commissie te mogen dank zeggen voor hun regelmatige aanwezigheid op de vergaderingen, voor het verzorgd en creatief werk dat ze leveren en ten slotte voor de uitstekende geest van samenwerking en wederzijdse hulp die op deze samenkomsten heerst.

Qu'il me soit permis de dévoiler ici deux aspects qui me paraissent significatifs.

Notre Académie ne végète pas sur son passé.

Son activité s'est accrue progressivement et d'une manière significative même depuis l'indépendance du Congo, tandis que l'éventail de ses nombreuses activités s'est élargi graduellement de l'Afrique à tous les continents.

En second lieu notre Académie désire que son activité profite à toute la communauté belge et étrangère concernée par les problèmes des pays en voie de développement.

Le symposium en sera une expression majeure et nous espérons trouver un large écho auprès de la population. Certes, le travail est loin d'être achevé et beaucoup de problèmes n'ont pas encore trouvé de solution appropriée, mais je suis certain que l'excellent esprit de travail et de coopération qui règne dans notre Compagnie, viendra à bout de toutes les difficultés et donnera à ce cinquantenaire un éclat scientifique digne de nos membres disparus, digne du renom de la Belgique.

26 octobre 1977.

## **J. Mortelmans. — Problemen rond de vleesproductie tussen Sahara en Evenaar**

De wereldbevolking stijgt nog steeds onophoudelijk. Daarmee gelijklopend stijgen de behoeften aan voedsel en dit zowel bij de „rijke” als bij de „arme” volken. Ook de koopkracht stijgt, zij het niet overal; maar zeker is het dat men overal een ware koop- en consumptiekoorts heeft zien groeien en stijgen gedurende het laatste decennium. Het zal moeilijk zijn, spijs vele overwegingen en niettegenstaande de huidige economische crisis, deze koorts aan banden te leggen of te laten afkoelen.

Waar de consumptiekoorts geschraagd wordt door koopkracht, stellen we vast dat de vraag of de behoefte, al naar gelang men het noemen wil, naar dierlijke proteïnen stijgt. Er is vraag naar vlees, eieren, melk, vis. Vlees, en dan vooral rundsvlees, zal ongetwijfeld in de komende decennia het voorwerp uitmaken van een koortsachtige jacht en manipulatie. De mens, hij die kan ten minste, zal met vlees meer en meer een verzadiging zoeken van een elementaire levensdrang en dit zal hem tot steeds grotere prestaties kunnen leiden.

Hoe kan men de evolutie zien vanuit een technisch oogpunt bekeken? Welke rol is er weggelegd voor Zwart-Afrika? Welke invloed zal de huidige situatie hebben op de Afrikanen en op de Afrikaanse landen, speciaal dan deze gelegen tussen de Sahara en de Evenaar? Om op al deze vragen een sluitend antwoord te kunnen geven zullen we trachten een analyse te maken van de toestand ter zake.

De tropische en subtropische streken herbergen veruit de grootste kudden runderen; in sommige streken, en met name in Afrika, Zuid-Amerika en Noord-Australië liggen er nog enorme en soms praktisch onontgonnen mogelijkheden voor extensieve veekweek open.

Volgens gegevens door de F.A.O. verzameld, leven er op dit ogenblik op de aarde ongeveer 3 700 miljoen huiszoogdieren

en bij de zes milliard neerhofvogels. Hiervan zijn er 1 200 miljoen runderen; daarvan leven er ongeveer 150 miljoen (12 %) in Afrika. Het grootste deel van deze runderen wordt aangetroffen in de semi-aride streken van het Afrikaanse kontinent: 33 336 000 in de Sahellanden en de Soedanese Zone ten zuiden van de Sahel, inbegrepen de Kustlanden van West-Afrika; 14 665 000 Runderen leven er in Soedan, 25 315 000 in Ethiopië, 4 200 000 in Uganda, 7 600 000 in Kenya, 3 000 000 in Somalië. De andere landen tussen de Sahara en de Evenaar bezitten slechts onbeduidende kudden, vergeleken bij deze die men aantreft in de semi-aride gordel, die horizontaal door Afrika loopt van West naar Oost ten zuiden van de Sahara. Verder treft men belangrijke kudden aan in Zuidelijk Afrika en Madagaskar.

De andere diersoorten zijn op de volgende wijze vertegenwoordigd (bron: *F.A.O. jaarboek* 1975, vol. 29):

Diersoort	Aantal i/d wereld	Aantal in Afrika	% in Afrika
Runderen (pro memorie)	1 201 243 000	151 396 000	12,5
Buffels	131 769 000	2 280 000	1,5
Kamelen	14 111 000	9 624 000	65
Paarden	65 272 000	3 567 000	4,5
Muieldieren	14 154 000	2 140 000	15
Ezels	42 101 000	11 235 000	26
Varkens	674 202 000	8 112 000	1,2
Schape	1 042 870 000	149 959 000	14,3
Geiten	403 909 000	120 295 000	30
Kippen	6 035 196 000	475 079 000	7,8
Eenden	149 833 000	9 057 000	6
Kalkoenen	86 083 000	2 491 000	2,3

Op dit ogenblik is het voedingsregiem van de zwarte Afrikaan nog hoofdzakelijk plantaardig, althans op het platteland. Hij verbruikt slechts een relatief kleine hoeveelheid dierlijke proteïnen: 5,5 gram per dag en per hoofd, daar waar het wereldgemiddelde 9,4 gram is (Noord-Amerika: 37 gram). Nochtans zijn er verschillen van streek tot streek, de sociale standen spelen

een rol en in de steden wordt doorgaans 3 tot 5 maal meer verbruikt dan op het platteland; een uitzondering is echter Mauretanië, waar de plattelandsbewoner meer vlees en melk consumeert dan de zeldzame stedeling.

Wat speciaal het vlees betreft, zijn er de veekweeklanden (bv. Mali, Niger, Tchaad) waar er een tamelijk groot vleesverbruik bestaat (12 tot 15 en meer kg per hoofd en per jaar); er zijn de landen met een middelmatig (7 - 8 kg) vleesverbruik, vooral de kustlanden; daarbij vergeleken zijn de evenaarlanden (bv. Gabon, Congo, Zaïre) kleine vleesverbruikers: minder dan 5 kg per man en per jaar. Er mag echter niet vergeten worden dat langs de kusten, de meren, de stromen en rivieren er soms tamelijk veel vis gevangen wordt. Soms worden er ook veel insecten gegeten (Gabon, Zaïre). Hier en daar komt ook nog veel wild in het menu voor.

Vlees is duur. De voortdurende prijsstijging van het vlees op de internationale markt sinds 1972 is trouwens een weerspiegeling van het werelddeficit, dat steeds groter dreigt te worden. Vooral de prijs van het rundsvlees is de laatste jaren op een spectaculaire wijze de hoogte ingegaan, en dit niet alleen hier bij ons in West-Europa; ook in Afrika stelt men hetzelfde fenomeen vast, maar dan hoofdzakelijk in de steden. Het is daar trouwens dat de monetaire verbruikers zitten: de gegoede klasse, de ambtenaren, de vreemdelingen en de toeristen. In het binnenland in Afrika heeft de prijsstijging van het vlees nog niet zo doorgewogen; dit komt omdat er nog veel aan ruilhandel wordt gedaan.

In 't algemeen genomen ligt in Afrika tussen Sahara en Evenaar de vleesproduktie, en zeker de rundsvleesproduktie, aan de lage kant; dit komt omdat het exploitatie-percentages er laag ligt; slechts een klein aantal runddieren (11 - 14 %) worden er jaarlijks van de kudden afgenomen om geconsumeerd te worden; voor een deel gaat het om autoconsumptie door de veekwekers zelf. Voor schapen en geiten ligt het exploitatie-percentages echter hoger (25 - 35 %).

De veekweek in Afrika is nog erg primitief; dit drukt uiteraard op het rendement. Voor de vijf voornaamste huisdiersoorten die geslacht worden ligt het gemiddelde rendement op werelniveau beduidend hoger dan het rendement in Afrika: per karkas

geslacht rund is het wereldrendement 195 kg, in Afrika slechts 138 kg; voor buffels zijn deze cijfers respectievelijk 158 en 135 kg, voor schapen 18 en 14 kg; voor geiten 11 en 10 kg en voor varkens 67 en 46 kg. Deze cijfers zijn overduidelijk: in Afrika loopt er iets mis op het gebied van dierlijke produktie; er kan alleszins nog veel gedaan worden voor de veeverbetering.

De vraag in verband hiermee die oprijst is: welke zijn de oorzaken van deze minderwaardige produktie?

In de zone die onze aandacht gaande houdt, nl. deze tussen de Sahara en de Evenaar, spelen verschillende oorzaken mee: geographische en klimatologische, veterinaire -sanitaire, menselijke en zootechnische.

Bekijken we vooreerst de geographische en klimatologische aspecten.

Veekweek en zeker als het om herkauwers gaat, is maar mogelijk daar waar er grasland is, dus in de steppen en savannen; in het tropische regenwoud kan er praktisch niet aan gedacht worden. De zones die wij in beschouwing hebben zijn onderworpen aan het regime van afwisseling van droog en nat seizoen; dit laatste is des te langer naar mate men meer de evenaar nadert. De variatie en hoeveelheid neerslag, gekoppeld aan de bodem, bepalen in hoge mate het uitzicht van de streken en de groenbedekking. De „veezone” van zwart Afrika boven de Evenaar bevat twee goed onderscheiden zones: de Sahelzone, een droge steppe met weinig neerslag (300 tot 600 mm) die zich concentreert rond Augustus en September en waar laag opschietende gramineeën groeien; en daar ten zuiden van ligt de Soudanese gordel, met een neerslag van 600 tot 1 200 mm, gespreid van juli tot oktober, waar de savanne bebost is en het gras hoog opgroeit. Het maandenlange droogseizoen begint in november - december; de kudden migreren alsdan naar het Zuiden, naar de steeds meer beboste savannen en het regenwoud toe; deze jaarlijks weerkerende transhumantie wordt eigenlijk gestopt door de aanwezigheid van tse-tse vliegen, dus van de trypanosomiasis. Men herinnere zich in dit verband de droogteperiode van 1972-1973, die de migrerende kudden ver het „slaapziektegebied” heeft binnen gestuwd met alle nefaste gevolgen van dien. Men weet nu dat de fameuze Saheldroogte in deze Sahel-Soudanese zone voor onge-

veer 35 per cent verlies van de veestapel verantwoordelijk is geweest.

De veterinaire-sanitaire problemen zijn veelvuldig aanwezig in de gordel tussen Sahara en Evenaar; ze limiteren de veekweek, ze ondermijnen de gezondheid van de dieren, ze zijn soms verantwoordelijk voor een hoog sterfte percentage, ze zijn een rem voor de produktie.

Men mag stellen dat buiten de Sahelzone, en enkele gebieden in Oost-Afrika, de tse-tse vlieg overal aanwezig is in de Soudanese en de dichter beboste Guinese savannen. Trypanosomiasis is bij groot vee een frekwent voorkomende aandoening; ze is verantwoordelijk voor veel verlies. De zebus zijn zeer gevoelig voor deze infectie; ze gedijen slechts goed in zones waar „slaapziekte” niet voorkomt. In West-Afrika leven de trypanotolerante rassen, afstammelingen van *Bos taurus*. Men treft ze aan van Senegal tot Zaïre; in dit laatste land werden ze met een sukses waar de wereld naar opkijkt, ingevoerd nu meer dan 50 jaar geleden. Onder internationaal initiatief worden er nu grote inspanningen gedaan om het N'Dama ras te verspreiden in de tse-tse zones; ook het laguneras (Dahomeyras), alhoewel kleiner van formaat dan het N'Dama ras, wordt naarvoren geduwd.

In Oostelijk Afrika is de „East Coast Fever”, overgezet door teken, een zeer belangrijke limiterende factor van de veekweek; deze ziekte verplicht de veehouders hun groot vee tweemaal per week een zeer kostelijke antitekenbehandeling te doen ondergaan.

Runderpest en besmettelijke peripneumonie zijn twee andere belangrijke aandoeningen, die grote inspanningen vergen om ze onder controle te houden. En dan kunnen we er nog andere bijvoegen: brucellose, kalvercoccidiosis, maagdarmpneumonie, ascaridiosis, leverbot ziekte, enz.

In sommige streken (Tchaad, Kenya, Noord-Zaire) treft men hoge percentages van cysticercus-besmettingen aan bij runderen en varkens; de eetgewoonten van de bevolking bepalen dan of de mensen al dan niet met lintwormen geplaagd zitten.

De mens, die in het ruraal milieu veelal leeft volgens eeuwenoude ancestrale gewoonten, is mee verantwoordelijk voor de aftakeling van de veestapel. Hoeveel kalveren sterven er niet door

gebrek aan melk, omdat de kalfkoe gemolken wordt door de eigenaar of veehoeder, terwijl ze in feite geen „melkkoe” is.

Hoeveel dieren zouden er niet kunnen gered worden gedurende erge droogteperiodes, indien er aan kunstmatige watervoorziening was gedacht geworden? Kan er iets gedaan worden om de schadelijke gevolgen van de transhumantie te beperken? De sedentarische zou moeten gestimuleerd worden overal waar het enigszins mogelijk is en met dien verstande dat er om te beginnen voor een degelijke omkadering wordt gezorgd.

Als we de zootechnische problemen bekijken stellen we in de eerste plaats vast dat de verschillende rassen die we in Afrika aantreffen wonderlijk aangepast zijn aan de moeilijke voorwaarden waarin ze moeten leven en gedijen. Er zijn rassen met uitzonderlijke eigenschappen en het volstaat ze in gunstige omstandigheden te plaatsen om tot verbazende vaststellingen te kunnen komen. Het zeburas is hiervan het meest frappante voorbeeld; iedereen kent de groot opgeschoten, magere en soms miserabel uitziende zebu. Dit dier, in zootechnische stations overgeplaatst, met goede weilanden en met bijvoeding van afvalprodukten uit de landbouw, kan uitzonderlijke prestaties geven: een kilo en meer dagelijkse gewichtsaangroei is bij een volwassen Gobrarund gemakkelijk te verwezelijken en vol te houden gedurende een paar maand; tegelijk verbetert ook de kwaliteit, en het rendement bij het slachten kan stijgen van 48 - 50 p. 100 tot 54 - 56 p. 100. Het volstaat verder de zebu in zijn jeugd een goede voeding te geven om zijn vroegrijpheid te ontdekken.

Indien de dieren echter slecht gevoed worden, en dit is veelal het geval als het om nomadenkudden gaat, dan stellen er zich eveneens problemen van vruchtbaarheid en kalversterfte. Het geboortepercentage kan bij nomadekudden heel laag zijn, daar waar het bij sedentaire kudden meestal hoog is (70 - 80 p. 100), tenzij er natuurlijk interfererende ziekten als bv. brucellose bijkomen. Men mag aannemen dat nomadenkudden sterk te lijden hebben van het droogseizoen; ze dienen zich over grote afstanden te verplaatsen, ze hebben geen voldoende tijd om te grazen en wat er te grazen is is van zeer lage kwaliteit, ze verdringen zich

rond de drinkplaatsen en dit heeft overbegrazing tot gevolg, de infecties en parasieten worden daar geconcentreerd, enz.

Al te dikwijls wordt er in Afrika te veel aandacht geschonken aan het dier enkel als een „eenheid” gezien; men hecht veelal weinig of geen belang aan het economisch potentieel van het dier. Als in het ruraal milieu een dier geslacht wordt bij feestelijkheden komt het er niet op aan of het dier 150 of 200 kg weegt; het gaat om het dier als „eenheid”. De veehouder zelf denkt trouwens ook in deze termen; zijn rijkdom wordt uitgedrukt door een „getal” dieren; nooit zal men het hebben over de kilo's en het rendement die men mag verwachten bij het slachten. Dit gebrek aan zootechnische belangstelling op gebied van groei, gewicht, rendement is misschien wel in grote mate verantwoordelijk voor het feit dat de gemiddelde gewichten van de slachtkarkassen in Afrika onder het wereldgemiddelde liggen.

Op al deze negatief klinkende vaststellingen zijn er gelukkig uitzonderingen en men mag zeggen dat op dit ogenblik de regeeringsleiders van alle landen uit de zone tussen Sahara en Evenaar grote inspanningen steunen om het roer om te werpen. Men heeft belangrijke proefstations opgericht, vele vetmeststations draaien op volle toeren, aan de intensieve varkens- en kippenkweek wordt veel aandacht geschonken althans rond de steden waar de grote verbruikers zitten en voor zover er geen religieuze taboe's bestaan. Ook België helpt bij dit alles op diverse plaatsen zeer actief mee.

De vraag kan gesteld worden: wat kan er gedaan worden? Het antwoord kan vlug gegeven worden: de verliezen doen vermindern en indijken en wat bestaat doen vermeederen en verbeteren. Het lijkt eenvoudig, maar het is alleszins niet zo gemakkelijk dit allemaal te verwezenlijken. Men moet verder ook oppassen als men iets „nieuws” wil introduceren; denken we in dit verband aan de „lichtzinnig” opgevatte projekten van inplanting van Europese melkveerassen waar het helemaal niet mogelijk is. Men moet trouwens ook niet alle traditionele vee-kweek willen vervangen door moderne methoden.

Als men de verliezen wil reduceren en indijken dan is dit in eerste en voornaamste plaats een kwestie van veterinaire sanitaire maatregelen: de middelen (geneesmiddelen, vaccins) bestaan, de

methodes zijn gekend; men dient ze, na de mensen overtuigd te hebben, met harde hand toe te passen. Dit is de enige maar dan ook gegarandeerde methode om sukses te hebben.

Dit alles vraagt een uitgebreide infrastructuur: laboratoria voor diagnose en vaccinproductie, veterinaire centra uitgerust met vanggangen, dipping-tanks of sproei-installaties. De bediening van dit alles vraagt gekwalificeerd personeel van verschillende niveau's. Bij dit alles mag het menselijk aspekt niet vergeten worden en dienen de veehouders degelijk omkaderd te worden, zodat ze bij het sanitair gebeuren kunnen betrokken worden, hetgeen hun overtuiging en medewerking kan ten goede komen.

Voor een goede voeding zorgen zal ongetwijfeld de verliezen doen verminderen. Maar éénmaal het dier gered, zal een goede en degelijke voeding bijdragen om het rendement te vermeerderen. Goede voeding betekent weideverbetering en graaslandpolitiek, geordende broussebranden, aanwenden van nevenprodukten van de landbouw. Hierbij mag de watervoorziening niet uit het oog verloren worden. Nadat een efficiënte sanitaire protektie is ingesteld, nadat het nodige gedaan is om een degelijke voeding te verzekeren, zal men kunnen gaan denken aan echte zootechnische problemen: selektie, kuddemanipulatie, kruising, eventueel invoer van moderne methoden van veeteelt.

Deze volgorde dient gevolgd te worden; iedere fantazie ter zake is uit den boze. Al te veel projekten zijn er in Afrika mislukt, zijn nooit van de grond gekomen of hebben niet gegeven wat men er van verwachtte omdat men de „wagen voor de paarden” heeft willen spannen.

Afrika tussen de Sahara en de Evenaar heeft enorme mogelijkheden voor veeteelt, zowel voor verbetering van het rendement als voor uitbreiding. De Afrikaan moet hier in de eerste plaats kunnen van profiteren. Maar zelfs als de Afrikaan verzadigd is, zal men nog kunnen verder gaan. Zegt men niet dat éénmaal Afrika de „Vleesschuur” zal worden voor Europa? Laat ons hopen dat het ooit zo ver komt, in de eerste plaats voor de Afrikaan zelf en dan liefst zo snel mogelijk, en dan nadien voor ons Europeanen. Ik zou zeggen „waarom niet?”, we zijn immers zo dicht bij elkaar en we hebben zo veel gemeen.

26 oktober 1977

## REFERENTIES

- Proceedings of the Conference on Beef Cattle Production in Developing Countries (Edit. by A.J. Smith. Univ. of Edinburgh, Scotland, Centre for Tropical Veterinary Medicine).
- F.A.O. *Production Yearbook* 1975, vol. 29. Rome.
- Actes du colloque sur l'Embouche intensive des bovins en pays tropicaux (Edit. I.E.M.V.T. Maisons-Alfort, France, 1973).
- Etude de la situation actuelle de l'élevage dans les pays du Sahel et des mesures de sauvegarde à envisager (Rapport FED, 1974).
- Approvisionnement en viandes de l'Afrique de l'Ouest (S.E.D.E.S., Paris, 1974).
- Revue Mondiale de Zootechnie*, vol. 1 à 20, F.A.O., Rome.
- ROZIER, J.: La production de viande en Afrique noire francophone (*Rec. Méd. Vét.*, 1974, Tome 150, 305-317).
- : La consommation de viande en Afrique noite francophone (*Rec. Méd. Vét.*, 1974, Tome 150, 535-539).
- : La commercialisation de la viande en Afrique noire francophone (*Rec. Méd. Vét.*, 1974, Tome 150, 711-723).

## **A. Lederer. — Le tiers-monde face aux problèmes de transport**

Messieurs les représentants des Ministres,  
Messieurs les représentants des Académies et des Universités,  
Monsieur le Président,  
Mesdames,  
Messieurs,

### **I. INTRODUCTION**

Quel que fût le régime, indépendant, comme en Amérique latine, ou colonial, comme dans une partie importante d'Asie et d'Afrique, dans la plupart des pays du tiers-monde, les réseaux des voies de transport et de communications convergent vers quelques ports, points de passage obligé pour l'importation des équipements industriels ainsi que pour l'exportation de la production agricole et minière.

Au moment où les anciennes colonies accédèrent à l'indépendance, la plupart d'entre elles étaient dotées d'un réseau de transport qui avait permis d'assurer l'administration du pays sur toute l'étendue de leur territoire et de développer leurs industries et leur agriculture. Leur création remontait à la seconde moitié du XIXe siècle et leur développement, bien que freiné par les deux guerres mondiales, se poursuivit au cours du XXe siècle. La capacité de transport avait été sérieusement accrue par l'extension du réseau des routes et des voies ferrées, par l'amélioration de leur tracé, par le balisage et l'aménagement des rivières, par le remplacement de la propulsion à vapeur par celle à moteur Diesel, par l'équipement des ports ainsi que par les progrès réalisés dans les domaines des télécommunications, du radar et de l'électronique.

Mais depuis 1960, des problèmes sérieux se posent dans les pays du tiers-monde en matière du transport des marchandises générales et des biens d'équipement.

Notre propos sera d'en évoquer les raisons, de décrire les remèdes apportés jusqu'à présent et d'émettre des suggestions pour l'avenir. Successivement seront passés en revue les problèmes posés par :

- Les ports maritimes;
- Les transports intérieurs;
- Les pavillons.

## II. LES PORTS MARITIMES

Les ports constituent des points de rupture de charges vers lesquels converge le flux du trafic pour éclater ensuite en diverses directions.

L'intérêt de tous est que les opérations de chargement et de déchargement s'y effectuent rapidement, afin d'abréger les coûteuses immobilisations des navires. Depuis une quinzaine d'années, on a inauguré des techniques nouvelles qui ont permis de réduire de façon sensible les arrêts au port et qui ont constitué un progrès notable sur les méthodes traditionnelles. Mais elles exigèrent des navires d'une conception entièrement modifiée, un équipement portuaire adapté au mode nouveau de trafic et des aires de stockage atteignant, au début, 8 à 10 hectares et, maintenant, 20 à 30 hectares par accostage. De plus, les anciens quais n'étaient généralement pas conçus pour supporter les charges des engins de levage qu'il avait fallu adopter pour répondre à l'évolution de la technique des transports.

C'est précisément à l'époque où la plupart des colonies venaient d'accéder à l'indépendance, qu'on assistait, en ce qui concerne le cargo général, à une révolution en matière de transports maritimes pour le trafic entre pays industrialisés.

Les ports du tiers-monde se sont trouvés, depuis, devant des problèmes qui n'étaient pas les mêmes pour tous. Il y a d'abord ceux des anciennes colonies qui continuent à assumer le rôle qui leur était dévolu autrefois; ensuite, il y a les ports des pays riches de leurs pétro-dollars qui, depuis 1974, connaissent un afflux de trafic important et imprévu.

Généralement, les ports des anciennes colonies étaient équipés d'une façon suffisante pour répondre au volume de trafic à y

écouler. Certains d'entre eux, comme Matadi au Congo, par exemple, étaient en cours d'extension lorsque survint l'indépendance; le programme des travaux fut achevé, mais avec quelques années de retard.

La réduction de rendement enregistrée provient pour une bonne part du vieillissement des engins de levage et surtout des engins mécaniques tels les tracteurs; la vétusté du matériel, mais aussi le manque d'approvisionnement en rechanges et de main-d'œuvre expérimentée pour l'entretien régulier sont souvent la source des ennuis, l'usure des engins étant aggravée par la détérioration du revêtement de l'aire de circulation.

L'insuffisance de formation administrative du personnel portuaire et douanier ralentit la transmission des dossiers, donc du rythme du transit des marchandises au travers des installations avec, comme conséquences, des menaces d'embouteillage et des manœuvres longues et laborieuses pour amener les wagons le long des quais ou dans les rames en formation, en vue d'être acheminés vers l'intérieur du pays. Pour couronner le tout, les démarches des clients, pressés de voir traiter d'urgence leurs expéditions, perturbent encore davantage une situation déjà difficile.

Rappelons qu'autrefois les marchandises destinées aux colonies étaient dédouanées par un office douanier colonial dans les ports de la métropole; actuellement, ces formalités sont accomplies, et c'est bien normal, dans les ports des pays du tiers-monde.

Pendant que se développait la situation décrite ci-avant, les pays industrialisés avaient adopté les techniques nouvelles pour accélérer la rotation de leurs navires fréquentant certains ports équipés spécialement.

C'est ainsi qu'après divers tâtonnements, les armements ont adopté vers 1965 le conteneur normalisé de 8' de large, 8' de haut et 20' de long avec un poids maximum, tare comprise, de 20 tonnes; dans la suite, l'usage a consacré également ceux de 30' et de 40' de long avec un poids limite de 30 tonnes. Depuis, de nombreux conteneurs de 8'6" de hauteur ont été lancés dans le circuit des transports; les armements ont dû adapter leur flotte et les ports leur équipement, ce qui a entraîné de grands frais.

Les conflits dans lesquels est entraîné le tiers-monde par des pays à régimes politiques différents, en ce domaine, constitue un exemple de sottise humaine. Le bloc de l'Est a tenté de rallier à ses vues un groupe de 77 pays du tiers-monde alors qu'il s'agit d'un problème technique que l'Organisation Internationale de Standardisation, connue sous le sigle I.S.O. dérivé de l'anglais, devrait pouvoir étudier en toute sérénité.

Des navires porte-conteneurs, avec glissières verticales servant de guides, ont été mis en service; ceux de la première génération chargeaient environ 850 conteneurs de 20', ceux de la seconde génération, 1 500 et ceux de la troisième génération, 2 500.

Ces navires sont de grandes dimensions par rapport au poids net de marchandises transportées; ils sont donc coûteux et leur utilisation économique exige une rotation rapide.

La manutention des conteneurs entraîne la création de quais spécialisés, susceptibles de supporter des charges élevées; en effet, pour soulever un conteneur, l'engin de levage doit être équipé d'un cadre extensible (en anglais, *spreader*) qui pèse lui-même 13 t. Un port qui s'équipe modestement pour ne prendre que des conteneurs de 20' doit disposer d'une grue susceptible de soulever 35 tonnes à environ 25 m; les ports équipés pour le transit de conteneurs de tous les types sont actuellement pourvus de portiques de 45 t à 50 t avec une portée de 35 m à 40 m au delà du quai. Il s'agit d'engins dont le coût actuel s'élève à 100 millions de francs environ. Aussi, de nombreux pays du tiers-monde ne peuvent engager une pareille dépense d'investissement, d'autant plus qu'elle entraîne l'acquisition d'un équipement complémentaire dès que le trafic par conteneurs s'intensifie exigeant leur stockage; citons les remorques, les tracteurs, les chariots cavaliers pour empiler les conteneurs sur trois niveaux, ce qui suppose une aire assez étendue. Reste encore le problème du retour à vide de plus de la moitié des conteneurs.

Aussi fallait-il, pour certains ports du moins, recourir à une autre technique; ce fut le transroulage (en anglais, *roll-on-roll-off*) assuré par des navires rouliers qui n'embarquent que du fret sur roues, généralement des remorques chargées de deux conteneurs de 20'. A l'arrière tribord, une passerelle relevable à deux voies de circulation permet l'embarquement et le débarquement le long d'un quai, sans autre équipement que des tracteurs lorsque

le chargement se compose de remorques; s'il ne comporte que des camions, aucun équipement complémentaire n'est nécessaire. Ce mode de transport rencontre une grande vogue actuellement.

Le transroulage réduit encore la durée des opérations portuaires par rapport au conteneur. Cependant, cette technique de transport exige l'existence d'un réseau routier et des navires de taille encore plus grande pour un même tonnage net de marchandises embarquées. Aussi, ces derniers mois, des armements ont préféré en revenir aux navires porte-conteneurs, mais équipés d'un portique de déchargement circulant sur toute la longueur des cales du navire; sur le portique lui-même, une grue peut circuler dans le sens transversal, si bien qu'un conteneur peut être manutentionné 9 m en abord. Pour une même taille de navire, on emporte un nombre plus élevé de conteneurs, mais il n'est même plus indispensable de venir à quai pour les manutentions, car il est possible de décharger les conteneurs sur barges, le porte-conteneurs étant amarré à une bouée.

Les portes-conteneurs classiques, ainsi que les rouliers, exigent normalement des quais en eau profonde et des passes d'un mouillage suffisant pour y accéder. Ceci n'est pas le cas de tous les ports maritimes, notamment ceux situés en Indonésie le long des côtes de Kalimantan et de Sumatra. Dans cette région, la plupart des ports maritimes sont situés à près de 100 km de l'embouchure d'un fleuve dans la mer de Java, car une large bande côtière marécageuse convient mal pour y créer des localités importantes et des installations portuaires. Une barre s'est formée à l'entrée des fleuves, limitant à 4 m le tirant d'eau des navires qui doivent la franchir, si bien que, seules, des unités de tonnage modeste ou à chargement partiel peuvent accéder jusqu'aux ports.

Aussi une autre technique a dû être imaginée, et ce fut le transflottage, ou navire porte-barges, souvent connu sous le nom de « *Lash-ship* »; ce système consiste à transporter des bargettes d'un port en lourd de 388 t à bord d'un navire de grandes dimensions. Le chargement ou déchargement des bargettes se fait au moyen d'un portique d'une puissance de levage de 510 t, circulant sur un chemin de roulement s'étendant sur toute la longueur des cales et présentant à l'arrière un porte-à-faux de près de 15 m; les bargettes sont chargées transversalement en cales cellulaires et en pontée.

Les bargettes mises à l'eau sont conduites au moyen d'un pousseur ou d'un remorqueur vers les ports de destination finale, où on procède à leur dépotage et à leur empotage.

La technique du transflottage immobilise un minimum de temps le navire de mer qui ne doit plus remonter les estuaires des fleuves pour accoster à un quai, après une attente plus ou moins longue en rade. Les dimensions des bargettes étant plus faibles, le dépotage et l'empotage peuvent se faire dans des installations plus modestes et réparties le long des berges d'un fleuve ou d'un golfe.

Dans des conditions normales, les vitesses de manutention des systèmes évoqués ci-avant sont de 50 t/h pour le mode traditionnel, de 500 t/h avec la conteneurisation, de 1 000 t/h avec le transroulage et de 1 300 t/h avec les navires porte-barges.

Mais les navires de ce dernier type ne sont pas très nombreux, 24 en 1976.

Les ports donnant le plus de soucis actuellement aux armateurs sont situés dans les pays exportateurs de pétrole, surtout dans les parages de la mer Rouge, du golfe d'Aden, du golfe Persique et à Lagos/Apapa. Le paroxysme de la congestion se situait en 1976, année au cours de laquelle, pour les régions précitées, les délais d'attente ont varié de 40 jours à plus de 300 jours. Dans certains de ces ports, plusieurs dizaines de navires sont encore en rade, d'où des pertes de temps et d'argent importantes et de sérieuses difficultés avec les équipages qui ne peuvent se rendre à terre.

Les pays riches de leurs pétro-dollars ont commandé des équipements industriels et des biens de consommation, sans souci des limites de leurs installations portuaires. Souvent, les navires ne peuvent arriver au quai à trop faible mouillage et il faut transborder en rade sur les barges ou bien, comme à Djedda où le déchargement se fait, notamment, au moyen d'hélicoptères par élinguées de 1,5 t environ, au prix de 150 dollars l'élinguée, ce qui est coûteux et lent comme procédé.

En pareil cas, quatre solutions existent. Le bateau ou barge-usine est la plus radicale des solutions. L'ensemble est amené à pied d'œuvre, entièrement achevé et prêt à fonctionner. Cependant, l'usine doit rester à la côte; éventuellement, l'unité peut

être échouée en un site aménagé et protégé contre les houles par un ouvrage.

Le transflottage est une deuxième solution déjà largement utilisée; elle permet de conduire les bargettes en divers accostages pour le dépotage et l'empotage.

Le transroulage par barges remorquées avec rampe de chargement à deux voies de circulation est une excellente solution utilisée, notamment, entre les ports de Fos-Marseille et Yenbu, sur la mer Rouge. En ce dernier port, un accostage de quelque trente-deux mètres suffit pour amarrer par l'arrière une barge qui, en 24 heures, décharge et recharge 266 remorques à deux conteneurs de 20' chacune. L'armement East, auquel participe la Compagnie Maritime Belge, a confié la traction terrestre des remorques à une société possédant 66 tracteurs qui conduisent les conteneurs à travers toute l'Arabie Séoudite, grâce au merveilleux réseau routier créé dans ce pays.

Mais une nouvelle solution est appliquée déjà dans plusieurs ports. Un ou plusieurs pontons de 75 m de long et 30 m de large, équipés de huit jambes d'appui de 1,80 m de diamètre, extensibles au moyen d'air comprimé de façon à pouvoir prendre appui sur un sol inégal, sont mis en place et les jambes recépées de façon à obtenir une jetée sur laquelle peuvent circuler des grues sur pneumatiques ou des tracteurs avec remorques. En quelques semaines, un port peut être ainsi équipé d'un quai ou d'une jetée supplémentaire.

### III. LES TRANSPORTS INTERIEURS

Les lignes de navigation maritimes doivent être prolongées par un réseau de transports intérieurs, chemin de fer, navigation fluviale et routes.

D'une façon générale les chemins de fer et la navigation fluviale des anciennes colonies souffrent du manque de personnel administratif et technique bien formé. D'où les lenteurs dans l'acheminement des expéditions et les déficiences dans l'entretien du matériel.

L'assistance technique seule ne peut suffire à combler ces lacunes. Il faut avant tout que les ressortissants des pays du tiers-monde prennent conscience du rôle important qu'ils doivent assu-

mer dans ce domaine et qu'ils traitent l'outil de transport avec soin.

En matière de chemin de fer, l'entretien de la voie est assuré généralement d'une façon satisfaisante; il n'en va pas toujours de même dans le domaine du matériel roulant dont le cycle d'entretien systématique accuse des retards importants. Cependant, nous n'oserions affirmer que le matériel livré ces dernières années à certains réseaux fût toujours adapté aux conditions tropicales; pareille pratique entraîne la réprobation et, à long terme, se retourne contre ceux qui abusent du manque de connaissances techniques et de faiblesses répréhensibles de leurs clients du tiers monde.

Pour ce qui concerne la navigation, le manque d'entretien du balisage et de tenue à jour des cartes indiquant la route est à l'origine d'échouements et de perturbations dans le respect des horaires.

Au Zaïre, bien que le tonnage offert au transport fluvial soit sensiblement inférieur à celui qui était transporté avant l'indépendance, l'exploitation se trouve souvent à court de matériel par suite d'avaries et d'accidents trop nombreux. Un grand nombre de ceux-ci pourraient cependant être évités si le personnel navigant faisait montre de plus de conscience professionnelle lors des accostages en s'abstenant de faire ce qu'un Zaïrois me qualifia d'accostages sonores. Ces dernières années, le nombre de naufrages, d'avaries de machines, d'échouements et de bateaux partant à la dérive dans le pool de Malebo, autrefois le Stanley pool, avec quelques unités se perdant dans les rapides devient abusivement élevé. La surveillance d'un réseau fluvial étendu est difficile et les fraudes dans les transports des choses et des personnes y sont monnaie courante. Des mesures de répression des abus ont été annoncées auxquelles on ne peut que souscrire et souhaiter un résultat tangible pour le transporteur et, finalement, pour la République du Zaïre. La motorisation, actuellement en cours à Kinshasa, de 15 barges de 800 t est une erreur technique et économique. C'est en s'inspirant de la navigation rhénane qu'on a été conduit à cette solution. Cependant les problèmes de navigation sur le Rhin et sur le Zaïre ne sont pas les mêmes; sur le Rhin, les difficultés proviennent de la vitesse du courant, et, sur le Zaïre, du faible mouillage dans les passes. Dans le second cas, le pou-

sage de convois de barges est une solution nettement plus économique.

Cet exemple, choisi parmi d'autres, illustre le danger de transporter d'un pays à l'autre une solution sans étudier la spécificité des problèmes de chaque fleuve.

Que dire du réseau routier dont l'état laisse grandement à désirer; il est pourtant essentiel dans le système des transports de nombreux pays du tiers monde, afin de drainer vers les artères fluviales et les voies ferrées la production de l'agriculture et des industries locales.

Au Zaïre, les rébellions de 1964 et de 1967 ont été à l'origine d'une profonde dégradation du réseau routier; malgré les efforts déployés pour sa restauration, les exportations agricoles restent en veilleuse. Les autorités du pays demandent d'intensifier la production, mais les agriculteurs rétorquent qu'ils n'ont pas le moyen de l'évacuer, car l'état des routes est tel que leurs véhicules sont rapidement hors d'usage et que, faute d'argent, ils ne peuvent se procurer les rechanges indispensables pour leur maintenance.

Une situation identique existe dans pas mal de pays du tiers-monde où, bien souvent, le manque de matériaux pierreux rend difficile l'établissement d'une assiette routière stable. Une mesure me paraît souhaitable; c'est l'étude de revêtements stabilisés au moyen de matériaux locaux, de façon à éviter de recourir à l'importation et d'épargner ainsi une sortie de devises.

Les populations locales devraient être intéressées davantage à l'entretien du réseau routier; ce serait l'occasion de mettre des chômeurs au travail, pareille mesure devant être rentable par l'accroissement de la production, donc des exportations et des rentrées dans les caisses de l'Etat.

On a souvent critiqué le réseau des transports des anciennes colonies et recommandé de créer davantage des liaisons entre les divers pays. Cependant, ceci suppose un consensus politique qui fait souvent défaut. En fait, cette situation existait pour le Shaba, mais on connaît la situation actuelle. Les deux liaisons les plus directes vers l'Océan, celles de Lobito et de Beira sont coupées. Vers le Sud, les produits miniers doivent être évacués sur East-London, ce qui représente un supplément de parcours en chemin

de fer de 1 000 km à 1 500 km. De plus, elle risque d'être interrompue en cas de tension accrue entre la Zambie et la Rhodésie. La voie de Dar-es-Salaam absorbe une partie de la production, mais elle travaille toujours à la limite de l'embouteillage; quant au chemin de fer Tanzam, son rendement est si faible qu'on ne peut y compter.

Reste la Voie Nationale; cependant, elle-même, dans l'estuaire maritime, se trouverait à portée de feux ennemis en cas de conflit.

L'incident survenu au cours de l'été 1977 à Kasese, en Uganda, où 1 150 t de café du Zaïre ont disparu en cours de transit, constitue également un indice de la précarité des transports entre divers pays.

#### IV. LES PAVILLONS DE COMPLAISANCE ET LES AUTRES

Enfin, je voudrais aborder un dernier point qui, je n'en doute pas, peut être à l'origine de réactions divergentes; c'est celui des pavillons.

D'importantes flottes étrangères, représentant six mille bateaux et en tonnage, le quart du port en lourd de la flotte mondiale, naviguent sous un pavillon prêté à des armateurs étrangers moyennant rétribution. Il s'agit de sources de revenus non négligeables pour certains pays tels le Panama, le Liberia, le Pakistan, Chypre, par exemple.

Les armateurs qui recourent aux pavillons de complaisance invoquent sa grande souplesse et la faculté d'échapper à de lourdes taxes et aux tracasseries d'une administration tâtilonne à l'excès. Soit pour ces avantages; mais aux yeux de certains armateurs, ils paraissent encore insuffisants car ils abusent de cette pratique pour contourner la réglementation du travail et payer des salaires extrêmement bas aux matelots qui exercent leur métier dans des conditions de vie lamentables. Sur certains navires, l'équipage subalterne, composé uniquement de ressortissants du tiers-monde, travaille rien que pour sa nourriture à bord, une maigre pitance qui ne vaut pas bien cher, De plus, les locaux de logement sont indignes de la condition humaine au vingtième siècle. Les protestations de l'Union Belge des ouvriers du transports contre de pareils usages sont dès lors bien compréhensibles.

D'ailleurs, une conférence internationale tenue à Genève à la fin de 1976, a approuvé une convention préservant des conditions de travail minimales et prévoyant des procédures de contrôle.

Souvent l'état d'entretien des navires sous pavillon de complaisance est si précaire que leur sécurité est compromise. C'est au point qu'un doute est permis sur les conditions dans lesquelles ils ont obtenu un certificat de navigation.

Cependant, à côté des abus dus à l'usage des pavillons de complaisance, il existe, pour les armateurs tant occidentaux que du tiers monde, une autre menace qui a pour origine le développement rapide des flottes des pays de l'Est. Leur ingérence croissante dans les grands trafics mondiaux se fait au mépris de toute règle de rentabilité commerciale et semble dictée bien plus par des impératifs politiques, voire stratégiques.

Toutefois, on peut espérer voir mettre un frein aux pratiques abusives; en effet, le 7 avril 1974, une conférence diplomatique tenue à Genève sous les auspices des Nations-Unies a adopté une convention internationale établissant un « code de conduite des conférences des lignes régulières ». Parmi les règles reprises dans ce document, il en est une qui prévoit l'égalité des droits de chargement aux deux extrémités d'une liaison maritime, avec réservation d'un quota aux pavillons tiers.

Ce partage, défendu dès le début des négociations par les pays du tiers-monde, permet aux armateurs nationaux de revendiquer le transport sous leur pavillon de 40 % des importations et de 40 % des exportations, le quota libre s'élevant à 20 % de l'ensemble des échanges maritimes de leur pays.

Pareille proposition, bien entendu, a suscité des réactions en sens divers; à noter qu'elle se révèle très avantageuse pour la Belgique dont l'importance de la flotte est loin de correspondre au volume de son commerce extérieur. Pour 1974, par exemple, moins de 6 % du mouvement portuaire belge était accompli sous pavillon national.

L'adoption du « code de conduite des conférences des lignes régulières » serait également bénéfique pour les anciennes colonies devenues elles-mêmes armateurs et assurant un volume de transport réservé autrefois aux pavillons européens. Il s'agit d'une évolution légitime et irréversible au sujet de laquelle tout regret

serait vain. Elle évite aux pays devenus indépendants des sorties de devises étrangères qui peuvent servir à acquérir des biens d'équipement en provenance des pays industrialisés.

Mais les nouveaux armateurs ont besoin encore souvent d'une aide technique. A cet égard, le meilleur exemple qui puisse être cité est l'accord de coopération conclu entre les armements belge et zaïrois pour la desserte des lignes de navigation aboutissant à Boma et à Matadi, concernant la formation des officiers et des équipages africains et pour les directives techniques dispensées au sujet des navires sous pavillon zaïrois.

## V. CONCLUSIONS

Au terme de cet exposé, quelles sont les propositions qu'on peut formuler ?

Pour aider les pays du tiers-monde à résoudre leurs problèmes de transport, des missions d'assistance technique sont encore indispensables et la Belgique peut jouer un grand rôle dans ce domaine; elle l'a d'ailleurs déjà rempli en maintes circonstances avec succès.

Pendant, la composition des missions et le choix des experts doivent échapper aux contraintes et dosages propres à notre pays; deux critères doivent servir de guide: la compétence et l'expérience spécifique dans le domaine pour lequel l'expert est demandé et le désir sincère de celui-ci à apprendre à ses homologues du tiers-monde à résoudre eux-mêmes les problèmes devant lesquels ils se trouvent. Faute d'agir de la sorte, l'assistance technique se transformerait en tonneau des Danaïdes.

Mais il y a encore mieux à faire; devant l'importance du rôle des transports dans la vie économique de nombreux pays du tiers-monde et l'urgence des mesures à prendre, pourquoi la Belgique ne pourrait-elle susciter une Conférence Internationale des Transports dans le tiers-monde conduisant à un Comité Permanent du Tiers-Monde dans le domaine des transports s'assurant le concours d'experts compétents auxquels les problèmes pourraient être soumis, afin d'indiquer la voie à suivre pour leurs solutions. De leur côté les industriels pourraient, il me semble, s'attacher davantage à la recherche de solutions aux problèmes de transport évoqués ci-avant. Notamment dans le domaine portuaire, il existe

un marché considérable qui permettrait d'arracher des commandes à qui ferait preuve d'imagination, ce qui présenterait également l'avantage de réduire le chômage. Voilà d'ailleurs un domaine dans lequel nos Universités belges pourraient être attentives également et former davantage de futurs ingénieurs et cadres pour les réseaux de transport, notamment du tiers-monde.

Aider de façon efficace les pays les plus déshérités et les plus pauvres à sortir de leur état de misère est un devoir et une mission de solidarité qui échoit aux pays industrialisés et, en particulier, à la Belgique, vu son expérience en la matière.

Plutôt que de vivre repliés sur nous-mêmes et à nous complaire dans nos querelles internes, portons nos regards vers l'extérieur et voyons la tâche qui nous attend dans le tiers-monde. Dans la morosité de cette fin de siècle, cela permettra aux hommes de cœur de trouver un idéal et de mener une vie digne d'être vécue.

26 octobre 1977.

**CLASSE DES SCIENCES MORALES  
ET POLITIQUES**

---

**KLASSE VOOR MORELE EN  
POLITIEKE WETENSCHAPPEN**

## Séance du 8 novembre 1977

Remplaçant M. *J.-P. Harroy*, directeur de la Classe pour 1977, M. *J. Jacobs*, vice-directeur, préside la séance.

M. *J.-P. Harroy* entre à 15 h et prend la présidence.

Sont en outre présents: MM. E. Coppieters, A. Duchesne, A. Durieux, A. Huybrechts, M. Luwel, A. Rubbens, J. Sohier, J. Stengers, J. Vanderlinden, E. Van der Straeten, membres; MM. A. Baptist, A. Coupez, les RR.PP. J. Denis, A. De Rop, MM. J. Pauwels, P. Salmon, le R.P. J. Spae, associés, ainsi que MM. F. Evens, secrétaire perpétuel et P. Staner, secrétaire perpétuel honoraire.

M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques, assiste également à la séance.

Absents et excusés: MM. E. Bourgeois, Mme A. Dorsin角度-Smets, MM. V. Drachousoff, A. Gérard, A. Maesen, le R.P. A. Roeykens, le R.P. M. Storme, M. R. Yakemtchouk.

M. *J. Jacobs*, signale que notre confrère M. *A. Baptist* a été promu au grade de Grand-Officier de l'Ordre de Léopold. Il le félicite chaleureusement.

### **Le voyage de Van Kerckhoven aux Stanley Falls et au camp de Yambuya**

M. *P. Salmon* entretient ses Confrères de son étude intitulée comme ci-dessus et qu'il a présentée à la Commission d'Histoire en sa séance du 5 juillet 1977.

Il répond aux questions que lui posent MM. *A. Lederer* et *A. Rubbens*.

La Classe décide l'impression de ce travail dans la collection des *Mémoires in-8°*.

### **H.-H. Johnston en H.-M. Stanley op de Congo**

M. *M. Luwel* entretient ses Confrères de son étude intitulée comme ci-dessus et qu'il a présentée à la Commission d'Histoire, en sa séance du 5 juillet 1977.

## Zitting van 8 november 1977

De H. J. Jacobs, vice-directeur, vervangt de H. J.-P. Harroy, directeur van de Klasse voor 1977 en zit de vergadering voor.

De H. J.-P. Harroy komt toe te 3 h en neemt het voorzitterschap waar.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. E. Coppieters, A. Duchesne, A. Durieux, A. Huybrechts, M. Luwel, A. Rubbens, J. Sohier, J. Stengers, J. Vanderlinden, E. Van der Straeten, leden; de HH. A. Baptist, A. Coupeuz, de EE.PP. J. Denis, A. De Rop, de HH. J. Pauwels, P. Salmon, E.P. J. Spae, geassocieerden, alsook de HH. F. Evens, vaste secretaris en P. Staner, ere-vaste secretaris.

De H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen, neemt eveneens deel aan de vergadering.

Afwezig en verontschuldigd: De H. E. Bourgeois, Mevr. A. Dorsin角度-Smets, de HH. V. Drachoussoff, A. Gérard, A. Maesen, E.P. A. Roeykens, E.P. M. Storme, de H. R. Yakemtchouk.

De H. J. Jacobs deelt de Klasse mede dat onze confrater de H. A. Baptist, bevorderd werd tot de graad van Grootofficier in de Leopoldsorde. Hij wenst hem van harte geluk.

### « Le Voyage de Van Kerckhoven aux Stanley Falls et au camp de Yambuya »

De H. P. Salmon onderhoudt zijn Confraters over zijn studie getiteld als hierboven en die hij voorgelegd heeft aan de Commissie voor Geschiedenis op haar zitting van 5 juli 1977.

Hij beantwoordt de vragen die hem gesteld worden door de HH. A. Lederer en A. Rubbens.

De Klasse beslist het werk te publiceren in de *Verhandelingenreeks in-8°*.

### « H.-H. Johnston en H.-M. Stanley op de Congo »

De H. M. Luwel onderhoudt zijn Confraters over zijn studie getiteld als hierboven, en die hij voorgelegd heeft aan de Commissie voor Geschiedenis op haar zitting van 5 juli 1977.

Il répond aux questions que lui posent MM. *J. Jacobs, J.-P. Harroy, E. Stols* et *J. Stengers*.

La Classe décide l'impression de ce travail dans la collection des *Mémoires in-8°*.

### **Le Droit de la Révolution éthiopienne**

*M. J. Vanderlinden* présente à la Classe son étude intitulée comme ci-dessus.

Il répond aux questions que lui posent MM. *J.-P. Harroy, J. Stengers, A. Baptist, J. Sohler, E. Coppeters* et le R.P. *J. Spae*.

La Classe décide l'impression de ce travail dans la collection des *Mémoires in-8°*.

### **Commission administrative**

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que le mandat de *M. A. Durieux*, qui représente la Classe au sein de la Commission administrative, vient à expiration le 31 décembre 1977.

La Classe décide le renouvellement dudit mandat pour une période de trois ans, prenant cours le 1<sup>er</sup> janvier 1978, et charge le *Secrétaire perpétuel* de soumettre cette décision à l'approbation royale.

### **Communications administratives**

1. Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que *M. E. Lamy*, correspondant, a transféré sa résidence en Belgique et qu'en conséquence il deviendra « associé ».

2. Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe qu'il a été décidé de revenir au système statutaire des séances mensuelles.

### **Revue bibliographique 1977**

Le *Secrétaire perpétuel* annonce à la Classe le dépôt des notices 15 à 21 de la *Revue bibliographique 1977*.

La Classe décide la publication dans le *Bulletin des séances* (p. 517).

Le *Secrétaire perpétuel* félicite et remercie *M. A. Huybrechts* pour ses nombreuses contributions.

Hij beantwoordt de vragen die hem gesteld worden door de HH. J. Jacobs, J.-P. Harroy, E. Stols en J. Stengers.

De Klasse beslist het werk te publiceren in de *Verhandelingenreeks in-8°*.

#### « Le Droit de la Révolution éthiopienne »

De H. J. Vanderlinden legt aan de Klasse zijn studie voor getiteld als hierboven.

Hij beantwoordt de vragen die hem gesteld worden door de HH. J.-P. Harroy, J. Stengers, A. Baptist, J. Sohier, E. Coppieters en E.P. J. Spae.

De Klasse beslist dit werk te publiceren in de *Verhandelingenreeks in-8°*.

#### Bestuurscommissie

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat het mandaat van de H. A. Durieux, die de Klasse vertegenwoordigt in de schoot van de Bestuurscommissie, vervalt op 31 december 1977.

De Klasse beslist dit mandaat te hernieuwen voor een periode van drie jaar, met ingang op 1 januari 1978, en belast er de *Vaste Secretaris* mede deze beslissing aan de Koninklijke goedkeuring voor te leggen.

#### Administratieve mededelingen

1. De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat de H. E. Lamy, correspondent, zich in België vestigde, en dat hij dus „geassocieerde” zal worden.

2. De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat beslist werd terug te keren tot de statutaire regeling van de maandelijkse zittingen.

#### Bibliografisch Overzicht 1977

De *Vaste Secretaris* deelt aan de Klasse het neerleggen mede van de nota's 15 tot 21 van het *Bibliografisch Overzicht 1977*.

De Klasse beslist ze te publiceren in de *Mededelingen der zittingen* (blz. 517).

De *Vaste Secretaris* feliciteert en dankt de H. A. Huybrechts voor zijn talrijke bijdragen.

### Cinquantenaire de l'Académie

Le *Secrétaire perpétuel* remercie chaleureusement M. J. Jacobs qui avait accepté de retracer dans ses grandes lignes les activités de la Classe, du travail très soigné et minutieux qu'il a fourni.

La Classe prend connaissance du document remis par M. J. Jacobs et décide que le Comité de la Classe du Cinquantenaire, présidé par M. J.-P. Harroy, se réunira le mardi 29 novembre 1977 à 14 h 30 au Palais des Académies pour étudier la répartition des différentes disciplines, se basant sur le document susdit.

La Classe désigne le R.P. A. Roeykens en qualité de membre du Comité.

### Comité secret

Les membres honoraires et titulaires, réunis en comité secret:

1. Désignent M. A. Duchesne en qualité de vice-directeur pour 1978;
2. Echantent leurs vues sur les candidatures aux places vacantes.

La séance est levée à 17 h.

### **Vijftigjarig bestaan van de Academie**

De *Vaste Secretaris* bedankt hartelijk de *H. J. Jacobs*, die aanvaard had de activiteiten der Klasse in haar grote lijnen te schetsen, voor het zeer verzorgd en nauwkeurig werk dat hij leverde.

De Klasse neemt kennis van het door de *H. J. Jacobs* overhandigd document en beslist dat het Comité van de Klasse van het vijftigjarig bestaan, onder het voorzitterschap van de *H. J.-P. Harroy*, zal vergaderen op dinsdag 29 november 1977 te 14 h 30, in het Paleis der Academiën, om de indeling der verschillende disciplines te bestuderen, op basis van voormeld document.

De Klasse wijst *E.P. A. Roeykens* aan als lid van het Comité.

### **Geheim comité**

De ere- en titelvoerende leden, vergaderd in geheim comité:

1. Wijzen de *H. A. Duchesne* aan als vice-directeur voor 1978;
2. Wisselen van gedachten over de kandidaturen voor de openstaande plaatsen.

De zitting wordt gegeven te 17 h.

**REVUE BIBLIOGRAPHIQUE \***  
**Notices 15 à 21**

**BIBLIOGRAFISCH OVERZICHT \***  
**Nota's 15 tot 21**

\* *Bulletin des séances de l'Académie*,  
1964, p. 1 180.

\* *Mededelingen der Zittingen van  
de Academie*, 1964, blz. 1 181.

Rostow (W.-W.): *How it all began* (Londres, 1975, Methuen and Co Ltd, 264 p.).

W.-W. ROSTOW est un des historiens de l'économie et des économistes les plus connus de notre époque, particulièrement en ce qui concerne l'explication du développement économique moderne. Il enseigne l'économie à l'Université du Texas (Austin). Ses principaux ouvrages sont *The British Economy of the Nineteenth Century*, *The Process of Economic Growth*, *The Stages of Economic Growth*, et *Politics and the Stages of Growth*.

Rostow consacre cet essai en histoire de l'économie aux origines de la révolution industrielle. Il considère ce livre comme le chapitre préliminaire d'un ouvrage plus important qu'il compte consacrer à l'histoire économique des deux derniers siècles dans les divers pays qui ont franchi les étapes successives de la croissance économique. Il s'efforce de déterminer ici les facteurs du décollage économique européen et, plus précisément, de délimiter le rôle des découvertes scientifiques, des progrès techniques et des innovations industrielles dans ce développement, question que les chercheurs n'ont pas encore réussi à intégrer dans la théorie économique.

Le premier chapitre montre pourquoi la croissance industrielle n'est apparue nulle part avant le XVIII<sup>e</sup> siècle. Rostow attribue cela à un état d'esprit, personne ne concevant à cette époque que le monde pouvait être appréhendé de manière à l'utiliser au mieux des intérêts matériels. La recherche proprement scientifique était dès lors négligeable, l'application pratiquement absente et la diffusion des rares acquis nouveaux excessivement lente.

Le deuxième chapitre traite des politiques mercantilistes inspirées comme les politiques précédentes par la poursuite de la puissance nationale mais se fixant désormais comme un objectif en soi l'accroissement de la productivité et, de ce fait, de la production nationale et des revenus taxables et prenant une conscience croissante de la convergence des intérêts économiques autant que de l'opposition de ceux-ci.

Le troisième chapitre évoque le rôle de la révolution commerciale née des grandes découvertes. Elle a provoqué un accroisse-

ment des activités manufacturières liées à ce commerce, de l'emploi manufacturier, des revenus, des marchés et de l'urbanisation. L'effet de ces évolutions sur la technologie industrielle est indirect: les conditions du progrès technologique s'en trouvent affermies en ce qui concerne la demande d'innovations.

Le quatrième chapitre énonce la thèse de l'auteur: la révolution scientifique est le facteur-clé qui distingue la révolution industrielle du XVIII<sup>e</sup> siècle européen de toutes les périodes précédentes d'expansion économique mais son rôle (fournir les techniques nouvelles, susciter la demande d'innovation et la volonté d'y répondre) a été indirect.

Le cinquième et dernier chapitre est une sorte d'épilogue, résumant l'évolution des économies européennes au cours de la période 1783-1820.

29 juin 1977.

André HUYBRECHTS.

**Brookfield (Harold):** *Interdependent Development* (Londres, Methuen and Co, 1975, 234 p.).

Harold BROOKFIELD est géographe. Il s'est occupé de questions de géographie des populations et des cultures pendant une vingtaine d'années dans divers pays sous-développés. Il a enseigné aux Universités du Sussex (Institute of Development Studies) et MacGill (Center for Developing Area Studies) et a travaillé pour l'UNESCO, à Fidji notamment.

Cet intéressant ouvrage n'est ni un manuel, ni un essai sur un thème particulier, mais une vue de synthèse des apports successifs des auteurs les plus divers à l'édification — fort peu avancée du reste — d'une théorie globale du développement.

L'Auteur est géographe de formation et de métier. Il a conçu son ouvrage dans une perspective aussi pluri-disciplinaire que possible, encore que ce soient surtout (et malheureusement peut-être) les économistes qui se sont préoccupés jusqu'à présent d'étudier le développement et le sous-développement de manière relativement approfondie.

Soulignons la qualité de ce survol des idées qui va de l'époque où les problèmes du sous-développement n'étaient pas encore à l'ordre du jour jusqu'à la nôtre, où la question revêt une importance croissante et une actualité brûlante. L'idée de base qui sous-tend tout le livre est que le développement est un système global au sein duquel la position avancée des uns et le sous-développement des autres sont étroitement interconnectés, leurs évolutions respectives ne pouvant dès lors être étudiées séparément.

Ce genre de texte ne se lit évidemment pas d'une seule traite. Il suppose également un minimum d'initiation préalable, du moins si l'on veut en faire une lecture pleinement profitable.

29 juin 1977.

André HUYBRECHTS.

Kagame (Alexis): *Un abrégé de l'histoire du Rwanda*. Tome deuxième (Butare, Editions Universitaires du Rwanda, 1975, 15 x 20 cm, 543 p., cartes, photos).

L'ouvrage présenté ici constitue une continuation d'*Un abrégé de l'ethno-histoire du Rwanda*, paru en 1972 (cf. *Bulletin Académie*, 1975, fasc. 2, p. 151). Dans l'Introduction, l'A. justifie le changement du titre (ethno-histoire devenue histoire): « les informations utilisées (dans le tome I) avaient été transmises d'une génération à l'autre et... ceux qui nous les avaient fait connaître les avaient *purement* apprises par les canaux si variés de notre tradition ». Or, pour les trois premiers chapitres du tome II, couvrant les règnes de Kigeli IV Rwabugili, 1852-95 (chap. VII), de Mihambwe IV Rutarindwa, 1895-96 (chap. VIII) et de Yuhi V Musinga, 1897-1931 (chap. IX), l'A. a pu interroger quelque dix-sept principaux témoins oculaires.

Pour l'histoire de l'indépendance et de la première décennie de celle-ci (1962-72), l'A. est conscient de faire œuvre de « pionnier, qui s'attèle à la gageure de démêler les faits jugés à ses yeux permanents dans leurs effets et d'écarter ceux qui relèvent de l'actualité »; il a tenté « d'indiquer uniquement la charpente de l'histoire et s'est comporté « en spectateur des événements, tâchant d'en découvrir la ligne directrice à travers les documents consultés ».

La narration se termine avec la visite du général MOBUTU au Rwanda en octobre 1972. Pour l'évolution ultérieure du pays (coup d'Etat militaire du 5 juillet 1973), l'A. projette un Supplément qui relatera les causes et les suites de ce coup, avec un bilan initial de la Deuxième République Rwandaise.

Dans un « appendice conclusif », sont reproduits intégralement divers discours prononcés à l'occasion de la visite du général MOBUTU, entre autres l'exposé du chef d'Etat zaïrois sur la politique du recours à l'authenticité.

Les chapitres (VII-XII) et les paragraphes (356-873) continuent la numération du tome I. De même, la bibliographie renvoie aux sources présentées dans ce tome, et recueillies par l'A. de 1936 à 1971. En outre, sous le titre « ouvrages cités », se trouvent (pêle-mêle!) des livres (sources narratives et travaux

proprement dits), des articles de revues et de journaux, des documents officiels, ces derniers sans autre référence bibliographique.

Contrairement au tome I, la « liste systématique des noms et des mots » a été dédoublée: une première liste donne les vocables « avec signes diacritiques »; une deuxième ceux « sans besoins (*sic*) de signes diacritiques ».

Les habituelles notes justificatives ou explicatives (infrapaginales ou rejetées à la fin des chapitres ou du volume) font presque totalement défaut; pourtant certaines références utiles sont indiquées dans le corps de l'exposé.

Les cartes, bien que de format réduit, sont d'une grande clarté, mais le choix des photos — rien que de personnages: deux Bami, les présidents Kayibanda et Habyarimana, les six officiers du coup d'Etat de 1973, les évêques anciens et actuels — semble assez révélateur.

18 juillet 1977.

F. BONTINCK.

Schumacher (E.-F.): *Small is beautiful - A study of economics as if people mattered* (Londres, Ed. Abacus, 1974, 255 p.).

E.-F. SCHUMACHER, d'origine allemande, venu étudier l'économie à Oxford en 1939, s'établit en Grande-Bretagne, s'y fit naturaliser et entama une carrière d'enseignant à Columbia University (Etats-Unis), puis se lança dans le journalisme, l'exploitation agricole et les affaires, redevint professeur à Oxford, conseiller économique de la Commission de contrôle britannique en Allemagne, puis conseiller économique du National Coal Board. Il est bien connu comme fondateur et président du « Intermediate Technology Development Group ». E.-F. SCHUMACHER vient de décéder tout récemment.

*Small is beautiful* résume en quelque sorte la pensée remarquablement sensée, personnelle, originale et féconde de son auteur. Celui-ci considère que les conceptions qui sont à la base de l'économie occidentale moderne — la toute puissance du profit, l'incessante poursuite d'une croissance matérielle et quantitative que l'on baptise développement, la spécialisation et la parcellisation des tâches et la grande dimension des unités de production — ont conduit notre société à l'inefficacité économique et sociale, à des conditions de travail et de vie inhumaines, à la pollution de l'environnement et à l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables.

Il estime notamment:

— Que la société industrielle moderne n'a en réalité pas résolu ses problèmes de production;

— Que notre conception de l'économie, basée sur une fausse échelle des valeurs, est erronée;

— Que les règles de l'économie sont fortement dépendantes de l'environnement humain dans lequel elles doivent être appliquées et qu'il peut dès lors exister des conceptions très différentes de l'économie;

— Que les sociétés humaines actuelles restent plus dépendantes du milieu qu'elles ne le croient;

— Que nos conceptions de la technologie moderne doivent être complètement révisées: il présente à ce propos sa proposition de « technologie intermédiaire » qui met l'accent sur l'épa-

nouissement de l'homme et non sur la multiplication des produits.

Voilà donc un livre qu'il faut lire: chaleureux et stimulant, plein de sagesse et de bon sens, d'inquiétude et d'espoir. Son intérêt dépasse largement celui de la seule technologie intermédiaire, des problèmes économique-techniques du tiers monde ou de la sauvegarde de l'environnement. Il se situe au niveau d'une réflexion fondamentale sur l'homme et sur la société, débouchant d'ailleurs sur les enseignements les plus essentiels du message évangélique.

3 octobre 1977.  
André HUYBRECHTS.

Kamitatu-Massamba (Cléphas): *Zaïre - Le pouvoir à la portée du peuple* (Paris, Editions l'Harmattan, 1977, 201 p.).

L'Auteur, né en 1931, est un des premiers hommes politiques du Congo devenu indépendant en 1960. Proche de Patrice LUMUMBA, plusieurs fois ministre et ministre des Affaires étrangères au moment du coup d'état de MOBUTU en 1965. Condamné par le nouveau régime, il se réfugia en France et y poursuivit un doctorat en sciences politiques. Il est installé à Paris d'où il dirige un des partis de l'opposition extérieure, le Front Socialiste Africain.

L'ouvrage se subdivise en deux parties.

La première partie analyse la décomposition du Zaïre. Au plan politique, il montre l'effondrement du régime: échec de la zaïrianisation, hypocrisie de la politique d'authenticité, profitariat d'une minorité politico-administrative, corruption généralisée, dictature, frustration de la masse, perte totale de crédibilité et d'impact du pouvoir, foisonnement des institutions parasites, désorganisation des administrations, incohérence des décisions et des applications, confusion des esprits. Au plan économique, le diagnostic est accablant: absence totale d'une véritable politique de développement, mauvais choix de politique économique, gestion déplorable, régression de la production, échec des grands investissements, déficit des budgets publics (dépenses de consommation et de prestige excessives, fiscalité inefficace), endettement extérieur énorme, accroissement des importations non justifiées, recul des exportations surtout agricoles, dégradation des balances commerciales et des paiements, quasi-disparition des réserves de devises, inflation accélérée, répartition scandaleuse des revenus, baisse des pouvoirs d'achat et des niveaux de vie des salariés de Kinshasa et, plus encore, des ruraux, exode rural, abandon de l'intérieur et retour à l'économie de subsistance, effondrement du système des transports, délaissement de l'agriculture vivrière et d'exportation, concentration régionale déséquilibrée des activités économiques modernes et de leurs effets...

La seconde partie expose les conceptions de l'Auteur sur la transformation nécessaire de la société zaïroise. Il fait le diagnos-

tic de ce que le Zaïre est devenu au plan politique, économique et social et expose ses vues sur une nouvelle finalité du développement de ce pays. Il se fonde sur les valeurs centrales de la tradition africaine — primauté du groupe, cohésion, solidarité, palabre — et débouche sur la nécessité d'un développement autocentré. Il évoque le problème des ressources financières requises et des relations du Zaïre avec l'Afrique et le monde. Le dernier chapitre se veut outil de lutte contre la dictature et la mainmise des capitaux étrangers.

L'ouvrage de M. KAMITATU-MASSAMBA mérite d'être signalé, même si l'analyse économique comporte d'évidentes lacunes et certaines faiblesses et si les options politiques de l'Auteur ne recueillent pas nécessairement toute notre adhésion.

3 octobre 1977.  
André HUYBRECHTS.

Moralès (J.-A.) et Platteau (J.-Ph.): *Le développement des pays pauvres. Quelques aspects d'un problème actuel* (Namur, Presses Universitaires de Namur, 1977, 162 p.).

J.-A. MORALÈS, de nationalité bolivienne, est professeur à l'Université Catholique de La Paz et professeur visiteur aux Facultés Notre-Dame de la Paix à Namur où il assure le cours de « coopération économique internationale ». J.-Ph. PLATTEAU, docteur en sciences économiques, est chargé de cours à la Faculté des sciences économiques et sociales de Namur.

La présente brochure regroupe quatre communications — deux de chacun des auteurs — présentées à un séminaire résidentiel organisé à l'abbaye de St-Gérard les 6 et 7 mai 1977 et le texte d'une conférence faite peu auparavant par M. MORALÈS.

Les contributions concernent successivement:

— Une comparaison des modèles de développement extraverti et auto-centré;

— L'analyse du modèle extraverti de type colonial;

— L'examen des interactions entre l'éducation et le développement économique;

— Une analyse critique du modèle d'Arthur LEWIS;

— Une réflexion d'ordre général sur les performances actuelles de développement du tiers monde, sur la transmission des inégalités et sur les problèmes que pose l'aide au développement.

Un petit livre intéressant et agréable à lire.

3 octobre 1977.

André HUYBRECHTS.

**Albertini (J.-M.):** *Les mécanismes du sous-développement* (Paris, Editions Economie et humanisme - Editions ouvrières, 1967, 334 p.).

L'Auteur, né en 1929, est entré au C.N.R.S. en 1964 où il fut l'assistant de L.-J. LEBRET, au sein du groupe « Economie et humanisme ». Il dirige actuellement le laboratoire C.N.R.S. de pédagogie de l'économie et est directeur scientifique au Centre d'Etudes et de Réalisations pour l'éducation permanente. Il a publié de nombreux ouvrages d'initiation à l'économie qui ont atteint des tirages considérables.

Le livre que voici — dont nous avons lu une réédition récente complètement mise à jour — est un excellent ouvrage d'initiation aux problèmes du sous-développement. L'Auteur fait preuve d'un sens remarquable de la synthèse, d'un style simple, clair, précis et très compréhensible et de qualités pédagogiques évidentes. Il a d'ailleurs basé ce livre sur des cours et des séances d'initiation aux problèmes du tiers monde visant à exposer non les théories existantes sur ces questions, mais les situations concrètes et les problèmes réels qui ont provoqué le sous-développement et qui le maintiennent.

On peut ne pas être d'accord avec l'Auteur sur les causes du sous-développement ou sur les obstacles sur le chemin du développement. L'Auteur donne, à notre sens, une importance nettement excessive aux causes externes (effets de domination, néo-colonialisme, détérioration des termes de l'échange, politiques économiques des pays industrialisés) en négligeant les problèmes strictement internes aux pays sous-développés. Mais nous savons que la mode actuelle va dans ce sens. Il suffit d'attendre...

L'ouvrage commence par une approche de la notion de sous-développement et de ce qui l'explique: les désarticulations et les divers types de domination externe. Il montre ensuite quelles sont les perspectives du développement des pays pauvres et il en indique les conditions: maîtrise nationale des politiques de développement et redéfinition de la coopération internationale.

3 octobre 1977.

André HUYBRECHTS.

**CLASSE DES SCIENCES NATURELLES  
ET MEDICALES**

---

**KLASSE VOOR NATUUR- EN  
GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN**

## Séance du 22 novembre 1977

M. G. *Mortelmans*, directeur de la Classe pour 1977, préside la séance.

Sont en outre présents: MM. F. Evens, J. Jadin, J. Lebrun, J. Lepersonne, J. Opsomer, W. Robyns, P. Staner, J. Van Riel, membres; MM. P. Benoit, E. Bernard, J. Bouillon, R. Devignat, C. Donis, J.-M. Henry, J. Meyer, J. Mortelmans, M. Poll, J.-J. Symoens, associés.

M. J.-P. *Harroy*, membre de la Classe des Sciences morales et politiques assistait également à la séance.

Absents et excusés: MM. M. De Smet, A. Fain, L. Peeters, R. Vanbreuseghem.

### Décès de MM. A. Dubois et J. Kufferath

Devant l'assemblée debout, le *Directeur* évoque la mémoire de MM. *Albert-L.M. Dubois* et *Jean A.-A.-E. Kufferath*, décédés respectivement le 19 août et le 7 octobre 1977.

La Classe désigne MM. J. Jadin et J.-J. Symoens pour rédiger les notices nécrologiques respectives, destinées à notre *Annuaire* 1978.

Le *Directeur* signale que notre confrère M. J. Opsomer a été élu, le 4 juin 1977, à la Société internationale d'Histoire de Médecine de Paris, et que notre confrère M. P. Benoit a été promu au grade d'officier de l'Ordre de Léopold.

Il les félicite chaleureusement.

### Analyse d'acclimatation de végétaux en zone équatoriale zairoise de basse altitude

M. J.-M. Henry entretient la Classe de sa publication intitulée comme ci-dessus (p. 544).

Il répond à la question que lui pose M. C. Donis.

## Zitting van 22 november 1977

De H. G. *Mortelmans*, directeur van de Klasse voor 1977, zit de vergadering voor.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. F. Evens, J. Jadin, J. Lebrun, J. Lepersonne, J. Opsomer, W. Robyns, P. Staner, J. Van Riel, leden; de HH. P. Benoit, E. Bernard, J. Bouillon, R. Devignat, C. Donis, J.-M. Henry, J. Meyer, J. Mortelmans, M. Poll, J.-J. Symoens, geassocieerden.

De H. J.-P. *Harroy*, lid van de Klasse voor Morele en Politieke wetenschappen, nam eveneens deel aan de zitting.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. M. De Smet, A. Fain, L. Peeters, R. Vanbreuseghem.

### Overlijden van de HH. A. Dubois en J. Kufferath

Voor de rechtstaande vergadering brengt de *Directeur* hulde aan de nagedachtenis van de HH. *Albert-L.-M. Dubois* en *Jean-A.-A.E. Kufferath*, respectievelijk overleden op 19 augustus en 7 oktober 1977.

De Klasse wijst de HH. *J. Jadin* en *J.-J. Symoens* aan om de respectieve necrologische nota's op te stellen bestemd voor ons *Jaarboek 1978*.

De *Directeur* deelt mede dat onze confrater *J. Opsomer* op 4 juni 1977 verkozen werd bij de „Société Internationale d'Histoire de Médecine de Paris”, en dat onze confrater *P. Benoit* bevorderd werd tot de graad van Officier in de Leopoldsorde.

Hij wenst hen van harte geluk.

### « Analyse d'acclimatation de végétaux en zone équatoriale zairoise de basse altitude »

De H. *J.-M. Henry* onderhoudt de Klasse over zijn publikatie, getiteld als hierboven (blz. 544).

Hij beantwoordt de vraag die hem gesteld wordt door de H. *C. Donis*.

### **Les travaux du Laboratoire de biologie marine de Laing (Nouvelle-Guinée)**

M. J. *Bouillon* entretient ses Confrères des travaux du Laboratoire de biologie marine de Laing en Nouvelle-Guinée, exposé qui est illustré par la projection de très nombreuses diapositives.

Il répond aux questions que lui posent MM. M. *Poll*, P. *Staner*, J.-J. *Symoens* et G. *Mortelmans*.

### **Commission administrative**

M. F. *Evens* signale, qu'étant devenu secrétaire perpétuel, il doit être remplacé au sein de la Commission administrative. Son mandat vient à expiration le 31 décembre 1977.

M. A. *Fain* est élu en qualité de nouveau représentant de la Classe pour une période de trois ans, prenant cours le 1<sup>er</sup> janvier 1978.

Cette élection sera soumise à l'approbation royale.

### **Communications administratives**

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que MM. C. *Fieremans* et P. *Raucq*, correspondants de la Classe, ont transféré leur résidence en Belgique et qu'en conséquence ils deviendront associés.

D'autre part, le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe qu'il a été décidé de revenir au système statutaire de séances mensuelles.

### **Cinquantenaire de l'Académie**

1. En ce qui concerne les *orateurs invités*, il est confirmé que deux exposés seront présentés:

— R. TAVERNIER - C. SYS: Invloed van het fysisch milieu op de onderontwikkeling;

— H. VIS: Sous-nutrition ou malnutrition et influences sur l'état biologique de l'homme et des animaux.

M. E. *Bernard* est désigné comme modérateur du panel.

Pour l'après-midi on prévoit:

**« Les travaux du laboratoire de biologie  
marine de Laing en Nouvelle-Guinée »**

De H. J. *Bouillon* onderhoudt zijn Confraters over de werkzaamheden van het „Laboratoire de biologie marine de Laing” in Nieuw-Guinea. De uiteenzetting wordt geïllustreerd met zeer talrijke diapositieven.

Hij beantwoordt de vragen die hem gesteld worden door de HH. M. *Poll*, P. *Staner*, J.-J. *Symoens* en G. *Mortelmans*.

**Bestuurscommissie**

De H. F. *Evens* deelt mede dat hij, na vaste secretaris geworden te zijn, dient vervangen te worden in de schoot van de Bestuurscommissie. Zijn mandaat verstrijkt op 31 december 1977.

De H. A. *Fain* wordt verkozen tot nieuwe vertegenwoordiger van de Klasse, voor een termijn van drie jaar, ingaande op 1 januari 1978.

Deze verkiezing zal aan de Koninklijke goedkeuring onderworpen worden.

**Administratieve mededelingen**

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat de HH. C. *Fieremans* en P. *Raucq*, correspondenten van de Klasse, hun verblijfplaats in België vestigden, en dat zij dus „geassocieerde” worden.

Anderzijds deelt de *Vaste Secretaris* de Klasse mede dat besloten werd terug te keren tot het statutair systeem van maandelijks zittingen.

**Vijftigjarig bestaan van de Academie**

1. Voor wat de *uitgenodigde redenaars* betreft, wordt bevestigd dat twee uiteenzettingen zullen voorgelegd worden:

— R. TAVERNIER - C. SYS: Invloed van het fysisch milieu op de ontwikkeling;

— H. VIS: Sous-nutrition ou malnutrition et influences sur l'état biologique de l'homme et des animaux.

De H. E. *Bernard* werd aangewezen als moderator van het paneel.

Voor de namiddag voorziet men:

E. Bernard: Environnement atmosphérique et développement.  
J.-M. Henry: présentera une étude: Plantes alimentaires et ce dans le cadre des « Bases biologiques du développement ».

Le *Vice-directeur* pour 1978 est désigné comme modérateur du panel.

Le *Secrétaire perpétuel* insiste auprès des membres de la Classe pour qu'ils fournissent d'autres contributions.

2. Le *Secrétaire perpétuel* signale que le travail de M. G. Mortelmans sur les activités de la Classe n'est pas encore prêt. Le texte sera remis à la fin de décembre 1977.

3. Le Comité de la Classe est constitué comme suit:

Président: M. G. Mortelmans.

Membres: MM. P. Benoit, J. Jadin, A. Lebrun, J. Lepersonne, J. Mortelmans.

#### Comité secret

Les membres honoraires et titulaires, réunis en comité secret:

1. Désignent M. P. Benoit en qualité de *vice-directeur* pour 1978;

2. Echantent leurs vues sur les candidatures aux places vacantes.

Le *Secrétaire perpétuel* signale que pour les prochaines élections (juin 1978) il est à prévoir que 2 places de membre titulaire seront disponibles, ainsi que 8 places d'associé.

Il demande de présenter des candidatures en vue de la séance du mai 1978.

En ce qui concerne les Correspondants, ils sont subdivisés en trois catégories, à savoir:

- a) Belges à l'étranger;
- b) Nationaux de pays industrialisés;
- c) Nationaux de pays en voie de développement.

C'est essentiellement pour la catégorie c) qu'il nous manquent des candidatures.

La séance est levée à 16 h 30.

— *E. Bernard*: „Environnement atmosphérique et développement”.

— *J.-M. Henry*: „Plantes alimentaires” en dat in het kader van de „Biologische basis van de ontwikkeling”.

De Vice-Directeur voor 1978 wordt aangewezen als moderator voor het paneel.

De *Vaste Secretaris* dringt er bij de andere leden der Klasse op aan voor andere bijdragen.

2. De *Vaste Secretaris* deelt mede dat het werk over de activiteiten der Klasse van de *H. G. Mortelmans* nog niet klaar kwam. De tekst zal einde december 1977 overhandigd worden.

3. Het Comité der Klasse is als volgt samengesteld:

Voorzitter: De *H. G. Mortelmans*.

Leden: De *HH. P. Benoit, J. Jadin, A. Lebrun, J. Lepersonne, J. Mortelmans*.

#### Geheim comité

De ere- en titelvoerende leden, vergaderd in geheim comité:

1. Wijzen de *H. P. Benoit* aan als vice-directeur voor 1978;

2. Wisselen van gedachten over de kandidaturen voor de openstaande plaatsen.

De *Vaste Secretaris* deelt mede dat voor de volgende verkiezingen (juni 1978) 2 plaatsen van titelvoerend lid zullen beschikbaar zijn, alsook 8 plaatsen voor geassocieerden.

Hij vraagt kandidaturen voor te stellen met het oog op de zitting van mei 1978.

Voor wat de Correspondenten betreft, zij zijn onderverdeeld in drie categorieën, te weten:

a) Belgen in het buitenland;

b) Vreemdelingen van geïndustrialiseerde landen;

c) Vreemdelingen van ontwikkelingslanden.

Het is hoofdzakelijk voor de categorie c) dat ons kandidaturen ontbreken.

De zitting wordt gegeven te 16 h 30.

**Edmond Hoge. — Mission géophysique au Kenya  
dans la Great Rift Valley  
et à l'est du Kilimanjaro (1975)\***

RÉSUMÉ

En 1959, le Dr K. WHITHAM (Ottawa, Canada) et l'auteur ont exécuté une mission scientifique en qualité d'experts de l'ONU. Le but principal de cette mission était d'établir les cartes magnétiques de l'Est Africain.

Au cours d'un récent voyage, subsidié par le Fonds National de la Recherche scientifique, l'auteur a effectué des observations géologiques et géophysiques dans la région du lac Naivasha (Gregory Rift Valley) et dans le Tsavo West National Park (à l'Est du Kilimanjaro).

Il expose les premiers résultats de cette expédition.

\* \* \*

ABSTRACT

In 1959, Dr K. WHITHAM (Ottawa, Canada) and the author were asked to undertake, as experts of the UNO, a modern ground survey in order to produce regional magnetic charts of East Africa.

Recently, with a grant of the "Fonds National de la Recherche scientifique" the author made some geological and geophysical observations in the region of Lake Naivasha (Gregory Rift Valley) and in the Tsavo West National Park (East of Kilimanjaro).

The first results of this expedition are given in this paper.

\* \* \*

---

\* Communication présentée à la séance du 23 mars 1976 de la Classe des Sciences naturelles et médicales (*Bull.* 1976, fasc. 2, p. 139).

### SAMENVATTING

In 1959 ondernamen Dr. K. WHITHAM (Ottawa, Canada) en de auteur een wetenschappelijke zending, in de hoedanigheid van experts van de UNO. Het hoofddoel van deze zending was magnetische kaarten op te stellen van Oost-Afrika.

Tijdens een recente reis, gesubsidieerd door het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek, heeft de auteur geologische en geofysische waarnemingen verricht in de streek van het Naivasha-meer (Gregory Rift Valley) en het Tsavo West National Park (ten oosten van de Kilimanjaro).

Hij zet de eerste resultaten van deze expeditie uiteen.

\* \* \*

Après avoir participé en 1959 à un levé magnétique général de l'Est Africain et avoir effectué diverses recherches géomagnétiques au Kenya, en Uganda et en Tanzanie, en collaboration avec le Dr K. WHITHAM, du Dominion Observatory d'Ottawa (Canada) et ce, en qualité d'experts de l'ONU (Administration de l'Assistance technique aux pays en voie de développement) [17] [\*], j'ai présenté, en 1965, un programme de recherches géologiques et géophysiques à entreprendre dans le cadre du Projet international de l'Etude du Manteau supérieur (Upper Mantle Project), lors d'un Séminaire organisé par l'UNESCO à Nairobi sur l'East African Rift System [7].

C'est ce programme que j'ai essayé de réaliser, tout au moins partiellement, en 1975, grâce à deux « Crédits aux Chercheurs » qui m'ont été accordés par le F.N.R.S. en 1968 et 1971.

Ce programme prévoyait notamment:

1. Observations géologiques et géomagnétiques dans la Great Rift Valley du Kenya;
2. Prélèvement d'échantillons orientés de laves, recueillis dans des coulées récentes, en vue de recherches paléomagnétiques;
3. Recherche d'un emplacement favorable pour l'étude des marées terrestres.

---

\* Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie qui se trouve à la fin de cet article.

L'annonce de cette nouvelle mission dans l'Est Africain a fait l'objet d'une communication présentée le 4 novembre 1975 à la Société géologique de Belgique, peu avant mon départ pour le Kenya [8].

Ayant quitté Bruxelles le 7 novembre 1975, je suis arrivé à Nairobi le 8 novembre et ai été pris en charge par le Département de Géologie de l'Université de Nairobi (Professeur I.S. LOUPEKINE).

Lors de notre séjour en 1959, le Dr K. WHITHAM et moi avons collaboré activement avec les Départements météorologiques (Services géophysiques), géologiques et topographiques du Kenya, de l'Uganda et de la Tanzanie.

Cette collaboration s'était révélée indispensable pour la réalisation des tâches qui nous avaient été demandées par l'ONU, à savoir:

a) Exécution d'un levé magnétique général de l'Est Africain (British East Africa en 1959) [17];

b) Recherche d'un emplacement favorable pour l'édification d'un observatoire magnétique permanent dans la région de Nairobi [18];

c) Recherches géomagnétiques en liaison avec la géologie [9 et 17];

d) Etude de la variation diurne du champ magnétique terrestre en divers points de l'Est Africain [17];

e) Etude de la variation séculaire du champ magnétique (en réoccupant certaines stations occupées antérieurement) [17].

Ces différentes missions ont été accomplies au départ de l'East African Meteorological Department (Nairobi) au cours de plusieurs grands safaris d'une durée allant de quelques jours à 4 semaines. Les calculs de réduction étaient effectués au cours des retours à Nairobi où nous préparions, en même temps, le voyage suivant. Les calculs définitifs et l'établissement des cartes magnétiques de l'Est Africain furent commencés à Nairobi. Notre mission expirant le 15 décembre 1959, la rédaction et la mise au point de notre mémoire paru à Ottawa en 1961 [17] furent exécutées respectivement au Canada (K. WHITHAM) et en Belgique (E. HOGE).

C'est le professeur I.S. LOUPEKINE, directeur du Département de Géologie de l'Université de Nairobi, qui, en avril 1965, eut

l'amabilité de présenter ma communication au Comité de l'Upper Mantle Project, présidé par le professeur V.V. BELOUSSOV, de l'Université de Moscou [7]. Ce fut lui, à nouveau, qui m'accueillit à son Département en 1975. Grâce à sa précieuse et efficace intervention, je pus obtenir les autorisations nécessaires du Gouvernement kenyan et de la Direction des Parcs Nationaux, pour effectuer ma mission. Je tiens à lui exprimer à nouveau ma vive et très cordiale gratitude.

Peu après mon arrivée à Nairobi en novembre 1975, j'eus le plaisir de rencontrer les professeurs SKINNER (Géomagnéticien) et RAJA (Paléomagnéticien) du Département de Physique de l'Université de Nairobi. Grâce à eux, j'eus connaissance des travaux accomplis au Kenya, depuis 1959, dans les domaines du géomagnétisme et du paléomagnétisme.

Rappelons sommairement l'historique des observations magnétiques effectuées au Kenya.

Les premières mesures magnétiques effectuées au Kenya furent l'œuvre de L. PALAZZO à Mombasa (1908) et du professeur Marcel DEHALU à Kisumu, Nakuru, Nairobi et Mombasa (1909) le long de l'Uganda-Railway [3 et 4].

D'autres observations furent entreprises fin 1909 par J.C. BEATTIE et J.T. MORRISON sous l'égide de la Carnegie Institution of Washington et de la Royal Society of London [1].

Les quatre stations de M. DEHALU furent ainsi réoccupées à moins d'une année d'intervalle. Par après, d'autres observations furent effectuées en 1921 (BROWN) [5] et en 1933-34 (BULLARD, MANSFIELD et WALTER) par des campagnes de la Carnegie Institution of Washington [15]. D'autres déterminations furent également exécutées par BULLARD en 1936 [2] et par A. WALTER, directeur du Département météorologique de Nairobi, en 1939 et 1940 [6, 10 et 16].

Le premier levé général de l'Est Africain (Kenya, Tanzanie et Uganda) fut réalisé par K. WHITHAM et E. HOGE qui, en 1959, effectuèrent des déterminations absolues de la déclinaison, de l'inclinaison et de la force totale du champ géomagnétique en 58 points. Les corrections de variation diurne furent obtenues grâce à une station mobile d'enregistreurs pour D (déclinaison), H (composante horizontale) et Z (composante verticale), station successivement installée à Nairobi, Mombasa (Kenya), Dar-

es-Salaam (Tanzanie) et Entebbe (Uganda), c'est-à-dire au centre des régions étudiées. Tous les résultats furent réduits à l'époque du 1<sup>er</sup> janvier 1960 (1960, 0). En outre, d'autres tâches, rappelées ci-avant, furent également accomplies. Il convient d'y ajouter l'étude des anomalies dues au Kilimanjaro [17] et le prélèvement d'échantillons de roches volcaniques et métamorphiques dont la susceptibilité magnétique (généralement très élevée) fut déterminée à l'Observatoire magnétique de l'Université de Liège (à Manhay) par le Dr J.L. KOENIGSFELD.

Dans la suite, des profils magnétiques furent exécutés au sol ou par avion par différents chercheurs, soit dans un but purement scientifique, soit dans un but pratique (prospection) [Voir par exemple: Magnetometric Surveys (C.H. BRISTOW) dans Report No. 78 — Geology of the Nakuru - Thomson's Falls — Lake Hannington Area, by G.J.H. McCALL, 1967, p. 88-90] — De même, des prélèvements d'échantillons orientés de différentes roches furent effectués et étudiés au point de vue paléomagnétique [12 et 13].

Enfin, un nouveau levé magnétique du Kenya fut effectué par le professeur N.J. SKINNER en 1971-1973 [14]. Alors que notre levé général de l'Est Africain [17] comportait 21 stations pour le Kenya, des observations en 41 points furent effectuées lors de ce nouveau levé. Les éléments suivants furent mesurés: force totale (F), déclinaison (D) et inclinaison (I). Les corrections de variation diurne et les cartes magnétiques réduites à l'époque 1970.0 (1<sup>er</sup> janvier 1970) ont été obtenues grâce à l'existence d'un petit observatoire magnétique permanent installé par le Département de Physique de l'Université de Nairobi en 1964 près du Wilson Airport. En outre, le professeur SKINNER put déterminer la variation séculaire pour la période s'étendant de 1909 à 1973 [14].

Ma mission 1975 au Kenya comporte deux parties:

#### I. DU 21 NOVEMBRE AU 3 DÉCEMBRE

Séjour dans la région du lac Naivasha, à quelque 1 890 mètres d'altitude, au cœur de la Gregory Rift Valley, entre les flancs Est (Kinangop Plateau) et Ouest (Mau Escarpment) du grand

fossé tectonique de l'Afrique Centrale (Branche orientale de l'East African Rift System).

— Observations géologiques et volcanologiques avec prélèvements d'échantillons pour études paléomagnétiques.

— Ascension du volcan Lougonot (2 775 m).

— Visite de la mine de diatomite de Gilgil (à quelque 0° 38' de latitude Sud) où pourrait être éventuellement installée une station équipée pour l'étude des marées terrestres. Le professeur P. MELCHIOR, secrétaire général de l'Union géodésique et géophysique internationale, a attiré l'attention sur l'intérêt que présentent des stations de marées terrestres situées à proximité de l'équateur, en vue de la détermination de certaines constantes astronomiques (phénomène de précession-mutation) [11].

## II. DU 6 AU 17 DÉCEMBRE

Séjour dans le Tsavo West National Park, à l'ENE du Kilimanjaro.

Grâce à l'aide efficace d'un jeune missionnaire belge, ingénieur-agronome: le Père Paul BOSERET, qui voulut bien mettre sa voiture à ma disposition, nous avons prélevé des échantillons orientés dans des coulées de laves très récentes, provenant des volcans Shaitani et Chaimu (Chyulu Range). Je me propose d'étudier ces échantillons au point de vue paléomagnétique au Centre de Physique du Globe à Dourbes. La région des volcans Shaitani et Chaimu se trouve à l'Est de Laitokitok (Station magnétique du levé 1959 de WHITHAM-HOGE). C'est en cet endroit que le professeur I.S. LOUPEKINE a installé une station sismique qui enregistra en juillet 1975 une série de séismes d'intensité 5 à 7 (échelle de Mercalli) qui furent ressentis par la population.

J'espère retirer de mes observations géologiques et géophysiques quelques renseignements intéressants sur les régions que j'ai parcourues.

J'exprime ma vive gratitude au F.N.R.S. qui a bien voulu m'accorder les crédits nécessaires pour entreprendre cette mission.

Je tiens également à réitérer ma reconnaissance à mes collègues et amis anglais, hindous et kenyans et notamment à Mon-

sieur OMIDO, directeur des Parcs Nationaux du Kenya, à Monsieur GOSS, directeur du Tsavo West National Park, au professeur I.S. LOUPEKINE et au Père P. BOSERET. Tous ont contribué d'une manière efficace à la réalisation de ma mission.

Institut Royal Météorologique de Belgique  
Département: Géophysique interne.  
Mars 1976.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [ 1 ] BAUER, L.-A.: Land Magnetic Observations (1905-1910) (Publ. Carnegie Institution of Washington, Dept. Terr. Magn., Washington, U.S.A., 1912).
- [ 2 ] BULLARD, E.C.: Gravity measurements in East Africa (Phil. Trans. Roy. Soc., A 235, 445, 1936).
- [ 3 ] DEHALU, M. et WANGERMÉE, G.: Résultats préliminaires des observations magnétiques effectuées en Afrique à l'occasion de la mesure d'un arc du 30<sup>e</sup> méridien dans le voisinage de l'Equateur (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, Classe des Sciences*, n° 7, pp. 773-809, 1909).
- [ 4 ] —: Observations magnétiques à la frontière du Congo belge et de l'Ouganda entre les latitudes 1°10' Nord et Sud et en plusieurs points de l'Ouganda et du Kenya (Institut royal colonial belge, Section des Sciences techniques, Mémoires Coll. in-4°, Tome V, Fasc. 4, 76 p., 1953).
- [ 5 ] FISK, H.-W.: Land Magnetic and Electric Observations (1918-1926) (Carnegie Institution of Washington, Publ. No. VI, Dept. Terr. Magn., Washington, U.S.A., 1927).
- [ 6 ] GRINSTEAD, W.-A.: Magnetic Observations in British East Africa during the period 1939-1942 (International Association of Terrestrial Magnetism and Electricity, Bull. n° 13, Editor J.W. Joyce, Washington, 1950, p. 74-85).
- [ 7 ] HOGE, E.: Proposed geophysical and geological research in the Gregory Rift Valley (East African Rift System, Upper Mantle Committee, UNESCO Seminar, Nairobi, April 1965, University College, Nairobi, 1965, p. 125-126).
- [ 8 ] —: Prochaine mission géophysique dans la Great Rift Valley du Kenya, dans le cadre du Projet Géodynamique International (novembre-décembre 1975) (*Annales de la Société géologique de Belgique*, T. 99, 1976, p.143-146).
- [ 9 ] — et WHITHAM, K.: Profil magnétique de Mombasa (Kenya, Océan Indien) à Tororo (Uganda) au travers de la Great Rift Valley (Kenya) (*Bull. de la Société belge de Géologie, de Pa-*

- léontologie et d'Hydrologie*, Tome LXX, fasc. 3, séance du 21 novembre 1961, p. 329-334, Bruxelles, 1962; et Institut Royal Météorologique de Belgique, Contributions, n° 70, Uccle-Bruxelles, 1962).
- [10] HUNTER, A.-N.: Geomagnetic studies in East Africa (East African Rift System, Upper Mantle Committee, UNESCO Seminar, Nairobi, April 1965, University College, Nairobi, 1965, Part II, p. 50-52).
- [11] MELCHIOR, P.: Déduction du phénomène de Précession-Nutation de la Marée terrestre (*Bull. de la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique*, Séance du 9 janvier 1965, p. 24-38, Bruxelles, 1965).
- [12] MUSSETT, A.-E., REILLY, T.A., RAJA, P.-K.-S.: Palacomagnetism in East Africa (East African Rift System, Upper Mantle Committee, UNESCO Seminar, Nairobi, April 1965, University College, Nairobi, 1965, Part II, p. 83-86).
- [13] SKINNER, N.-J., ILES, W. and BROCK, A.: The recent secular variation of declination and inclination in Kenya (*Earth and Planetary Science Letters*, 25, 1975, p. 338-346).
- [14] SKINNER, N.-J.: The geomagnetic field in Kenya and secular variation at epoch 1970.0 (*The Kenyan Geographer*, Vol. 1, No. 2, 1975, p. 81-98).
- [15] WALLIS, W.-F. and GREEN, J.-W.: Land and Ocean Magnetic Observations (1927-1944) (Carnegie Institution of Washington, Publ. No. 175, 1947).
- [16] WALTER, A.: Preliminary Results of a Magnetic Survey in Uganda Protectorate (British East African Meteorological Service, Series A, No. 1, 1941).
- [17] WHITHAM, K. and HOGE, E.: Geomagnetic investigations in British East Africa during 1959 (Dominion Observatory, Ottawa, 1961, 98 p., 12 fig. dont 5 cartes).
- [18] — and —: Magnetic Surveys for a suitable site for a possible Magnetic Observatory at Muguga, Kenya (East African Meteorological Department, Nairobi, Kenya, 1959).

**J.-M. Henry. — Présentation de son ouvrage:  
Cahiers de la recherche en analogie agrobioclimatique.  
Fasc. I: Analyse d'acclimatation de végétaux  
en zone équatoriale zaïroise de basse altitude \***

RÉSUMÉ

Cette publication inaugure la Série des publications du CIDAT (Centre d'Information appliquée au Développement et à l'Agriculture tropicale), présentée sous la dénomination générale: « Les Cahiers de la Recherche en Analogie Agrobioclimatique » et qui constitue un complément aux autres Séries de publications du Centre (\*\*).

Après avoir développé les caractéristiques générales du système d'analogie proposé, la présente livraison s'attache à des études de cas; il en découle un exposé synthétique de la méthode sous forme d'un ensemble ordonné de propositions normatives.

\* \* \*

SAMENVATTING

Deze publikatie leidt de reeks publikaties in van de CIDAT (Centre d'information appliquée au Développement et à l'Agriculture Tropicale) die onder de algemene benaming verschijnt: „Les Cahiers de la Recherche en Analogie Agrobioclimatique” en die aansluit bij de andere reeksen publikaties van het „Centre” (\*).

Na de algemene karakteristieken uiteengezet te hebben van het voorgestelde systeem van analogie, in onderhavige aflevering

---

\* Cidat (Tervuren M.R.A.C.), 1976, 550 p.

\*\* Cf. F. JURION: Présentation d'ouvrages, Académie, *Bulletin des séances*, 1973-2, p. 358-374.

gewijd aan de studie van gevallen; er vloeit een synthetische uiteenzetting uit voort van de methode, in de vorm van een geordend geheel van normatieve voorstellen.

\* \* \*

Jusqu'en 1975, le CIDAT avait publié quelque dix articles et ouvrages sur des matières liées à la recherche en analogie agrobioclimatique. Malheureusement, pour diverses raisons, il n'avait pas été possible de condenser en un seul ouvrage les caractéristiques du système d'analogie proposé par le Centre.

Ce premier fascicule pallie cette lacune avant d'entamer des études de cas.

Essentiellement, il s'agit d'analyses de travaux réalisés par l'INEAC avant 1960, soit que l'Institut ait tenté des introductions de matériel végétal dans ses Centres de recherches, Stations expérimentales et Jardins d'essais, soit que le matériel créé dans ses établissements ait été testé dans les stations étrangères ou dans les régions agricoles réparties sur toute l'étendue de la Ceinture pantropicale.

La partie du Zaïre concernée par ces analyses s'étend entre les parallèles de latitude 2° 30 N et 2° 30 S, et, d'ouest en est, du fleuve et de la rivière Ubanghi, jusqu'aux contreforts de la région montagneuse centrale.

Les enseignements recueillis au cours de ces examens sont repris en fin d'ouvrage sous forme de propositions normatives ordonnées en sept catégories. Nous nous limiterons à n'en commenter ici que quelques-uns qui découlent des analogies les plus remarquables rencontrées.

Toutefois, pour la compréhension de ces commentaires, il est indispensable de faire un exposé général du fascicule qui est divisé en trois grandes parties de natures bien distinctes.

La première partie complète les publications précédentes en ce sens que les caractéristiques générales du système préconisé sont explicitées et commentées de façon plus détaillée.

Après avoir rappelé l'intérêt général de la recherche d'analogies agrobioclimatiques et tenté une explication de l'utilisation trop réduite de cette technique dans la pratique courante des

essais d'acclimatation, il est insisté sur les possibilités offertes par le système et la signification de certains critères est précisée.

Ayant défini l'ordre de grandeur optimale de l'unité géographique prise en considération pour nos comparaisons analogiques, les plus logiques ou les plus pratiquées des quelque cent principales méthodes d'inférence en la matière, relevées dans la littérature, sont brièvement critiquées.

Aucune ne s'est montrée vraiment utile pour réaliser la construction de la technique souhaitée. En effet, on peut adresser à ces méthodes les principaux reproches suivants:

— Portée locale et très limitée des critères utilisés pour la délimitation des régions naturelles;

— Classifications presque uniquement basées sur quelques critères climatiques, d'ailleurs souvent trop synthétiques pour être utilisables dans des comparaisons fines entre écosystèmes de taille moyenne ou réduite. C'est ainsi, par exemple, qu'aucune des autres méthodes ne tient compte de la durée du jour, de l'insolation, de la radiation globale, de la position respective des mois humides et secs dans l'année:

— Etendue trop vaste des unités géographiques concernées et qui pourraient être prises comme cadre physique d'un écosystème;

— Classifications figées, d'où impossibilité:

De pouvoir subdiviser logiquement les classes des premiers degrés des rangements proposés, du fait du type des critères choisis;

D'intégrer à un système plus général des classifications régionales partielles;

— Bases très discutables de la plupart des classifications proposées:

Certaines prennent comme critères les exigences écologiques d'un nombre restreint d'espèces végétales, posant ainsi *a priori* que toutes les autres espèces végétales ont des exigences climatiques exactement semblables à celles de l'une ou l'autre catégorie; notons d'ailleurs que très souvent ces exigences spécifiques ont été appréciées sur la base du comportement de quelques formes ou de quelques cultivars, faisant fi de tous les autres biotypes

actuellement connus et de ceux qui pourraient être créés ultérieurement par hybridation ou par mutation artificielle;

— D'autres méthodes associent d'emblée des critères climatiques et des critères biologiques, rendant caduques, par le fait même, toutes les recherches de corrélations entre facteurs climatiques et facteurs biologiques;

— Impossibilité d'établir des analogies saisonnières sur la base des critères de la plupart des classifications.

Ces raisons principales et d'autres secondaires nous ont convaincus de mettre sur pied un nouveau système plus détaillé, plus complet et de portée universelle.

Disons de suite que la possibilité de réussir totalement un tel système dépend avant tout de l'existence de critères de valeur universelle pour définir les valeurs de chaque paramètre écologique. Hélas, on est très loin de compte. Malgré les efforts continus des spécialistes de chacune des disciplines qui s'attachent à la classification des différents composantes du milieu écologique, l'agronome qui n'en est en fait qu'un utilisateur, est confronté avec de nombreux systèmes qu'il est impossible de raccorder entre eux. C'est pourquoi, il faudra attendre encore quelques années avant de pouvoir établir un système parfait de recherches d'analogies agrobioclimatiques.

Ceci dit, je résumerai brièvement les principales caractéristiques du système du CIDAT.

Le but poursuivi est d'arriver à une véritable systématique des écosystèmes terrestres par des descriptions complètes et détaillées du climat, du paysage, des formations pédologiques, des couverts végétaux, d'autres éléments biologiques et des types d'agriculture et d'élevage, d'unités géographiques d'étendue assez restreinte pour constituer des unités homogènes de développement.

Pour réaliser cet idéal, les valeurs des paramètres des différents facteurs du milieu: climat, paysage, sol, couvert végétal, sont traduites par des jeux indépendants de descripteurs parissyllabiques qui doivent permettre de décrire en détail un écosystème et d'en déduire logiquement toutes les conséquences agronomiques. De plus, les expressions sont constituées de telle sorte que:

Chaque signe littéral occupant une place déterminée dans l'expression se réfère toujours à un même paramètre; les différentes valeurs des divers paramètres étant exprimées par des signes différents;

L'introduction de nouveaux descripteurs ou de valeurs supplémentaires ne pose pas de problèmes: toutes les expressions sont extensibles et le remaniement d'une partie ou de la totalité d'une expression n'entraîne pas la modification des autres.

La seconde partie du fascicule couvre huit chapitres et est consacrée à des analyses de cas. Sont passées en revue:

— Les collections vivantes du Jardin d'essais d'Eala et du Jardin botanique du Centre de recherches de Yangambi;

— Diverses espèces économiques: le palmier à l'huile, le caféier *robusta*, l'*Hevea brasiliensis*, le cacaoyer, les productions ligneuses, les espèces fourragères et prairiales, le manioc et surtout le riz auquel sont consacrés deux chapitres très fouillés.

Toutes ces analyses sont d'importance très variable et cela pour diverses raisons:

La première et la principale provient d'un fait bien connu de tous les expérimentateurs, à savoir qu'il est toujours très malaisé d'interpréter *a posteriori* des données recueillies lors d'essais qui n'ont pas été planifiés pour le but poursuivi;

La seconde réside dans le fait que dans ce genre d'analyse, on devrait toujours disposer des observations écologiques très détaillées, des appréciations phénologiques et des données exactes de rendement aussi bien dans le milieu « donneur » que dans le milieu « récepteur » et cela pour les périodes culturales ou les périodes de croissance considérées.

Or, des dossiers aussi complets n'existent que rarement. Trop souvent, l'on dispose du nom de la région ou du milieu d'origine, mais il faut faire des recherches soutenues pour obtenir ou rassembler, d'une part, les données climatiques et pédologiques détaillées ou moyennes, et, d'autre part, les données relatives au comportement des cultures: phénologie, accidents, croissance, rendement, etc.

De ce fait, beaucoup d'observations trop fragmentaires ont dû être éliminées et seules les comparaisons qui répondaient à un nombre décent d'exigences ont été prises en considération.

Dans la troisième partie, en guise de conclusions générales, un exposé synthétique de la technique d'analogie appliquée au cas des écosystèmes terrestres est esquissé.

Dans ce but, les propositions de base du système préconisé et celles qui découlent logiquement, soit de l'hypothèse de base, soit des analyses développées dans les chapitres précédents ont été réunies en un ensemble ordonné.

C'est un premier essai, certainement encore imparfait. Mais grâce aux recherches ultérieures, à l'expérience qui en découlera touchant l'utilisation de la technique dans ses différents domaines d'application et grâce aux progrès ultérieurs en écologie agricole, il est à espérer qu'il sera permis d'établir progressivement une théorie plus cohérente appuyée sur des résultats expérimentaux de validité indiscutable.

Ce catalogue de propositions est organisé sous forme d'index en ce sens que chaque proposition normative est suivie d'un indice qui signale l'ouvrage du CIDAT, le fascicule et le chapitre dans lesquels est développée la justification de la proposition.

La consultation de l'ouvrage est en outre facilitée par un index qui comporte plus de 1 500 mots-clé.

De ce qui précède et de ce qui a été exposé dans les présentations précédentes des ouvrages du CIDAT, on peut dire que dans la méthode du Centre, un écosystème est défini par les expressions parissyllabiques qui décrivent son climat, son paysage, son sol, et son couvert végétal.

Dans le présent travail, une nouvelle expression a été introduite pour préciser la position des saisons culturelles dans l'année. Elle permet de pousser très loin l'étude des cas des plantes saisonnières et la recherche des saisons agrobioclimatiques analogues. L'utilité de cette notation a été illustrée dans les chapitres 10 et 11 qui représentent un cas exemplaire d'application de la méthode à l'analyse de nombreux cas précis, supportée par d'abondantes données.

Dans le chapitre 10, cet examen critique porte sur l'étude de l'adaptation à Yangambi de variétés brésiliennes ou américaines et sur l'examen du comportement au lac Alaotra (Madagascar), à Bouake (Côte-d'Ivoire), à Nzerekore (Guinée), dans le sud du Sénégal, aux Comores et à Gandagika de variétés sélectionnées à Yangambi.

Pour tenter d'expliquer les causes d'échecs ou de succès d'acclimatation dans l'un et l'autre sens, après une revue assez fouillée de la littérature moderne, certaines normes ont été définies afin de déterminer les époques de semis ou de récolte les plus favorables à une productivité maximale dans un lieu donné.

Les facteurs climatiques qui déterminent la haute productivité du riz se sont surtout dégagés des essais réalisés par l'IRRI de Los Banos, aux Philippines.

Ces enseignements pourraient être condensés comme suit:

L'eau étant assurée en quantité suffisante, dans des amplitudes données de températures minimales et maximales, la productivité d'une culture de riz dépend essentiellement de l'importance du rayonnement global, de l'insolation et de la thermopériodicité journalière. Les rendements sont d'autant plus importants que les valeurs des paramètres sont élevées pendant la période au cours de laquelle la culture déploie sa surface foliaire maximale, soit pendant la période qui court du tallage et de la fermeture du champ jusqu'à la récolte.

Les valeurs maximales de la radiation globale et de la thermopériodicité devraient se situer au cours de la période allant de la fin de la fermeture du champ jusqu'au début de la formation du grain; l'époque de la montée des épis coïncidant avec l'optimum.

Sur la base de ces critères et à l'aide de graphiques et de signes appropriés, des analogies ont été mises en évidence en partant des performances de nombreuses variétés dans plusieurs localités.

Grâce à la symbolique mise au point, des égalités possibles ont été déduites; elles ont d'ailleurs été confirmées par un examen des graphiques. De la sorte, il a été montré qu'on pouvait dégager des normes d'application du système d'analogie climatique en vue d'une désignation assez précise des régions où l'on peut introduire une variété de riz à des époques de semis et de récolte qui sont les plus favorables à une haute productivité; cela vaut en culture pluviale aussi bien qu'en culture sous plan d'eau réglable.

Sur ces bases, ont été établies, une première liste de stations qui ont des saisons culturales analogues ou quasi analogues à celles de Yangambi et une seconde liste beaucoup plus longue de localités susceptibles de présenter au moins une saison rizicole convenant à une variété adaptée à Yangambi.

La fin du chapitre 10 présente quelques applications de la séquence de recherche de saisons quasi analogues.

Cette expression « saisons quasi analogues » concerne des expressions climatiques parisyllabiques dont les symboles ne sont pas tous identiques mais occupent des classes voisines. Si, par définition, les expressions de saisons strictement analogues doivent être d'égale valeur pour une variété donnée, on peut par contre trouver dans les saisons quasi analogues, des milieux récepteurs qui ont un potentiel de productivité, soit inférieur, soit supérieur, soit égal à celui de la saison culturale du milieu donneur. Dans ce dernier cas, il y a un effet compensateur entre certains facteurs.

On comprendra aisément que les écosystèmes saisonniers récepteurs qui sont supérieurs au milieu donneur sont encore plus intéressants à détecter que les milieux égaux.

Des symboles appropriés ont été proposés pour traduire les saisons quasi analogues et pour marquer entre elles une différence de productivité potentielle.

D'autres modes de déduction en cascade ont été présentés.

Les études de cas développées au chapitre 11 visent à tester la valeur d'inférence de la température saisonnière moyenne et de la latitude sur les critères de détermination des saisons culturales analogues pour des variétés de riz cultivées sous plan d'eau réglable. Il s'agit en fait d'une étude critique de la méthode proposée par NUTTONSON de l'American Institute of Crop Ecology de Washington. Les données utiles à cette analyse ont été tirées de son important ouvrage paru en 1965, traitant de l'influence des conditions climatiques sur le riz.

NUTTONSON utilise la méthode des degès-jours égaux dans des latitudes très voisines.

De notre étude, il résulte que cette méthode ne permet pas de désigner les saisons d'égal potentiel productif. Elle convient uniquement à la recherche de saisons culturales au cours desquelles une variété de riz donnée aurait des chances de s'adapter, c'est-à-dire, de boucler un cycle cultural complet. Toutefois, on conçoit fort bien qu'il puisse exister des terroirs qui jouiraient d'une même température saisonnière moyenne mais de thermopériodicité et quantité de radiation globale très différentes.

Avant l'examen des autres études de cas, quelques remarques s'imposent pour la bonne compréhension de la suite de l'exposé.

Il convient de rappeler que l'idéal à atteindre en étude d'écologie agrobioclimatique consisterait à décrire le plus intégralement possible les écosystèmes comparés. Non seulement, il conviendrait de caractériser chaque écosystème par les symboles parasyllabiques appropriés mais il serait aussi très utile de connaître très rapidement ses éléments biologiques constitutifs ainsi que les cultures et élevages pratiqués. Cette connaissance rapide et complète des différents éléments de chaque écosystème est inconcevable sans une organisation adéquate de la bibliographie qui, grâce à des descripteurs standardisés et évidemment par traitement électronique, pourrait fournir rapidement toutes les références des études réalisées dans chaque écosystème.

De la sorte, non seulement on connaîtrait rapidement et de façon exhaustive tout ce qu'il est utile de savoir sur un écosystème donné, mais en outre on aurait automatiquement un aperçu rapide de ce qu'il est potentiellement possible de réaliser dans les écosystèmes analogues.

Les transpositions des acquis pourraient se faire dans le plus bref délai. C'est pour cette raison qu'à l'occasion des études de cas ont été cités les principaux enseignements phytotechniques tels qu'ils résultent des travaux de l'INEAC, ayant la conviction que ces indications pourraient encore être utiles, même à ce jour, à d'autres régions du tiers monde, qui seraient des agrobioclimatiques analogues des points d'essais de l'INEAC établis dans la zone sous revue et, notamment, des analogues de Yangambi et d'Eala.

Dans le même ordre d'idées, il faut signaler en passant l'excellente initiative de M. P. BAMPs qui a établi un Index des lieux de récolte cités dans les volumes I à X de la flore du Congo, du Rwanda et du Burundi. En effet, les listes d'expressions climatiques suivant quatre modes et détaillées dans les fascicules 3 et 4 de notre Thésaurus permettent de valoriser à l'extérieur les observations et les récoltes des botanistes et des chercheurs de l'INEAC.

Grâce aux coordonnées géographiques de BAMPs, il est permis de caractériser avec grande précision des caractéristiques écologiques de l'écosystème dans lequel l'échantillon a été observé ou

recueilli, de les traduire en notre notation et, partant, de désigner les régions analogues d'autres pays dans lesquelles l'espèce pourrait être introduite avec succès.

Le chapitre 4 dresse la liste des collections vivantes du Jardin d'essais d'Eala et du Jardin botanique de Yangambi en citant leur pays d'origine. Malheureusement, peu est connu au sujet du comportement exact de chacune de ces espèces, que ce soit dans leur milieu d'origine ou dans leur milieu de réception. De ce fait peu d'enseignements peuvent être tirés du point de vue de la méthodique analogique.

Cet examen et d'autres exemples ont été mis à profit pour attirer l'attention sur le fait qu'on ne peut se prévaloir du principe de l'analogie écologique pour s'interdire tout essai d'introduction de biotypes dans des conditions de milieu naturel qui ne sont pas analogues à celles du milieu d'origine.

Ce serait mésuser du principe de l'analogie entre 2 écosystèmes. Pour éviter toute équivoque, il est bon d'en rappeler la portée exacte et les limites:

Si deux ou plusieurs écosystèmes jouissent de conditions écologiques très voisines, il est légitime d'affirmer que les biotypes autochtones ou acclimatés dans l'un auront le même comportement physiologique et phénologique dans les autres, pour autant, évidemment, que les mêmes techniques culturales soient appliquées.

Ce principe de base ne nie pas le fait que tous les biotypes sont doués d'un certain degré de tolérance et de plasticité qui leur permet de croître dans des milieux assez différents, écologiquement parlant, de leur milieu d'origine. Mais cette faculté d'adaptation des biotypes des milieux ne justifie pas que l'on procède à des essais d'acclimatement sans stratégie. Pour nous, tous les écosystèmes sont rangeables en groupes homogènes d'écosystèmes analogues. Il suffit dès lors d'expérimenter dans un écosystème représentatif de chaque groupe homogène: les observations qui y sont recueillies étant valables pour tous les écosystèmes du groupe.

Dans cet ordre d'idées, on relèvera deux cas extrêmes: les cultures de *Coffea arabica* et de cacaoyer dans des oasis sahariennes ou dans des îles du Nil situées à la latitude d'Assouan. Ce comportement est assez surprenant quand on connaît les milieux d'origine ou de culture habituelle de ces deux espèces.

En ce qui concerne l'étude du cas du palmier à huile, le seul enseignement digne d'intérêt se résume à signaler qu'aucune introduction d'autres régions élaéicoles du monde ne s'est montrée supérieure en Cuvette centrale aux sélections du Centre de Recherches de Yangambi.

Les raisons de la supériorité des sélections locales sont à rechercher dans le fait que la sélection de l'*Elaeis guineensis* est poursuivie en Cuvette centrale dans l'aire d'origine de cette espèce et que les conditions écologiques des autres régions élaéicoles sont sensiblement différentes de celles de Yangambi.

Lors de l'étude du cas du caféier *robusta*, un enseignement intéressant a été tiré du comportement, à Yangambi et à Kaniama de deux clones de cette espèce.

Le *Coffea robusta*, spontané en Cuvette centrale zaïroise avait déjà fait l'objet d'une amélioration génétique très poussée en Indonésie lorsque les travaux de sélection furent entrepris à Lula et à Yangambi.

Parmi les introductions qui montraient d'emblée une parfaite adaptation aux conditions écoclimatiques de la région zaïroise forestière équatoriale de basse altitude, il faut mentionner S.A. (Soember Asin) 34 et 158. Or, la sélection poursuivie dans les stations de la zone forestière équatoriale a permis de détecter plusieurs clones de sélection locale, tel le L.147, qui à Yangambi étaient nettement supérieurs aux deux clones indonésiens précités.

Mais lors d'essais d'adaptation du caféier *robusta* avec irrigation par aspersion exécutés à Kaniama (Haut Lomami), S.A. 34 et S.A. 158 se montrèrent nettement supérieurs aux clones d'élite de Yangambi.

On peut expliquer comme suit ce comportement: les conditions climatiques de Kaniama corrigées par un complément de 300 mm d'eau sont presque identiques à celles de Soember Asin, station d'origine des clones indonésiens.

La station indonésienne et Kaniama corrigé disposent de plus d'heures d'insolation, de plus d'eau que Yangambi. En outre, Soember Asin et Kaniama se situent à la même latitude ( $\pm 7^\circ$  Su) tandis que Yangambi est situé presque sous l'Equateur.

Dès que le déficit en eau de  $\pm 300$  mm est comblé à bon escient, le climat de Kaniama se rapproche plus de celui de Soember Asin que de celui de Yangambi.

Cette étude de cas enseigne donc que sur le plan de la méthodique de l'introduction, il serait plus avantageux d'introduire directement à Kaniama des clones de Soember Asin plutôt que de Yangambi.

Sur le plan de la mise au point de la méthodique des recherches analogiques, on peut avancer que certains climats analogues des points de vue thermique, énergétique et photopériodique, mais plus secs que d'autres, peuvent être rendus complètement analogues par une irrigation d'appoint adéquate.

D'autres cas d'analogies artificielles sont cités dans l'ouvrage.

L'étude du cas de l'*Hevea brasiliensis* a surtout porté sur le comportement dans nos stations d'une vingtaine de clones vedettes à l'époque et originaires de Malaisie et d'Indonésie.

Plusieurs indications utiles ont été tirées de cette analyse, à savoir: l'acclimatement d'un clone d'*Hevea brasiliensis* a beaucoup de chances de réussir dans les localités dont toutes les valeurs climatiques caractéristiques sont comprises dans des amplitudes étroites autour des valeurs caractéristiques du climat d'origine.

Mais, il n'est pas pour autant absolument nécessaire de rechercher des expressions exactement identiques. Le degré d'analogie est encore très suffisant quand les expressions climatiques se différencient par un ou quelques symboles qui ne s'éloignent du symbole climatique du lieu d'origine que par un intervalle de classe. Cette observation constitue une des justifications de la méthode de la recherche par ordinateur des expressions « quasi analogues ».

Le degré satisfaisant d'analogie entre les conditions du milieu d'origine des clones Tjirandji et des différents milieux cultureux en Cuvette zaïroise explique le succès de ces introductions.

Mais on a aussi essayé de connaître les raisons des succès ou des échecs relatifs d'autres clones.

Les clones étrangers qui, en Cuvette centrale se sont montrés inférieurs aux clones Tjirandji 1 et 16, par exemple, provenaient de sites primaires dont les conditions climatiques et édaphiques

étaient nettement supérieures à la fois aux conditions du site de Tjirandji (Indonésie) et à celles des milieux zaïrois récepteurs.

La sensibilité clonale aux maladies cryptogamiques foliaires semble constituer un élément déterminant de la capacité d'adaptation dans un nouveau milieu. Les degrés de susceptibilité aux diverses maladies étaient connus dans les différents milieux d'origine.

La grande leçon dégagée de l'examen des introductions de clones d'*Hevea brasiliensis* est qu'une estimation plus stricte des conditions climatiques et édaphiques des milieux d'origine et des sites de réception eut permis d'économiser des sommes considérables d'efforts expérimentaux et d'assurer plus rapidement des rendements plus élevés pendant des dizaines d'années sur plusieurs milliers d'hectares.

Ce travail eut été plus précis s'il avait été tenu compte de la susceptibilité de chaque cultivar aux maladies et aux accidents dus à des causes physiques.

Autre leçon: une meilleure analogie climatique existe entre Tjirandji et Ingende ou Boende qu'entre le poste indonésien et Yangambi ou Bongabo. La région de la Cuvette zaïroise, proprement dite, plus pluvieuse et plus chaude que les régions où sont implantées les quatre plantations de l'INEAC et le Centre de Recherches de Yangambi conviendrait mieux pour accueillir directement les clones indonésiens du type Tjirandji.

Peu d'indications utiles touchant la valeur d'inférence de notre système d'analogie agrobioclimatique ont pu être tirées de l'étude de l'histoire de la culture cacaoyère au Zaïre. Aussi, s'est-on surtout attaché à citer les expressions et les caractéristiques des principaux centres mondiaux de production de cacao afin d'arriver à désigner ceux qui seraient les plus analogues aux différentes régions zaïroises où la culture du cacaoyer pourrait se pratiquer.

Mais on a surtout tenté de tirer le maximum d'enseignements d'une étude systématique organisée à Principe et à Sao Tome sur la potentialité de différents terroirs à cacaoyer.

Trente sites distincts de ces îles ont été évalués des points de vue climatique, physiographique, pédologique, sanitaire et de leur potentiel productif.

En utilisant différentes études et, notamment celles de nombreux pédologues de l'INEAC, une méthode de détermination automatique de la vocation agricole des terroirs en traitant les expressions parisyllabiques par ordinateur, a été esquissée.

Le but poursuivi en analysant en détail les différentes composantes climatiques et pédologiques parisyllabiques des sites à cacaoyer était de démontrer l'intérêt de nos expressions climatiques et pédologiques détaillées pour parvenir à une compréhension suffisante des combinaisons de facteurs qui assurent le succès de la culture.

Le problème consistait à désigner parmi les nombreux couples « expression parisyllabique climatique-expression parisyllabique pédologique » les combinaisons des valeurs de paramètres de ces deux éléments du milieu qui ne conviennent pas ou conviennent plus ou moins au cacaoyer. Le résultat d'un semblable triage permettrait le classement des terroirs caractérisés en trois grandes catégories et trente six sous-catégories, à savoir :

- Les terroirs inaptes à la culture du cacaoyer;
- Les terroirs convenant sans appropriation coûteuse :

Cinq sous-catégories sont établies en fonction du niveau de productivité potentielle;

- Les terroirs pouvant atteindre l'un de ces niveaux de fertilité après amélioration foncière et/ou après application d'une fumure adéquate; il y a ici trente sous-catégories.

Le développement relativement important de l'étude des productions ligneuses se justifie par leur grand intérêt du point de vue de la méthodique des recherches d'analogies agrobioclimatiques. En effet, le produit des peuplements forestiers n'est ni annuel ni saisonnier: il est le résultat de l'accroissement végétatif qui intègre les conditions climatiques enregistrées en un lieu donné au cours de plusieurs dizaines d'années.

Par ailleurs, l'enracinement profond met à la disposition des essences forestières de grandes masses d'eau stockées en profondeur dans le sol et, les frondaisons saisonnières ou permanentes interceptent des quantités appréciables de pluie tandis que, par contre, elles captent de fortes proportions de brouillards.

Ainsi, du fait des corrections possibles de l'équilibre hydrique, plus importantes dans le cas des peuplements ligneux, la distri-

bution des pluies telle qu'elle est décrite par les diagrammes de distribution et le nom parisyllabique correspondant n'ont pas une signification aussi stricte que pour les productions annuelles ou saisonnières et la notion de diagrammes quasi analogues revêt surtout son importance dans le cas des productions forestières.

Dès lors, dans ce cas, les classifications et critères d'analogie seront d'abord liés aux éléments thermiques, énergétiques et photopériodiques. Mais la forte humidité relative de l'atmosphère pendant presque toute l'année en zone équatoriale de basse altitude est responsable de maladies cryptogamiques foliaires qui sont pour certaines espèces les seuls obstacles à une adaptation dans ces climats thermiquement analogues de leur climat d'origine.

Après avoir tenté de décrire en notation CIDAT les principales formations ligneuses de la zone sous revue, les résultats d'essais de plantations artificielles exécutées au Centre de Recherches de Yangambi ont été examinés avant de rechercher les analogies agrobioclimatiques entre terroirs de latitudes différentes.

Cette dernière partie a été particulièrement fouillée pour essayer de comprendre sur la base de résultats d'essais très nombreux, exécutés dans le monde, sur plusieurs espèces d'*Eucalyptus* et de *Pinus* et sur *Tectona grandis* les raisons de leur comportement quand on a tenté de les introduire dans un climat équatorial humide de basse altitude.

Ont été examinés les cas de neuf espèces d'*Eucalyptus* originaires d'Australie et introduites en Afrique du Sud, au Zaïre, au Rwanda, au Burundi et en divers autres pays, et les cas de dix espèces de *Pinus* et celui de *Tectona grandis* en divers essais d'acclimatation.

Chemin faisant, les classifications de régions forestières de POYNTON pour l'Afrique du Sud et de SWAIN pour l'Australie ont été testées.

De nombreux enseignements d'importance variable ont été tirés de ce travail. Seules quelques constatations de caractère plus général seront évoquées ci-dessous :

Première constatation : c'est surtout dans le cas des productions ligneuses que se révèle l'intérêt de compléter la description du milieu par des expressions parisyllabiques qui expriment la struc-

ture et le dynamisme du couvert végétal et cela de deux points de vue différents:

a) A l'état naturel, les essences croissent en association avec de nombreuses autres espèces; il faut tenir compte non seulement de l'analogie macroclimatique mais aussi de l'analogie des ambiances microclimatiques;

b) La connaissance des structures du couvert végétal et des espèces qui composent les associations d'origine est intéressante pour améliorer l'efficacité de la déduction par analogie.

Deuxième constatation: il est impossible de faire du bon travail de comparaison analogique en se basant sur les systèmes de classification classiques ou établis pour un seul pays.

Divers résultats et observations ont montré qu'il était difficile de convertir les critères de classification d'une méthode en ceux d'une autre et qu'il était absolument indispensable de se référer à un système de type de climat détaillé et universel.

Troisième constatation: les aires couvertes par chaque espèce sont trop vastes pour que les conditions écoclimatiques qui y prévalent puissent être saisies par une seule expression climatique.

La plupart des aires de dispersion naturelle des espèces sont composées de nombreux terroirs assez différents les uns des autres du point de vue climatique. Les différences locales ont induit l'apparition de races ou de souches qui se comportent différemment quand on tente de les acclimater dans un terroir étranger.

En conséquence, si l'on veut accroître la précision des comparaisons analogues en matière d'acclimatement des essences ligneuses, il faut:

a) Que les terroirs d'origine ne soient pas trop étendus pour que leurs caractéristiques écoclimatiques et édaphiques soient bien précisées dans des limites assez étroites;

b) Que la même précision prévale lors de la définition des conditions écoclimatiques et édaphiques des milieux de réception.

Quatrième constatation: l'impression des comparaisons provient aussi de l'absence de définition des critères d'adaptation du végétal.

Ceux-ci doivent être précisés quantitativement et comporter les éléments caractéristiques de la productivité: croissance, ren-

dement en cubage, phénologie, propriétés technologiques, caractéristiques anatomiques, etc.

En résumé, des comparaisons analogiques entre milieux ne seront valables que si, d'une part, les terroirs d'origine et de réception ne sont pas trop étendus et que s'ils sont caractérisés écolimatiquement par un système assez détaillé et applicable universellement et si, d'autre part, l'adaptation est jugée sur la base de critères identiques.

Les enseignements touchant la méthodique de recherches analogiques tirés des études des cas des plantes fourragères et du manioc ne sont pas essentiellement différents de ceux qui ont été actés précédemment.

Il faut seulement attirer l'attention sur le fait que le manioc serait un excellent matériau pour réaliser à l'échelle panéquatioriale de basse altitude des essais systématiques ayant pour but de confirmer rapidement l'analogie agrobioclimatique entre terroirs éloignés.

Ces conclusions ne constituent qu'une faible partie de celles, partielles ou générales, qui découlent des études de cas évoqués ci-dessus, et qui ont été ordonnées, en fin d'ouvrage, en un exposé synthétique de la technique d'analogie appliquée au cas des écosystèmes terrestres. Cette synthèse et la symbolique développée doivent permettre de faire progresser dans un canevas logique les recherches analogiques ultérieures.

En terminant, l'accent sera mis sur trois considérations d'ordre plus général.

La première a trait au perfectionnement de la technique et surtout à la réduction de l'empirisme.

Ne fut-ce que du point de vue des observations climatiques, il existe une très grande disparité dans la qualité des observations et une très grande hétérogénéité dans la répartition des postes météorologiques de pays à pays surtout dans les pays en voie de développement.

Les modes d'observation des biotypes et les critères de valeur sont aussi très variables de région à région et d'espèce à espèce.

La meilleure façon de diminuer l'empirisme consistera à déterminer l'influence quantitative exacte de chaque paramètre écolimatique à la lumière d'essais multivariétaux et multilocaux

établis en réseaux planifiés et localisés de telle sorte que l'on puisse en tirer le plus de renseignements possibles.

Au cours de ces essais, il faudrait établir le maximum d'observations écologiques sur le modèle de ce qui avait été réalisé à Yangambi dans l'*Essai de Phytotechnie générale*.

Mais en attendant que les organismes internationaux responsables du développement agricole organisent éventuellement un tel réseau expérimental, il reste à poursuivre l'analyse critique des données expérimentales recueillies depuis des décennies dans les nombreux points d'essais dispersés sur toute la Ceinture pan-tropicale. Sans compter les nombreuses observations et données couvrant tous les domaines de l'agriculture, de la sylviculture et de l'élevage et qui sont conservées dans de nombreuses institutions spécialisées, une documentation abondante publiée ou non des travaux réalisés dans les stations expérimentales du Zaïre, du Rwanda et du Burundi depuis la présence belge mais surtout depuis l'action de l'INEAC et sont à la disposition des chercheurs. Leur examen systématique dans l'optique du perfectionnement de la méthodologie analogique permettrait de réaliser plusieurs dizaines de volumes aussi importants que ce premier fascicule.

Les *Cahiers de la Recherche en Analogie agrobioclimatique* sont ouverts à tous ceux qui désireraient collaborer au perfectionnement de la technique.

Pour pallier les lacunes qui existent encore dans nos connaissances des conditions de milieu, on peut fonder de grands espoirs sur la génération de satellites dont on annonce la mise en service pour les années 1980.

Equipés de radars de haute fréquence, ils pourront scruter la terre à travers l'obscurité, les nuages, le brouillard et le couvert végétal. Si, grâce à un système universel d'analogie agrobioclimatique, on parvient à relier ces observations aux données recueillies au sol, on aura fait un pas décisif dans la transposition des techniques acquises.

Une deuxième conclusion générale portera sur des cas d'utilité immédiate de la technique.

De nombreux pays du tiers monde vont bientôt accuser vingt années de retard dans le domaine de la recherche agronomique. On conçoit dès lors tout l'intérêt qu'il y aurait à posséder une méthode capable de transposer le plus rapidement possible au

profit des agriculteurs autochtones, les résultats qui auraient été acquis ces derniers temps dans des stations expérimentales du monde où la recherche agronomique n'a pas été suspendue et qui travaillent dans des conditions écologiques analogues aux régions confrontées à une relance agricole immédiate et qui ont été privées de stations expérimentales dans ces derniers temps.

Enfin, sur un plan plus général encore, petit pays nous disposons de moyens de recherches en agronomie tropicale assez réduits par rapport à d'autres Etats. Est-il utopique d'espérer que le développement de méthodes qui font appel à l'induction scientifique et qui utiliseraient les outils les plus modernes de la technique nous permettraient de reprendre rapidement une place de premier plan dans le domaine de l'agronomie tropicale?

C'est dans cette optique qu'il est utile d'explorer un champ de recherche aussi prometteur que celui de l'analogie agrobioclimatique qui, en s'appuyant sur les techniques les plus modernes, doit permettre d'économiser du temps et de l'argent en matière de développement agricole et, sans aucun doute, dans d'autres activités humaines qui, à un titre quelconque, relèvent de la biologie.

22 novembre 1977.

**CLASSE DES SCIENCES TECHNIQUES**

---

**KLASSE VOOR  
TECHNISCHE WETENSCHAPPEN**

## Séance du 25 novembre 1977

En l'absence du directeur de la Classe, M. G. de Rosenbaum, M. A. Lederer, vice-directeur pour 1977, préside la séance.

Sont en outre présents: MM. F. Bultot, J. Charlier, I. de Magnée, Mgr L. Gillon, MM. A. Prigogine, A. Rollet, M. Snel, R. Van Ganse, A. Van Haute, membres; MM. L. Brison, J. De Cuyper, J. Hellinckx, G. Heylbroeck, R. Sokal, B. Steenstra, associés; M. M. Simonet, correspondant, ainsi que M. F. Evens, secrétaire perpétuel.

M. M. Van den Abeele, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales, assistait également à la séance.

Absents et excusés: MM. P. Bartholomé, L. Calembert, A. Clerfaÿt, E. Cuypers, P. De Meester, G. de Rosenbaum, P. Fierens, P. Geulette, A. Jaumotte.

### Décès de M. J.-E. Meulenbergh

Devant l'assemblée debout, le *Vice-Directeur* rend hommage à la mémoire de M. J.-E. Meulenbergh, correspondant de la Classe, décédé le 21 août 1977.

La Classe confie à M. B. Steenstra le soin de rédiger la notice biographique, destinée à l'*Annuaire* 1978.

\* \* \*

Le *Vice-Directeur* souhaite la bienvenue à M. M. Van den Abeele, membre de la 2<sup>e</sup> Classe.

Il signale que notre confrère, M. A. Clerfaÿt a été promu au grade de commandeur de l'Ordre de la Couronne.

D'autre part le Prix « Gouverneur Cornez » a été décerné à notre confrère M. G. Froment.

Enfin, M. P. De Meester a été élu président du K.V.I.V. qui tiendra son 7<sup>e</sup> Congrès portuaire International dans le courant de son mandat.

## Zitting van 25 november 1977

In afwezigheid van de directeur van de Klasse, de H. G. de Rosenbaum, zit de H. A. Lederer, vice-directeur voor 1977, de vergadering voor.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. F. Bultot, J. Charlier, I. de Magnée, Mgr L. Gillon, de HH. A. Prigogine, A. Rollet, M. Snel, R. Van Ganse, A. Van Haute, leden; de HH. L. Brison, J. De Cuyper, J. Hellinckx, G. Heylbroeck, R. Sokal, B. Steenstra, geassocieerden; de H. M. Simonet, correspondent, alsook de H. F. Evens, vaste secretaris.

De H. M. Van den Abeele, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, neemt eveneens aan de vergadering deel.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. P. Bartholomé, L. Calembert, A. Clerfaÿt, E. Cuypers, P. De Meester, G. de Rosenbaum, P. Fierens, P. Geulette, A. Jaumotte.

### Overlijden van de H. J.-E. Meulenbergh

Voor de rechtstaande vergadering brengt de *Vice-directeur* hulde aan de nagedachtenis van de H. J.-E. Meulenbergh, correspondent van de Klasse, overleden op 21 augustus 1977.

De Klasse vertrouwt aan de H. B. Steenstra de zorg toe om de necrologische nota op te stellen voor het *Jaarboek* 1978.

\* \* \*

De *Vice-directeur* verwelkomt de H. M. Van den Abeele, lid van de 2de Klasse.

Hij wijst erop dat onze confrater de H. A. Clerfaÿt bevorderd werd tot commandeur in de Kroonorde.

Anderzijds werd de Prijs „Gouverneur Cornez” toegekend aan onze confrater G. Froment.

Ten slotte werd de H. P. De Meester tot voorzitter verkozen van het K.V.I.V., dat zijn 7de Internationaal Havencongres zal houden in de loop van zijn mandaat.

Le *Vice-Directeur* félicite chaleureusement ces trois confrères.

En outre, il rappelle que le Prix Nobel 1977 pour la chimie a été décerné au professeur Ilya PRIGOGINE, frère de notre confrère *A. Prigogine*. Il souligne que cette haute distinction est un honneur exceptionnel, non seulement pour le professeur Ilya PRIGOGINE, mais aussi pour notre confrère, pour l'Académie et pour la Belgique entière.

#### **Nouvelles utilisations du charbon pour la récupération de l'or**

*M. A. Prigogine* présente à la Classe une étude intitulée comme ci-dessus.

Il répond aux questions que lui posent MM. *J. De Cuyper*, *R. Sokal* et *R. Van Ganse*.

La Classe décide l'impression de ce travail dans le *Bulletin des séances* (p. 570).

#### **« Gaan wij over tot een ontwikkeling van luchthavens bestemd voor vrachtvervoer? »**

*M. M. Snel* présente à la Classe son étude intitulée comme ci-dessus.

Il répond aux questions que lui posent MM. *G. Heylbroeck*, *A. Lederer*, *R. Sokal* et *B. Steenstra*.

La Classe décide l'impression de ce travail dans le *Bulletin des séances* (p. 599).

#### **« Recyclage van afvalwater tot drinkwater »**

*M. A. Van Haute* présente à la Classe son étude intitulée comme ci-dessus.

Il répond aux questions que lui posent MM. *J. De Cuyper*, *L. Hellinckx* et *M. Snel*.

La Classe décide l'impression de ce travail dans le *Bulletin des séances* (p. 620).

#### **Concours annuel 1977**

Le *Secrétaire perpétuel* rappelle qu'en sa séance du 24 juin 1977, la Classe a décidé d'accepter pour le concours annuel 1977, une réponse à la sixième question:

De *Vice-directeur* wenst deze drie Confraters van harte geluk.

Verder herinnert hij eraan dat de Nobel-Prijs 1977 voor de scheikunde toegekend werd aan professor Ilya PRIGOGINE, broer van onze confrater *A. Prigogine*. Hij legt er de nadruk op dat deze hoge onderscheiding een uitzonderlijke eer is, niet alleen voor professor Ilya PRIGOGINE, maar tevens voor onze confrater, voor de Academie en geheel België.

**« Nouvelles utilisations du charbon  
pour la récupération de l'or »**

De *H. A. Prigogine* legt aan de Klasse een studie voor, getiteld als hierboven.

Hij beantwoordt de vragen die hem gesteld worden door de HH. *J. De Cuyper*, *R. Sokal* en *R. Van Ganse*.

De Klasse beslist dit werk te publiceren in de *Mededelingen der zittingen* (blz. 570).

**Gaan wij over tot een ontwikkeling  
van luchthavens bestemd voor vrachtvervoer?**

De *H. M. Snel* legt aan de Klasse zijn studie voor, getiteld als hierboven.

Hij beantwoordt de vragen die hem gesteld worden door de HH. *G. Heylbroeck*, *A. Lederer*, *R. Sokal* en *B. Steenstra*.

De Klasse beslist dit werk te publiceren in de *Mededelingen der zittingen* (blz. 599).

**Recyclage van afvalwater tot drinkwater**

De *H. A. Van Haute* legt aan de Klasse zijn studie voor, getiteld als hierboven.

Hij beantwoordt de vragen die hem gesteld worden door de HH. *J. De Cuyper*, *L. Hellinckx* en *M. Snel*.

De Klasse beslist deze studie te publiceren in de *Mededelingen der zittingen* (blz. 620).

**Jaarlijkse wedstrijd 1977**

De *Vaste Secretaris* herinnert eraan dat in haar zitting van 24 juni 1977 de Klasse beslist heeft voor de jaarlijkse wedstrijd 1977, een antwoord te aanvaarden op de zesde vraag:

« On demande une contribution originale à la recherche des relations entre les caractéristiques géologiques (minéralogie, texture, structure) des matériaux rocheux et les résultats des essais mécaniques destinés à déterminer quantitativement leur aptitude à être utilisés comme granulats en génie civil (béton, revêtements routiers, etc.) »

l'étude de M. Ph. VAN DEN EYNDE, intitulée: *Caractéristiques géologiques et mécaniques des granulats*.

Après échange de vues et se ralliant aux conclusions des rapporteurs, MM. G. Heylbroeck, B. Steenstra et R. Van Ganse, la Classe décerne le titre de lauréat de l'Académie, avec récompense de 10 000 F à M. Ph. VAN DEN EYNDE.

Elle charge pourtant le *Secrétaire perpétuel*, d'engager l'auteur à prendre contact avec l'un des rapporteurs, M. B. Steenstra, en vue de certains remaniements de son texte.

Elle décide la publication du texte remanié dans la collection des *Mémoires in-8°* de l'Académie.

#### **Communications administratives**

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que M. M. Simonet correspondant, a transféré sa résidence en Belgique et qu'en conséquence il deviendra « associé ».

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe qu'il a été décidé de revenir au système statutaire de séances mensuelles.

#### **Cinquantenaire de l'Académie**

M. A. Lederer donne compte rendu de la réunion du Comité restreint de la Classe du 5 octobre 1977.

#### **Comité secret**

Les membres honoraires et titulaires, réunis en comité secret:

1. Désignent M. E. Cuypers en qualité de vice-directeur pour 1978;
2. Echantent leurs vues sur les candidatures aux places vacantes.

La séance est levée à 16 h 30.

„Men vraagt een originele bijdrage tot het onderzoek van de verhoudingen tussen de geologische karakteristieken (mineralogie, textuur, structuur) van rotsachtig materiaal, en de resultaten der mechanische proeven voor het kwantitatief bepalen van hun geschiktheid gebruikt te worden als granulaat in de burgerlijke bouwkunde (beton, wegdekbekleding, enz.)”  
te weten de studie van de H. Ph. VAN DEN EYNDE, getiteld: *Caractéristiques géologiques et mécaniques des granulats*.

Na een gedachtenwisseling, en zich verenigend met de besluiten van de verslaggevers, de HH. G. Heylbroeck, B. Steenstra en R. Van Ganse, kent de Klasse de titel van „laureaat van de Academie”, met een beloning van 10 000 F, toe aan de H. Ph. VAN DEN EYNDE.

Zij belast er nochtans de *Vaste Secretaris* mede er de auteur toe aan te zetten in contact te treden met één der verslaggevers, de H. B. Steenstra, met het oog op het aanbrengen van bepaalde wijzigingen aan zijn tekst.

Zij beslist de herwerkte tekst te publiceren in de verzameling van de *Verhandelingen in-8°* der Academie.

#### **Administratieve mededelingen**

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat de H. M. Simonet, correspondent, zich in België vestigde, en dat hij dus „geassocieerde” wordt.

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat beslist werd terug te keren tot het statutair systeem van maandelijke zittingen.

#### **Vijftigjarig bestaan van de Academie**

De H. A. Lederer brengt verslag uit over de vergadering van het beperkt Comité van de Klasse van 5 oktober 1977.

#### **Geheim comité**

De ere- en titelvoerende leden, vergaderd in geheim comité:

1. Wijzen de H. E. Cuypers aan als vice-directeur voor 1978;
2. Wisselen van gedachten over de kandidaturen voor de openstaande plaatsen.

De zitting wordt geheven te 16 h 30.

## Alexandre Prigogine. — Utilisations récentes du charbon activé pour la récupération de l'or

### RÉSUMÉ

Depuis quelques années l'utilisation du charbon activé pour la récupération de l'or à partir des solutions cyanurées a fait des progrès très remarquables. Le traitement des pulpes par le procédé « charbon en pulpe » a été appliqué à grande échelle. L'or mis en solution lors de la flottation sélective, avec l'emploi du cyanure comme déprimant, peut être récupéré à l'aide du charbon activé. La lixiviation en tas des minerais aurifères, appliquée conjointement avec l'emploi du charbon, permet d'étendre la cyanuration aux minerais marginaux.

\* \* \*

### SAMENVATTING

Sinds enkele jaren werd een zeer opvallende vooruitgang gemaakt in het gebruik van geactiveerde steenkool voor het winnen van goud, vertrekkend van cyanide-oplossingen. Dit stelt nieuwe mogelijkheden ter beschikking voor het behandelen van bepaalde grondhoudende ertsen. Voorbeelden worden gegeven om de laatste ontwikkeling op dit gebied te illustreren.

\* \* \*

### INTRODUCTION

En 1965, j'ai fait un cycle de conférences à l'Université Libre de Bruxelles sur la cyanuration des minerais des métaux pré-

cieux [24] (\*) et, à ce moment, j'ai traité en détail de l'utilisation du charbon activé pour la récupération de l'or et j'ai décrit les exemples d'application de ce procédé.

Cependant, depuis quelques années, l'emploi du charbon activé a fait des progrès très remarquables ouvrant même de nouveaux horizons pour le traitement de certains minerais aurifères. Les derniers développements dans ce domaine sont très prometteurs et il est utile d'examiner les possibilités de ce procédé.

## DESORPTION DE L'OR

Plusieurs procédés permettent la désorption de l'or adsorbé par le charbon sans devoir détruire ce dernier:

### 1. ELUTION PAR UNE SOLUTION DE CERTAINS RÉACTIFS

Divers réactifs, comme des solutions alcalines de sulfure de sodium, de cyanure de sodium, de sulfocyanure d'ammonium et des solutions acides ou neutres de thiourée, ont été suggérés pour l'élution de l'or [24]. L'efficacité de la désorption est améliorée par l'élévation de la température et de la pression [25], spécialement dans le cas d'une solution diluée de soude et de cyanure. Il est possible d'obtenir une désorption rapide en utilisant une solution contenant 1 % NaOH, 0,1 % NaCN et 20 %-vol. d'éthanol, à 80° C et à la pression atmosphérique [10]. L'eau déminéralisée à 90° C, après prétraitement par une solution à 5 % de carbonate de potassium et à 3 % de potasse, à 90° C, a été proposée [2]. Une solution d'ammoniaque, sous une pression de 6-8 atm, permet l'élution de l'or [31].

Le choix de ces réactifs dépend évidemment de leur efficacité et de leur coût. En travaillant sous pression élevée ou avec une solution alcoolique le temps d'élution est sensiblement réduit.

---

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

L'élu­tion conduit à l'or sous forme d'une solution relative­ment concentrée qui nécessite encore un traitement supplémen­taire pour obtenir l'or sous forme métallique.

## 2. PROCÉDÉ ZADRA MODIFIÉ

Le procédé Zadra [34] combine la désorption de l'or avec le dépôt électrolytique de celui-ci. Une solution chaude (93° C) à 1 % NaOH et 0,1 % NaCN circule continuellement par un lit de charbon aurifère suivi d'une cellule d'électrolyse, dans laquelle l'or se dépose sur la cathode. Très récemment, ce procédé a été modifié par POTTER et SALISBURY [23] qui utilisent une solution de 0,4 % NaOH à 150° C et sous 3,5 atm. Normalement, l'addition de cyanure n'est pas nécessaire. Cette variante a l'avantage d'être plus rapide et de consommer moins de réactifs. C'est le procédé Zadra qui, avec quelques modifications mineures, est utilisé actuellement dans les usines de cyanuration.

## 3. ELECTRODÉSORPTION

Dans le cas de ce procédé, l'or est simultanément désorbé du charbon et déposé sur la cathode. GILMORE [7] a utilisé, pour des essais de laboratoire, une solution bouillante à 1 % NaOH et 0,1 % NaCN dans une cellule avec des électrodes circulaires. La récupération de l'or était de 97 %.

GILMORE [7] a estimé le coût de la récupération de l'or adsorbé sur le charbon activé comme suit, en opérant par les divers procédés:

PROCEDE	COUT EN FB PAR g Au
Combustion	4,37
Procédé Zadra	0,97
Electrodésorption	0,84

Coût charbon 2 400 FB/t; teneur 12 kg/t Au pour une utilisation, 10,5 kg/t Au pour 15 utilisations; 1 US \$ = 40 FB.

La récupération de l'or, par le procédé Zadra, a coûté à peu près 1 FB en 1969. Si nous actualisons ce coût, en tenant compte d'une augmentation de 60 %, nous obtenons 1,60 FB par gramme d'or, soit de l'ordre de 1 % de la valeur de l'or.

## TRAITEMENT DES PULPES

Le procédé « charbon en pulpe » a été utilisé précédemment à l'usine Carlton [26, 27]. Dans deux usines, à Campbell Red Lake et à Great Yellowknife Mines, toutes les deux au Canada, la poussière récupérée électrostatiquement pendant le grillage des concentrés de flottation est traitée par le procédé charbon en pulpe [15]. Mais c'est à l'usine de Homestake où, la première fois au monde, ce procédé a été utilisé à grande échelle.

Avant de décrire le traitement employé à l'usine de Homestake, il est intéressant de résumer d'abord quelques essais récents faits avec un charbon activé à particules sphériques.

### UTILISATION D'UN CHARBON ACTIVÉ À PARTICULES SPHÉRIQUES

TELEGINA *et al.* [29] ont décrit la préparation d'un charbon activé à particules sphériques à haute résistance mécanique. Lorsque la surface spécifique augmente, les propriétés d'adsorption du charbon s'améliorent. Des dimensions plus grandes des pores du charbon doivent faciliter le contact avec la solution et augmenter de cette façon la capacité du charbon. En effet, les charbons à gros pores adsorbent 5 à 10 % plus d'or qu'un charbon microporeux.

Des essais avec une solution cyanurée aurifère, contenant en même temps les métaux Ag, Cu, Fe et Zn, montrent que le coefficient de sélectivité est 3-4 fois plus élevé chez les charbons IGI que chez la résine AM-2B, et ceci pour une capacité d'adsorption pratiquement identique.

Différents composés chimiques ont été essayés comme éluants. C'est une solution alcaline de cyanure de sodium qui convient le mieux pour la désorption des métaux précieux. En augmentant la concentration de cyanure, le pourcentage des métaux précieux extraits augmente également. En même temps, la désorption des autres métaux présents se produit davantage.

Pour éliminer les composés de calcium qui se sont fixés à la surface du charbon et qui sont nuisibles à sa réutilisation, un traitement par une solution 0,1-0,2 N d'acide chlorhydrique est nécessaire (en conformité avec DAVIDSON [3]). En résumé, les

auteurs préconisent de régénérer les charbons comme suit: désorption des métaux précieux par une solution à 90° C contenant 0,4 % NaCN et 1 % NaOH, suivie du nettoyage du charbon par HCl à 0,1 N.

Des essais semi-industriels ont été effectués avec une pulpe quartzreuse, broyée à 96 % — 74 microns, à une dilution 1 : 1, dans un agitateur Pachuca et dans une colonne à pulsations. La saturation du charbon a été poursuivie pendant 144 heures dans le Pachuca et 12 heures dans la colonne à pulsations, en utilisant le charbon IGI 89. Dans les deux cas l'adsorption de l'or s'est produite de la même façon et a conduit à un rendement de 86-92 %. L'analyse granulométrique du charbon récolté après les essais a montré que même les conditions de travail dans la colonne à pulsations n'ont pas provoqué une destruction appréciable du charbon utilisé.

#### USINE DE HOMESTAKE

L'usine de Homestake applique, depuis 1973, le procédé « charbon en pulpe » à grande échelle pour la récupération de l'or par cyanuration des boues [4, 8, 15]. Pour situer l'importance de cette usine, citons les chiffres suivants obtenus pendant les 5 premiers mois de 1974 [8]:

Capacité journalière (en t): 5 250.

Teneur d'alimentation (Au en g/t): 7,51.

Teneur rejets (Au en g/t): 0,41.

Récupération Au (en %): 94,6 à 95,0.

Production journalière Au (en kg): 37,4.

Après broyage à 65 % — 200 mesh, la pulpe est classée en sables et boues et chaque fraction est traitée séparément. C'est le traitement des boues, à 95 % — 325 mesh, qui nous intéresse spécialement et j'ai représenté, dans la *Fig. 1*, le schéma général de ce traitement. La pulpe, épaissie à environ 43 % de solides et conditionnée, est agitée pendant environ 20 heures pour la dissolution de l'or. La concentration initiale de NaCN est 0,025-0,030 %; elle tombe à 0,0075 % à la fin de l'agitation. Le pH est maintenu aux environs de 10,5. La consommation du cyanure est voisine de 0,5 kg par tonne traitée, celle de la chaux voisine de 1 kg/t.

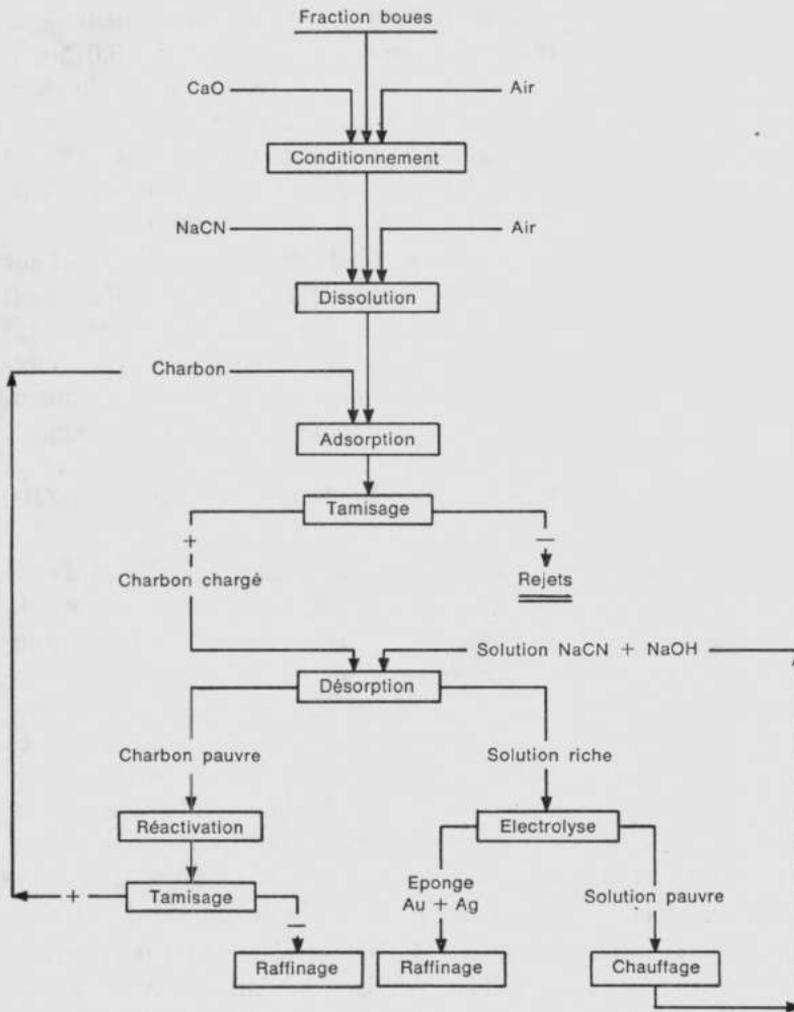


Fig. 1 — Schéma général du traitement des boues à l'usine de Homestake.

Le circuit d'adsorption est constitué par 4 agitateurs placés en série, travaillant à contre-courant. Le charbon activé granulé, obtenu à partir des coques de noix de coco, de dimensions  $6 \times 16$  mesh, est additionné à raison de 15 g par litre de pulpe dans le dernier agitateur. L'avancement de la pulpe et du charbon, d'un agitateur à l'autre, est réalisé à l'aide d'un air-lift latéral et d'un tamis vibrant, muni d'un treillis de 24 mesh, placé en haut de

l'agitateur. Le temps de contact est de 3 heures. La teneur de la solution tombe de 2,00 g/t, à l'entrée du 1<sup>er</sup> agitateur, à 0,015 g/t, dans le 4<sup>e</sup> agitateur. Pendant ce temps, la teneur en Au du charbon augmente de 0,6 kg/t à environ 12 kg/t, lorsque celui-ci avance du 4<sup>e</sup> au 1<sup>er</sup> agitateur. Le passant du dernier tamis vibrant constitue le rejet définitif à environ 0,20 g/t. Les pertes de charbon sont inférieures à 0,05 kg par tonne de boues traitées.

Avant le circuit de désorption, le charbon est lavé à l'eau sur un tamis vibrant, muni d'un treillis de 24 mesh. La désorption est effectuée d'après le procédé Zadra modifié dans trois unités comportant chacune un récipient conique suivi d'une cellule électrolytique. Deux unités sont normalement en fonctionnement, tandis que la troisième est en chargement ou en déchargement. Environ 1 t de charbon aurifère est chargée dans le récipient et traitée par une solution à 0,2 % NaCN et 1,0 % NaOH, chauffée à 88° C.

La solution chaude est ensuite envoyée dans les cellules d'électrolyse dans lesquelles les métaux précieux se déposent sur la cathode en laine d'acier contenue dans un panier de forme cylindrique. L'anode est constituée par un treillis en acier inoxydable. Lorsque la cathode contient suffisamment d'or et d'argent, elle est fondue, après scorification des métaux ordinaires, en lingots d'or. La solution est recirculée pendant environ 50-60 heures jusqu'à ce que la teneur du charbon tombe à moins de 150 g/t. L'électrolyte ressert pour la désorption. Cependant, après un certain temps, des impuretés s'accumulent dans cette solution et elle est alors dirigée dans le circuit de dissolution.

Le charbon pauvre est lavé à l'eau et réactivé en le chauffant vers 600° C, en absence d'air, pendant 30 minutes. Après refroidissement, il est soumis à un tamisage pour éliminer les fractions — 20 mesh qui sont envoyées à une raffinerie pour la récupération de l'or contenu.

Les résultats métallurgiques obtenus pendant le 1<sup>er</sup> semestre 1974 sont réunis dans le *Tableau I*. Le rendement de récupération de l'or dépasse légèrement 92 % et ce résultat doit être considéré comme très satisfaisant.

Pendant le 1<sup>er</sup> semestre 1974, les frais de traitement, sans amortissement, se sont élevés à US \$ 0,68, soit à environ 26 FB

TABLEAU I. — Usine de Homestake  
Résultats obtenus à la section du traitement des boues pendant  
le 1er semestre 1974

Tonnage traité en 24 h (en t)	1 772
Teneur alimentation (en g/t)	2,64
Teneur rejets (solides) (en g/t)	0,21
Teneur solution jetée (en g/t <sup>+</sup> )	0,003
Récupération (en %)	92,3

<sup>+</sup>par tonne de solides

à la tonne de boues traitées. Dans cette somme, le cyanure intervient pour 38 %.

La section de traitement des boues a coûté US \$ 975 000, soit environ 37 000 000 FB, en se basant sur les prix de 1971-1972. Comme la capacité maximum de cette installation s'élève à 2 350 t/24 h, ce chiffre correspond à environ 16 000 FB/t/24 h. Ceci démontre bien que les dépenses de première installation sont relativement faibles, dans le cas du procédé « charbon en pulpe », comparées à celles dues au traitement par le procédé conventionnel.

## CONCLUSIONS

Les avantages du procédé « charbon en pulpe », comparé au procédé classique, sont les suivants:

1. Comme les dépenses de première installation sont relativement faibles, ce procédé convient aux minerais marginaux;
2. Le traitement des minerais fort argileux, donnant des difficultés lors de l'épaississement et de la filtration, est facilité;
3. La teneur en cyanure libre ne doit pas être maintenue à la fin de l'agitation, comme c'est indispensable lorsque le zinc est utilisé pour la précipitation de l'or;
4. Comme la solution n'est pas recyclée, une accumulation des impuretés, nuisibles à la dissolution de l'or et à sa précipitation par le zinc, n'est pas à craindre. Ce procédé convient donc spécialement à la cyanuration des minerais contenant des minéraux nuisibles et à la récupération de l'or à partir des solutions encrassées;

5. L'effet des cyanicides est minimisé par l'emploi des solutions moins riches en cyanure libre pendant toute la durée de l'agitation.

Les inconvénients peuvent être énumérés comme suit:

1. Des pertes d'or peuvent être provoquées par le charbon fin aurifère formé par abrasion des grosses particules de charbon. Cependant, nous avons vu que ces pertes sont en réalité de faible importance, dans le cas de boues. Elles seront sans doute un peu plus élevées pour une pulpe quartzeuse;

2. Comme la pulpe est jetée, le cyanure libre contenu est perdu. Mais nous avons vu que la teneur en NaCN libre peut être très faible à la fin de l'opération;

3. L'eau contenue dans la pulpe est jetée avec celle-ci. Ces pertes d'eau pourraient poser un problème dans certaines conditions locales défavorables.

Dans l'ensemble, ces inconvénients ne paraissent pas importants. Il en résulte que le procédé charbon en pulpe peut être utilisé dans tous les cas où les caractéristiques du minerai lui sont favorables. L'expérience de l'usine de Homestake montre d'une façon très persuasive que ce procédé est actuellement suffisamment mis au point pour être appliqué à grande échelle.

## TRAITEMENT DES SOLUTIONS

### SOLUTIONS PROVENANT DU TRAITEMENT DES MINERAIS POLYMÉTALLIQUES

Lors du traitement des minerais polymétalliques par flottation collective suivie de flottation sélective, avec emploi du cyanure comme déprimant du cuivre, une partie de l'or présent dans le minerai passe en solution et ceci conduit à des pertes appréciables. Il y a une dizaine d'années, GILMORE [7] a proposé d'employer le charbon activé pour récupérer l'or perdu. Les résultats préliminaires ont montré qu'il est possible d'obtenir à partir des solutions très pauvres, contenant 0,06 à 0,12 g/m<sup>3</sup> Au, un charbon à environ 12 kg/t Au, en effectuant l'adsorption en deux étages.



TABLEAU II. — Composition de la solution (en g/m<sup>3</sup>)

	Usine de Tishinsk	Usine de Belousovsk	Usine de Zyryanovsk I	Usine de Zyryanovsk II
Au	0,15-0,52	0,8-2,0	≤ 0,7	0,8-1,6
Ag	1,08-3,50	0,5-1,5	≤ 4,5	
Cu	160-211	300-460	400-500	400-500
Zn	107-126	20-30	40-50	40-60
CN	360-400	1 500-2 100	500-700	800-1 000

Ces essais, faits par agitation, ont montré que pour 1 000 g de charbon par m<sup>3</sup> de solution 80-90 % d'or et 50-52 % d'argent sont adsorbés. La teneur en or de la solution tombe à 0,02-0,04 g/m<sup>3</sup>. Après une agitation de 5 minutes seulement, déjà 80 % de l'or sont adsorbés. Une agitation supplémentaire jusqu'à 60 minutes ne provoque qu'une augmentation de 6 % de l'adsorption de l'or. Les cyanures complexes de cuivre et de zinc sont adsorbés d'une façon négligeable, de l'ordre de quelques pourcents.

Suite à ces résultats favorables, l'adsorption par le charbon activé a été introduite, au début de 1973, à l'usine de Tishinsk. Le charbon est utilisé sous forme d'une suspension aqueuse contenant environ 100 g/l ajoutée automatiquement aux rejets de la flottation du plomb. La consommation de charbon s'élève à 300-350 g à la tonne de minerai. Cette technique a permis d'augmenter le rendement d'extraction de l'or de plus de 8 %.

#### *Usine de Belousovsk*

A l'usine de Belousovsk, le charbon activé a été ajouté au début simplement dans l'épaississeur du concentré de cuivre. Dans la suite, le charbon a été additionné dans un agitateur en tête de cet épaississeur, pour avoir un meilleur contact avec la pulpe. Ces mesures simples ont permis de réduire les pertes d'or dans l'overflow de 68 à 38 % et d'augmenter le rendement d'extraction de l'or de 3,3 % [5].

Récemment, TASKIN *et al.* [28] ont étudié l'utilisation du charbon activé pour la récupération de l'or dans l'overflow de

l'épaississeur du cuivre. Comme cela résulte du *Tableau II*, la composition de cet overflow varie dans des limites assez larges. En utilisant l'adsorption par le charbon en deux étages, à contre-courant, il est possible d'obtenir un rendement d'extraction de 96 % pour l'or, avec un charbon contenant 1,0 kg/t d'or. La consommation de charbon UAF est de 1 kg par m<sup>3</sup> de solution. Une partie de l'or (10 à 15 %) est cependant perdue avec des particules très fines de charbon aurifère qui sont entraînées dans la solution finale rejetée, après le second étage d'adsorption. Pour accélérer le dépôt du charbon, différents coagulants (chlorure de fer, sulfates de fer, de cuivre, de zinc, d'aluminium) ont été essayés. La vitesse du dépôt du charbon, en présence de ces divers coagulants, s'élève à 2-2,5 m par heure. Toutefois, la capacité d'adsorption du charbon diminue de 20 à 50 % en présence de certains de ces sels. Par contre, des résultats satisfaisants ont été obtenus en utilisant le sulfate d'aluminium à raison de 1 kg par m<sup>3</sup> d'overflow, ce qui fait tomber la teneur des matières en suspension de 300-500 à 30-50 g/m<sup>3</sup>.

La *Figure 3* montre le schéma des appareils installés. Pour faciliter le contact entre le charbon et la solution, on se sert d'un agitateur hydraulique spécial. Le charbon épaissi du premier

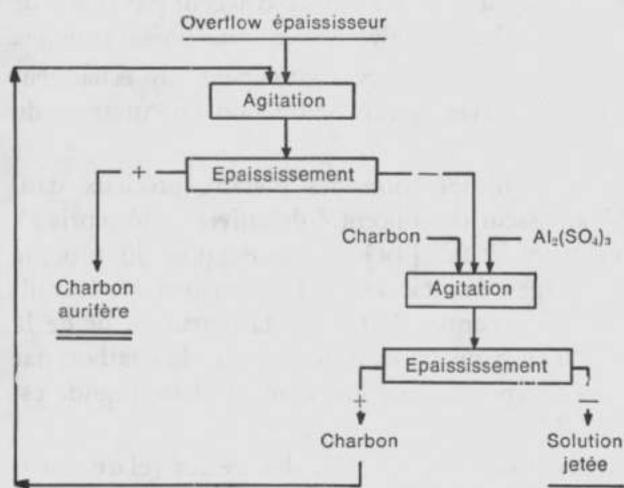


Fig. 3 — Schéma du traitement de l'overflow de l'épaississeur Cu à l'usine de Belousovsk.

étage constitue le produit final qui est simplement ajouté au concentré de plomb, avant sa fusion. Ce flow sheet a été introduit avec succès en 1975 à l'usine de Belousovsk et ceci a permis d'augmenter la récupération de l'or de 2,9 %.

### *Usine de Zyryanovsk*

C'est l'usine de Zyryanovsk qui a employé, la première, la purification des eaux cyanurées à l'aide de charbon activé et de résines avec valorisation des métaux précieux et des métaux non ferreux récupérés. Les résultats obtenus en travaillant avec une installation semi-industrielle, comportant principalement quatre filtres et des bacs d'électrolyse, ont été décrits par VASIL'EV *et al.* [30]. L'alimentation est constituée par l'overflow de l'épaississeur de cuivre dont la composition résulte du *Tableau II* (voir Zyryanovsk I).

Cet overflow traverse les deux premiers filtres placés en série contenant le charbon activé de la marque KAD de granulométrie suivante: 97 % — 5 + 1 mm, 2 % — 1 + 0,5 mm, 1 % — 0,5 mm. La teneur de la solution rejetée varie de « traces » à 0,04 g/m<sup>3</sup> pour l'or et de « traces » à 1,6 g/m<sup>3</sup> pour l'argent. Le rendement de récupération de l'or est voisin de 99 %. Le charbon obtenu contient 1 à 2 kg d'or et 1 à 3,5 kg d'argent par tonne de charbon. Depuis 1973, il est envoyé à une usine métallurgique.

Les deux filtres supplémentaires contiennent un échangeur d'ions (AW-17) et ils servent pour l'extraction du cuivre et du zinc.

Le problème de la récupération des métaux précieux dans l'overflow de l'épaississeur du concentré du cuivre a été repris récemment par LEBEDEV *et al.* [14]. L'introduction du procédé comportant deux étages d'agitation et d'épaississement, travaillant à contre-courant, a permis de réduire la teneur en or de la solution de 0,44 à 0,16 g/m<sup>3</sup> en employant 3 kg de charbon par m<sup>3</sup> de solution. La récupération de l'or dans la phase liquide est passée de 82,3 à 93,3 %.

Toutefois, en employant ce procédé, des pertes relativement élevées de charbon très fin, chargé d'or, se produisent dans l'overflow final. C'est ainsi qu'à l'usine de Belousovsk, cet overflow jeté perdait jusqu'à 0,5 kg de charbon, contenant environ

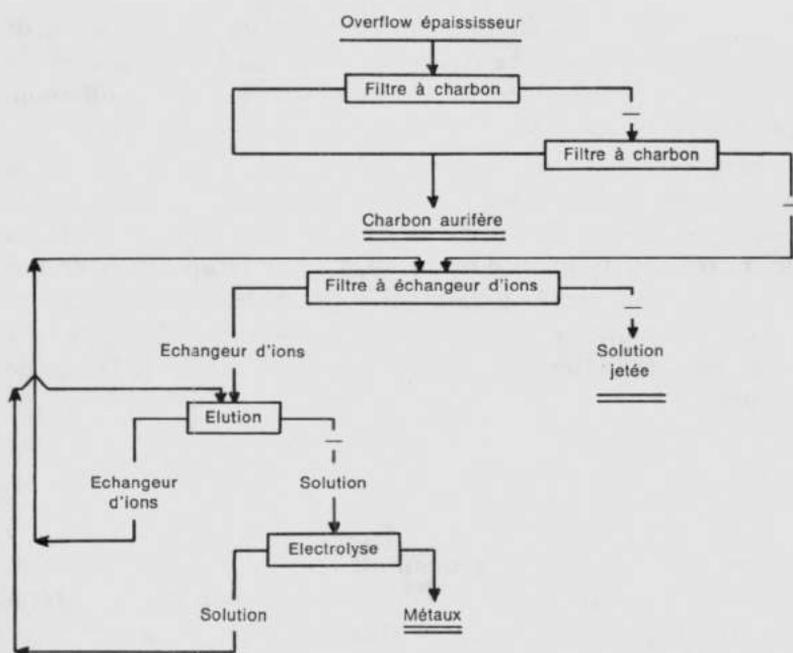


Fig. 4 — Schéma du traitement de l'overflow de l'épaisseur Cu à l'usine de Zyryanovsk.

500 g/t d'or, par m<sup>3</sup> de solution (\*). De même, en employant le même procédé à l'usine de Zyryanovsk, on perdait 0,3-0,5 kg/m<sup>3</sup> de charbon contenant jusqu'à 300 g/t d'or. POLTARANINA *et al.* [21] avaient proposé d'ajouter certains coagulants pour diminuer ces pertes mécaniques de l'or adsorbé. Cependant, d'après LEBEDEV *et al.* [14], cette addition de coagulants présente divers inconvénients, en particulier une extraction incomplète de l'or, et ces auteurs sont revenus à l'emploi de filtres contenant le charbon activé.

Après avoir effectué des essais de laboratoire avec une solution, dont la composition résulte du *Tableau II* (voir Zyryanovsk II), et un charbon KAD d'une granulométrie moyenne (40 % — 2 + 1 mm, 40 % — 1 + 0,5 mm, 20 % — 0,5 + 0,2 mm),

\* Déjà DEMIDOV [5] avait attiré l'attention sur ces pertes en charbon aurifère fin.

un essai industriel a été poursuivi pendant un mois à l'usine de Zyryanovsk avec un filtre contenant 5 t de charbon. 40 000 m<sup>3</sup> de solution ont traversé ce filtre avant d'atteindre la saturation. Le charbon a été prélevé en deux parties contenant respectivement 1,56 et 2,49 kg/t d'or et 1,29 et 1,34 kg/t d'argent. A la suite de ces résultats favorables ce procédé a été introduit dans le flow sheet normal de l'usine et les pertes en or ont été réduites de 0,2-0,3 à 0,03 g/m<sup>3</sup>. Depuis 1974, cette récupération de l'or par le charbon activé est faite en utilisant deux filtres en série. Le charbon aurifère est envoyé à une usine métallurgique. La Fig. 4 montre le flow sheet de base de cette section de l'usine de Zyryanovsk.

## CONCLUSIONS

Lorsque le cyanure de sodium est utilisé lors de la flottation des minerais polymétalliques, l'or mis en solution peut être récupéré avantageusement à l'aide de charbon activé.

Comme les divers concentrés produits dans ces concentrateurs sont envoyés à des usines métallurgiques, le charbon aurifère est soit récolté dans les concentrés de plomb ou de cuivre, soit également envoyé à l'usine métallurgique.

## SOLUTIONS OBTENUES PAR LIXIVIATION

### LIXIVIATION EN TAS

Comme la lixiviation en tas des minerais aurifères, appliquée conjointement avec l'emploi du charbon activé, ouvre des perspectives nouvelles pour le traitement des minerais pauvres, il est utile d'attirer l'attention sur les travaux récents dans ce domaine.

La lixiviation en tas des minerais aurifères a été étudiée dès 1969 par le Bureau of Mines des Etats-Unis [12, 16, 22]. PORTER et SALISBURY [23] donnent les résultats d'essais de laboratoire et d'essais semi-industriels en s'adressant principalement à des minerais à teneur de 0,6 à 7,5 g/t Au, d'une grosseur variant de 1 à 4". La lixiviation en tas a permis de récupérer 67 à 91 % de l'or. La consommation des réactifs est normale: 0,2 à 0,5 kg/t

NaCN et 0,2 à 2,8 kg/t CaO. Le temps du traitement a varié de 6 jours, pour une grosseur de minerai de 1", jusqu'à 42 jours pour 4". En réalité, le temps dépend plus des caractéristiques du minerai que de la grosseur des morceaux du minerai.

Récemment, la lixiviation en tas des minerais aurifères a reçu une attention croissante en U.R.S.S. et des essais jusqu'à l'échelle semi-industrielle ont été effectués. Toutefois, à ma connaissance, ce procédé n'a pas encore été appliqué dans une usine en U.R.S.S. Dans une série d'articles, MINEEV *et al.* [17, 18, 19] ont indiqué les conditions optima de la lixiviation en tas d'un minerai argilo-gréseux à faible teneur (1,5 à 3 g/t Au) concassé à — 100 mm. L'or se trouve à l'état finement dispersé, la majorité étant présente sous forme de particules à — 5 microns.

La lixiviation par une solution plus concentrée en NaCN diminue le temps de traitement. C'est ainsi qu'il est possible d'obtenir une extraction de 81 % en 6 jours avec une solution de 0,10 % NaCN, contre 25 jours avec une solution à 0,025 %.

On peut extraire 87 % de l'or même dans la fraction — 120 + 110 mm après 5 jours de lixiviation. Dans les fractions plus fines, l'extraction atteint jusqu'à 95 % et ceci pour un temps plus court.

En se basant sur ces résultats préliminaires, des essais définitifs ont été faits en soumettant à la lixiviation en tas, pendant 30 jours, un minerai argilo-gréseux à 3,6 g/t Au, concassé à — 100 mm. Une solution à 0,06-0,10 % NaCN a été utilisée pour ces essais à raison de 0,1 l/kg/24 h. Les rejets obtenus étaient à 0,24 g/t Au, ce qui correspond à une extraction globale de 93 %. La consommation des réactifs s'est élevée à 0,94 kg/t NaCN et 2 kg/t CaO. Ces résultats très favorables sont dus à la présence d'or finement dispersé et à la porosité du minerai. De plus, l'or se trouve en grande partie dans les fractions granulométriques fines: ainsi, la fraction — 0,3 mm représentant 38 % du poids total et contenant 50 % de l'or, à une teneur initiale de 4,8 g/t Au, a donné des rejets à 0,18 g/t Au.

Enfin, des essais semi-industriels ont été réalisés avec des minerais argilo-gréseux et gréseux, concassés à — 100 mm, à respectivement 1,3 et 2,8 g/t Au. La teneur de la solution a été maintenue par addition de cyanure, pendant 9-10 jours, à 0,15 % NaCN jusqu'à ce que la solution à la sortie se stabilise à 0,02-

0,03 % NaCN. La teneur en CaO est de 0,02-0,10 %, ce qui correspond à un pH de 9-10. Au début la vitesse de percolation a été réglée à 0,25-0,30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h; dans la suite elle a été diminuée à 0,20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h.

Après une lixiviation de 25 jours on obtient des rejets à 0,46 et 0,60 g/t Au. Ceci correspond à une extraction d'or de respectivement 64 à 80 %. La consommation de NaCN est respectivement 0,9 et 0,4 kg/t et de CaO 2 kg/t.

Dans le cas du minerai argilo-gréseux (à 1,3 g/t Au) même les fractions granulométriques — 100 + 10 mm ont donné une extraction de 57-60 %. Elle atteint 87-90 % pour les fractions — 10 + 1 mm. Même un lavage de 4-5 jours ne permet pas d'éliminer complètement l'or dissout dans la fraction — 1 mm. En poursuivant ce lavage la teneur de cette fraction tombe de 0,70 à 0,35 g/t Au et le rendement correspondant passe de 60 à 79 %. Le prix de revient de la lixiviation en tas permet d'envisager le traitement des minerais à 1,5 g/t Au.

En pratique, la lixiviation en tas est utilisée d'après deux techniques différentes [11]:

1. On s'adresse à une lixiviation de longue durée du minerai tout venant fourni par la mine, sans concassage supplémentaire. Dans ce cas, les morceaux de minerai peuvent atteindre jusqu'à 150 mm. On dépose le minerai en tas d'une capacité de 10 000 à 2 000 000 t qui sont lixiviés aussi longtemps que cette opération est économiquement rentable. Les résidus sont abandonnés sur place.

Cette technique a été employée à Cortez où 2 millions de tonnes de minerai ont été lixiviées en tas pendant quatre années [11].

2. Le minerai concassé à — 3/4" ou plus finement est lixivié en tas pendant une période relativement courte ne dépassant pas généralement un mois. Les aires ont une capacité de 1 000 à 10 000 t. Lorsque le cycle est terminé, les résidus sont enlevés et remplacés par du minerai.

Cette variante est d'une utilisation plus générale, comme à Carlin et Smoky.

Des essais industriels ont été faits récemment aux Etats-Unis [1]. La Carlin Gold Mining Co a traité, en 1971, environ 10 000 t/mois de minerai à faible teneur par lixiviation en tas. Après

concassage à  $3/4''$ , le minerai a été lixivié pendant 7 jours. L'extraction était voisine de 70 % [20]. La Idaho Mining Corp. a traité 20 000 t de grès à 1,5 g/t Au [33]. La Summa Corp. a soumis à la lixiviation en tas des anciens rejets à environ 3 g/t Au.

Lorsqu'on s'adresse à l'adsorption par le charbon activé pour la récupération des métaux précieux, il peut être avantageux de précipiter l'argent par le sulfure de sodium avant l'adsorption, lorsque la teneur en argent est élevée [9]. Ceci permet de diminuer la quantité de charbon nécessaire en l'utilisant seulement pour l'adsorption de l'or.

### CORTEZ GOLD MINES

La Cortez Gold Mines a commencé le traitement des minerais aurifères pauvres par lixiviation en tas depuis 1971 [6]. En utilisant cette méthode, cette société a traité au total environ 5 millions de tonnes de minerai, dont 2,8 millions du gisement de Cortez et 2,2 du gisement de Gold Acres, situé à 13 km du premier. Une installation utilisant le charbon de bois activé a été construite à Gold Acres. La Cortez Gold Mines a réalisé ainsi la première usine employant le traitement intégré lixiviation en tas-récupération par charbon activé pour les minerais aurifères pauvres. Le procédé au charbon activé a été choisi suite aux avantages apparents à la fois au point de vue du capital investi et du prix de revient.

Environ 2 millions de tonnes étaient primitivement disponibles à Cortez. Ce minerai provenait des roches à faible teneur mises de côté lors du fonctionnement de l'usine conventionnelle à Cortez, avec une teneur limite de 2,4 g/t Au. Cette teneur est descendue à 1,2 g/t à Cortez et à 1,5 g/t à Gold Acres en s'adressant au nouveau traitement. Des teneurs aussi faibles nécessitent un contrôle rigoureux du minerai envoyé à la lixiviation et ceci a été réalisé à l'aide d'un laboratoire installé dans un camion, utilisant l'absorption atomique pour le dosage de l'or. Ce contrôle rapide des teneurs au front de taille a permis d'écarter immédiatement du minerai à teneur insuffisante, au lieu de l'envoyer à la lixiviation, dont la teneur limite est de 0,45 g/t Au.

La main-d'œuvre nécessaire, à la fois pour la lixiviation en tas et la récupération de l'or par le charbon, s'élève à seulement deux ouvriers pendant 8 heures par jour.

Le schéma général du traitement est représenté dans la Fig. 5.

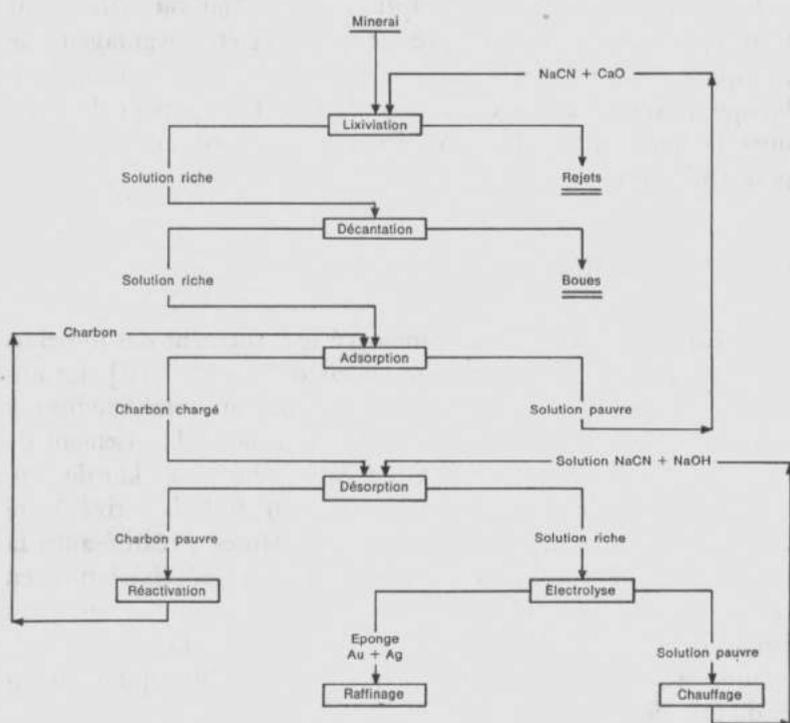


Fig. 5 — Schéma général du traitement des minerais par lixiviation en tas.

### *Lixiviation en tas*

Les aires de lixiviation ont été construites à partir des anciens rejets d'usine qui ont été compactés. Une couche de 10-12 cm de gravier a été placée sur l'aire pour éviter l'érosion pendant la lixiviation. Une aire a une largeur de 107 m et une longueur de 137 m, soit une superficie de 14 600 m<sup>2</sup>. Pour une pente de 2 1/2 % et une hauteur de minerai de 6 m, chaque aire contient environ 170 000 t de minerai.

Le minerai est amené à l'aide de bennes et étalé à l'aide d'un D 8 Cat. La surface du tas est travaillée à l'aide d'un D 8 Cat muni d'un ripper de 30' avant la lixiviation et périodiquement pendant le cycle de lixiviation.

Le tas est aspergé par la solution de cyanure à un débit de 20 l/s pour avoir une vitesse de percolation de 0,0017 l/s/m<sup>2</sup>. Normalement 3 aires sont disponibles pour la lixiviation, la 3<sup>e</sup> travaillant par intermittence pour obtenir un débit de 35 l/s environ à la sortie de la lixiviation. Les pertes par évaporation sont de l'ordre de 30 % et dépendent de la saison. Une addition d'eau est nécessaire pour compenser ces pertes.

Pour maintenir le pH à 10,5, on ajoute de la soude dans le réservoir de la solution pauvre qui revient du circuit d'adsorption. De cette façon, certaines impuretés précipitent directement dans ce réservoir et diminuent les difficultés de bouchage. La concentration en NaCN est maintenue à 0,030 % NaCN. La consommation s'élève à 0,22 kg/t NaCN et à 0,20 kg/t NaOH.

Le rendement d'extraction dépend de la nature du minerai traité. C'est ainsi que le minerai de Gold Acres, argileux, a donné une extraction de 50 %, tandis que le minerai de Cortez a permis d'obtenir une extraction de 65 %.

Avant d'arriver au circuit d'adsorption, la solution aurifère passe d'abord par un barrage de stockage dans lequel se déposent les solides entraînés.

### *Récupération de l'or*

A l'usine de Gold Acres l'adsorption de l'or est effectuée dans 5 colonnes de 7' de diamètre et de 8' de hauteur, contenant chacune 1 360 kg de charbon activé à 12 × 30 mesh, préparé à partir de coques de noix de coco. La vitesse de circulation de la solution riche est de 34,7 l/s, ce qui correspond à 9,7 l/s/m<sup>2</sup>.

Le circuit d'adsorption fonctionne à contre-courant. Périodiquement environ 700 kg de charbon (poids sec) sont avancés d'une colonne à l'autre. Le charbon chargé d'or de la colonne n° 1 est dirigé vers la désorption et retourne finalement dans la colonne n° 5, après réactivation. La solution pauvre, après réajustement en réactifs, est renvoyée à la lixiviation.

Voici des résultats typiques obtenus pendant une journée d'avril 1976:

Durée de fonctionnement: 24 h.

Tonnage solution riche traité: 3 290 t.

Vitesse de circulation: 34,6 l/s.

Teneur solution riche: 0,63 g/t Au.

Teneur solution pauvre: 0,015 g/t Au.

Récupération de l'or: 97,7 %.

A l'usine de Cortez, où une installation de précipitation à zinc était disponible, la solution provenant de la lixiviation en tas était ajoutée à la solution riche obtenue à l'usine. Lorsque cette usine a réduit son activité par manque de minerai, l'installation Merrill-Crowe n'a pas été maintenue, mais a été remplacée par une nouvelle installation, comportant 4 colonnes de 5' de diamètre à charbon activé, qui a fonctionné d'une façon très satisfaisante. Le charbon aurifère était transporté pour la désorption à l'usine de Gold Acres.

#### *Désorption de l'or*

Pour provoquer la désorption de l'or on utilise une solution chaude de NaOH et NaCN, sous pression. De 550 à 770 kg (poids sec) de charbon aurifère sont introduits dans un autoclave de 42" de diamètre et de 10' de hauteur. Une solution à 1 % NaOH et 0,15 % NaCN, préchauffée, est pompée dans le réacteur à une vitesse de 0,82 l/s. La désorption a lieu à 116° C et sous 4,1 atm. Après avoir quitté l'autoclave, la solution est refroidie à 82° C et envoyée à l'électrolyse. Le charbon contient, après la désorption, encore 15-60 g/t Au; il est lavé, réactivé et renvoyé aux colonnes.

#### *Electrolyse*

L'électrolyse de la solution riche est effectuée dans deux cellules avec revêtement en néoprène. Les anodes sont fabriquées à partir du charbon pur perforé. Les cathodes sont constituées par des paniers en polypropylène contenant environ 1 kg de laine d'acier. Chaque cellule contient 6 cathodes et 7 anodes. La laine d'acier avec le dépôt des métaux précieux est fondue en lingots

d'or, après scorification du fer. L'électrolyte épuisé retourne vers la désorption, après addition de NaOH et NaCN.

Le *Tableau III* montre les résultats typiques de la désorption et de l'électrolyse obtenue en mars 1976 à l'usine de Gold Acres.

TABLEAU III. — Résultats de la désorption et de l'électrolyse à l'usine Gold Acres

*Désorption*

Poids charbon chargé	546 kg
Teneur charbon chargé	15,1 kg/t Au
Teneur charbon pauvre	12,4 g/t Au
NaOH ajouté	68 kg
NaCN ajouté	11 kg
Vitesse circulation solution	0,82 l/s
Pression	4,4 atm
Température	113° C

*Electrolyse*

Nombre cathodes	9
Poids laine d'acier	8 kg
Tension	2,5 V
Intensité	190 A
Teneur solution (au début)	768 g/t Au
Teneur solution (à la fin)	0,3 g/t Au
Temps total pour désorption-électrolyse	23 h

SMOKY VALLEY MINING

En 1977, la Smoky Valley Mining C<sup>o</sup> a commencé la lixiviation en tas des minerais aurifères à faible teneur. Le programme prévoit une production annuelle voisine de 1 800 kg d'or et 900 kg d'argent.

Le traitement du minerai peut être caractérisé comme suit: concassage à — 12", lixiviation en tas, adsorption par charbon activé, désorption et électrolyse [32].

Le minerai abattu, à raison de 8 000 t par jour, sera concassé à — 7" et transporté par courroie aux concassages secondaire et

tertiaire. Le produit final, à 94 % —  $3/8'' \times 11/2''$ , sera transporté à l'aide de bennes aux aires de lixiviation.

La teneur moyenne du minerai traité est 1,8 g/t Au. La teneur limite est 0,6 g/t. Le rapport stérile/minerai est 1/1. Le travail a lieu pendant 7 jours par semaine, à trois postes.

Le minerai concassé est lixivié sur 5 aires chacune d'une longueur de 120 m et d'une largeur de 75 m, d'une superficie de 9 000 m<sup>2</sup>. Chaque aire contient environ 40 000 t de minerai empilé sur une hauteur de 3 m. Cette superficie correspond à environ 5,6 m<sup>2</sup>/t/24 h. Les aires de lixiviation sont construites à l'aide d'asphalte de 17,5 cm d'épaisseur avec une membrane protectrice de 5 cm. Leur pente est de 3 %.

La solution contenant 0,5 kg NaCN par t de minerai, est répandue à raison de 25 l/s sur chaque tas (soit 0,240 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h). Le pH est maintenu entre 9,5 et 10,5 par addition de CaO.

Le cycle de lixiviation comprend environ 35 jours dont 27 pour la lixiviation proprement dite, deux pour les lavages et deux à trois pour le drainage de la solution.

La solution provenant de la lixiviation, d'un débit de 75 à 100 l/s, arrive dans le circuit d'adsorption constitué de 5 colonnes de 12' de diamètre et de 8' de hauteur, placées en série, contenant chacune environ 3,5 t de charbon de bois activé, à 12 × 30 mesh, obtenu à partir de coques de noix de coco. Ce circuit travaille à contre-courant. Une tonne de charbon riche à environ 7,8 kg/t Au est enlevé chaque jour de la colonne n° 1, tandis qu'une même quantité est avancée d'une colonne à l'autre.

La désorption a lieu dans trois récipients à l'aide d'une solution alcaline de NaCN chauffée à 88°. Le charbon pauvre est réactivé vers 600° C, en absence d'air.

Les métaux précieux sont récupérés par électrolyse, sous 2,5 V, dans 3 cellules en parallèle, dans lesquelles ils précipitent sur la cathode en laine d'acier. Ces cathodes sont enlevées lorsqu'elles contiennent environ 6 kg de métaux précieux par kg de laine d'acier. Elles sont fondues et, après scorification du fer, les métaux précieux sont coulés en lingots.

La solution pauvre retourne des cellules d'électrolyse dans le circuit de désorption.

DEPENSES DE PREMIERE INSTALLATION  
ET PRIX DE REVIENT DU TRAITEMENT

D'après une première estimation faite par les spécialistes du U.S. Bureau of Mines, les dépenses de première installation et le prix de revient du traitement, sans amortissement, se comparent comme suit pour les trois procédés envisagés [19]:

TRAITEMENT	FACTEURS	
	CAPITAL	PRIX DE REVIENT
Cyanuration conventionnelle	1,00	1,00
Charbon en pulpe	0,68	0,77
Lixiviation en tas	0,23	0,30-0,44

Les facteurs pour la lixiviation en tas s'appliquent à un concassage à 2-3".

En se basant sur les prix de 1973, le coût d'une usine conventionnelle d'une capacité de 2 500 t/24 h est estimée à US \$ 3 100/t/24 h, soit US \$ 7 750 000 ou environ 290 millions de FB (avec 1 US \$ = 38 FB), et le prix de revient à US \$ 2,25/t.

D'après une évaluation plus récente de BHAPPU et LEWIS [2], les investissements pour une usine de 5 000 t/24 h et les prix de revient se comparent comme suit pour ces trois procédés:

CAPITAL	PROCEDE		PRIX DE REVIENT	
	EN MILLIONS FB	FACTEUR	EN FB	FACTEUR
Cyanuration convent.	470	1,00	92,4	1,00
Charbon en pulpe	364	0,78	61,3	0,66
Lixiviation en tas	165	0,35	41,0	0,44

Les investissements ne tiennent pas compte du matériel nécessaire pour la mine. Dans le cas de la lixiviation en tas, l'équipement utilisé pour le transport du minerai vers le concassage (à — 3") et vers les aires de lixiviation est compris dans ce chiffre.

Les dépenses dues à l'extraction du minerai et à l'amortissement ne sont pas incluses dans les prix de revient indiqués. Dans le cas de la lixiviation en tas, le prix de revient correspond à une teneur récupérée de 0,27 g/t Au (en prenant 150 FB par gramme d'or et 35 FB par US \$).

## CONCLUSIONS

Les caractéristiques du minerai et des particules d'or ont une importance primordiale sur les résultats économiques de la lixiviation en tas. Le minerai doit être poreux pour permettre à la solution de cyanure d'entrer en contact avec les particules d'or le long des plans de fracture ou dans les interstices entre les particules des divers minéraux. De plus, la gangue doit rester perméable à la solution pendant toute la durée du traitement. Le minerai doit satisfaire à toutes les conditions générales exigées pour les minerais à soumettre à la cyanuration: l'or doit être fin et libre en majeure partie, des cyanicides et des constituants acides ne peuvent être présents qu'en faible quantité, des matériaux carbonacés doivent être absents.

Les problèmes en relation avec la percolation dépendent également d'un minerai à l'autre. La teneur en argile ne doit pas être trop élevée pour que le tas reste perméable pendant toute la durée de la lixiviation (voir toutefois la variante proposée à la page 594).

La consommation des réactifs varie en fonction des minéraux présents et de la durée du traitement.

La grosseur des morceaux de minerai convenant à la lixiviation en tas dépend de la pénétrabilité de la solution et la teneur du minerai. Dans certains cas, le concassage n'est pas justifiable au point de vue économique. D'autres minerais peuvent être concassés jusqu'à 1/2".

Il résulte de tout ceci que chaque minerai doit être soumis à des essais pour savoir si la lixiviation en tas est applicable à son

cas. L'influence du concassage sur la vitesse de dissolution de l'or et le rendement d'extraction doit être évaluée.

Si les conditions topographiques sont favorables et des sols ou des tailing appropriés disponibles, la construction des aires de lixiviation n'est pas onéreuse. Autrement, il faut avoir recours à des produits imperméabilisant le sol, utiliser un revêtement en plastique ou en caoutchouc ou construire des aires en maçonnerie ou en asphalte.

La hauteur du tas peut varier de 1 à 6 m et même plus. La solution utilisée a une teneur de 0,02 à 0,10 % NaCN. Le pH est maintenu près de 10,5 (1). La vitesse de percolation varie de 0,2 à 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h (2). Le temps de lixiviation varie de quelques jours à un mois.

En ce qui concerne l'emploi du charbon activé pour l'adsorption de l'or dissous, l'expérience acquise en pratique pendant plusieurs années a montré que ce procédé possède plusieurs avantages comparé au procédé Merrill-Crowe. Le charbon est capable d'adsorber l'or même dans une solution non clarifiée (et non desoxygénée) et ceci permet de supprimer la section de filtration. Les pertes en charbon sont insignifiantes.

En résumé, la simplicité des opérations du traitement intégré lixiviation en tas-adsorption par charbon, le faible capital à investir et le prix de revient très faible rendent ce procédé particulièrement attractif, dans le cas des minerais aurifères marginaux. La majeure partie des dépenses est due à la préparation de l'aire de lixiviation, à la force motrice et aux réactifs. Les dépenses d'entretien sont modérées. Un minimum de main-d'œuvre est requis pour surveiller les diverses opérations.

Il existe, au Zaïre, certainement des gisements aurifères dont les caractéristiques conviennent à une lixiviation en tas. Il peut s'agir de gisements à faible teneur qui, précédemment, n'étaient pas économiquement exploitables ou de roches de couverture mises de côté, lors de l'exploitation des parties mieux minéralisées. Les sociétés minières intéressées devraient procéder à un inventaire de tels gisements et effectuer des essais de lixiviation

---

(1) Un minerai dolomitique a été traité même à un pH de 9,5, sans addition d'alcalis de protection [33].

(2) Même jusqu'à 3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h, d'après [11].

en tas. Ces exploitations permettront d'augmenter la production, quelquefois même d'une façon très spectaculaire, comme nous l'avons vu à la Smoky Valley Mining Co, et ceci avec des dépenses de première installation relativement modestes.

Dans le cas des minerais relativement argileux, qui donnent des difficultés pendant la lixiviation, un débourbage préalable peut être envisagé. De cette façon, le minerai primitif sera séparé en deux fractions:

1. Un minerai lavé envoyé à la lixiviation en tas, éventuellement après concassage;
2. Les boues traitées par le procédé charbon en pulpe ou simplement jetées si leur teneur est trop faible.

Si, avant l'introduction de la lixiviation en tas, le débourbage d'un minerai, donnant des boues à teneur élevée, n'offrait aucun intérêt, la situation est actuellement différente. Les deux procédés, lixiviation en tas et traitement par la méthode charbon en pulpe, se complètent harmonieusement et je suis persuadé que, dans quelques années, nous verrons des usines utilisant ces deux procédés pour le traitement des gisements aurifères marginaux.

25 novembre 1977.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [ 1 ] Anonyme (1975): Silver and gold: heap leaching exploits low grade feed (*Eng. Min. J.* 176, n° 6: 142, 163).
- [ 2 ] BHAPPU, R.B. & LEWIS, F.M. (1975): Gold extraction from low grade ores — Economic evaluation of processes (*Min. Congr. Journ.* 61, n° 1: 38-41).
- [ 3 ] DAVIDSON, R.J. (1974): The mechanism of gold adsorption on activated charcoal (*J.S.A. Inst. Min. Met.* 75, n° 4: 67-76).
- [ 4 ] DELICATE, D.T. (1974): Homestake — largest gold mine in United States will raise tonnage (*World Mining* 27, n° 5: 32-36).
- [ 5 ] DEMIDOV, V.I. (1975): By-product extraction of gold and silver from polymetallic ores (*Tsvetnye Metally*, n° 4: 77-80).
- [ 6 ] DUNCAN, D.M. & SMOLIK, T.J. (1977): How Cortez Gold Mines heap-leached low grade gold ores at two Nevada properties (*Eng. Min. J.* 178, n° 7: 65-69).
- [ 7 ] GILMORE, A.J. (1969): A proposed method for gold recovery from flotation plant effluents with activated charcoal (*Canad. Min. J.* 90, n° 6: 78-80).
- [ 8 ] HALL, K.B. (1974): Homestake uses carbon-in-pulp to recover gold from slimes (*World Mining* 27, n° 12: 44-49).

- [ 9 ] HEINEN, H.J., PETERSON, D.G. & LINDSTROM, R.E. (1975): Silver extraction from marginal resources (AIME Ann. Meet., New York).
- [10] —, — & — (1976): Gold desorption from activated carbon with alkaline alcohol solutions (MMIJ and AIME Meet., Denver).
- [11] —, — & — (1976): Heap leach processing of gold ores (ASME Ann. Meet., Mexico City).
- [12] — & POTTER, B. (1969): Experimental leaching of gold from mine waste (US Bureau of Mines R.I.7250).
- [13] KRYLOV, G.N. (1968): Gold recovery at the Leninogorsk plant (*Tsvetnye Metally*, n° 11: 3-10).
- [14] LEBEDEV, K.B., SHTOIK, G.G. & VASIL'EV, B.F. (1976): Extraction de l'or dans l'overflow des usines de concentration par le charbon activé en couche immobile (*Tsvetnye Metally*, n° 8: 81-83) (\*).
- [14a] LEBEDEV, K.B. & TASKIN, N.I. (1973): Extraction de l'or dans les overflows des épaisseurs (*Tsvetnye Metally*, n° 8: 71-73).
- [15] McQUISTON F.W. & SHOEMAKER, R.S. (1975): Gold and silver cyanidation plant practice (Baltimore).
- [16] MERWIN, R.W., POTTER, G.M. & HEINEN, H.J. (1969): Heap leaching of gold ores in northeastern Nevada (AIME Ann. Meet., Washington).
- [17] MINEEV, G.G., DRUGINA, G.Ya. & STROGANOV, G.A. (1976): Absorption de l'or par le charbon activé dans les solutions obtenues par lixiviation en tas (*Tsvetnye Metally*, n° 12: 68-69).
- [18] —, SINAKEVITCH, A.S. & STROGANOV, G.A. (1977): Essais industriels de la technologie de la lixiviation en tas de l'or à partir des minerais pauvres argilo-gréseux (*Tsvetnye Metally*, n° 7: 77-80).
- [19] — & STROGANOV, G.A. (1977): Régime de la lixiviation en tas des minerais pauvres aurifères (*Tsvetnye Metally*, n° 5: 80-82).
- [20] PIZARRO, R., McBETH, J.D. & POTTER, G.M. (1974): Heap leaching practice at the Carlin Gold Mining Co., Carlin, Nev. (Solution Mining Symposium, Chapt. 19. AIME).
- [21] POLTARANINA, T.B., SANINA, O.F. & GETMAN, T.G. (1976): Emploi de la technique par absorption pour l'extraction de l'or dans les pulpes cyanurées (*Tsvetnye Metally*, n° 11: 64-65) (\*).
- [22] POTTER, G.M. (1969): Recovering gold from stripping waste and ore by percolation cyanide leaching (US Bureau of Mines T.P.R.20).
- [23] — & SALISBURY, H.P. (1974): Innovations in gold metallurgy (*Min. Congr. J.* 60, n° 7: 54-57).
- [24] PRIGOGINE, A. (1966): Cyanuration des minerais de métaux précieux (Bruxelles).

---

\* Résumés parus dans *World Min.* 30, n° 9: 56-59, 1977.

- [25] ROSS, J.R., SALISBURY, H.P. & POTTER, G.M. (1973): Pressure stripping gold from activated carbon (AIME Ann. Meet., Chicago).
- [26] SEETON, F.A. (1966): Review of carbon cyanidation (*Deco Trefoil*, Bull. n° M 3 - B 15).
- [27] — (1966): The cyanide process for gold and silver ores (*Deco Trefoil*, January-February, Bull. n° M 3 - B 16).
- [28] TASKIN, N.I., ROMANENKO, A.G., TECHEKANOV, N.S., IEGOROV, K.E. & BURENKO, S.M. (1976): Introduction de l'absorption par le charbon pour l'extraction de l'or à l'usine de Belousovsk (*Tsvetnye Metally*, n° 12: 66-68) (\*).
- [29] TELEGINA, L.E., SAVARI, E.E. & KOSTAMAROVA, M.A. (1976): Utilisation des charbons activés sphériques pour l'extraction des métaux précieux dans les pulpes cyanurées (*Tsvetnye Metally*, n° 10: 67-69).
- [30] VASIL'EV, B.F., GAKSYBAJEV, N.K. & SHTOIK, G.B. (1975): Purification des eaux cyanurées avec récupération des métaux non ferreux (*Tsvetnye Metally*, n° 12: 63-64) (\*).
- [31] VYAZEL'SHCHIKOV, V.P. & PARITSKII, Z.M. (1963): Manuel du traitement des minerais et des alluvions aurifères (Moscou).
- [32] WHITE, L. (1977): Heap leaching will produce 85,000 oz/year of doré bullion for Smoky Valley Mining (*Eng. Min. J.* 178, n° 7: 70-72).
- [33] WILSON, W.L. (1976): The Eureka Windfall Gold Mine (Geol. Soc. of Nevada and Mackay School Symposium, Reno).
- [34] ZADRA, J.B., ENGEL, A.L. & HEINEN, H.J. (1952): Process for recovering gold and silver from activated carbon by leaching and electrolysis (US Bureau of Mines R.I. 4843).

---

\* Résumés parus dans *World Min.* 30, n° 9: 56-59, 1977.

## M. Snel. — Ontwikkeling van luchtvrachthavens in de wereld

### RÉSUMÉ

L'usage de containers aériens et l'envoi par avion de marchandises n'ont fait que croître depuis ces dernières années et nous amènent à reconsidérer le problème de l'aménagement des aéroports et de l'affectation des avions au transport spécifique de marchandises par la voie aérienne. On s'oriente désormais vers la création d'aéroports spécifiquement affectés au transport du fret aérien.

\* \* \*

### SAMENVATTING

Het gebruik van luchtcontainers en van allerlei goederenverzendingen per vliegtuig is sinds de laatste jaren geweldig gestegen en brengt ons ertoe de aanpassing van de luchthavens en de aanwending van vliegtuigen voor het vervoer van goederen ter sprake te brengen. Men overweegt specifieke luchthavens aan te wenden die uitsluitend voor dit doeleinde zouden bestemd zijn.

\* \* \*

Tot op heden waren de luchtvaartmaatschappijen aandachtig op het totaal km/passagiers die zij konden vervoeren. Dit steeg inderdaad regelmatig dank zij de grotere vliegtuigen, de verbetering van de uitrusting van de havens en van de diensten ter beschikking van de passagiers. Sinds meer dan 20 jaar heeft het vliegtuig het passagiersschip verplicht de strijd te staken.

De meest afgelegen landen zijn nu in het bereik van de reusachtige reactorvliegtuigen, doch het aantal passagiers steeg niet voldoende om de uitbating van deze reuzen rendabel te behouden. Men is te optimistisch opgetreden en het probleem stelt zich nu hoe de beschikbare vervoercapaciteit van de grotere vliegtuigen te benutten.

Het vrachtvervoer heeft gelukkig de plaats van de ontbrekende passagiers ingenomen. De vooruitgangen van het aantal t/km per lucht verzonden goederen brengen een aanpassing ter sprake van de bestaande luchtinfrastructuren en o.a. deze van de luchthavens, zelfs van de meest moderne en oordeelkundige reeds in dienst vermits zij voor een gemengd vervoer van goederen en passagiers uitgerust zijn, dan wanneer men beter specifiek zou optreden om passagiers en goederen te behandelen op afzonderlijke vliegtuigen en vliegvelden.

De vraag stelt zich wel te weten of men daarmee de financiële toestand van de luchtvaartmaatschappijen zou kunnen verbeteren.

#### STATISTIEKEN VAN HET LUCHTVRACHTVERVOER

De rechtvaardiging om tot een specificiteit over te gaan is een kwestie van marginale opbrengsten die men kan verwachten door het aftakken van de vrachtvliegtuigen op gespecialiseerde vliegvelden. De rendabiliteit is afhankelijk van het totaal jaarlijks vervoer eens dat men een aanvaardbare kostprijs bereikt per t/km.

De statistieken van de historische groei uitgedrukt in miljard t/km bereikten de volgende percentages per jaar tussen 1963 en 1973 (*Fig. 1*).

Noord Atlantiek	19 %
Stille Oceaan	37 %
Totaal buiten V.S.	20 %
Binnen de V.S.	14 %
Totaal wereld	17 %.

De oorlog in het Verre Oosten had zijn weerslag op deze merkwaardige groei van het luchtvervoer over de Stille Oceaan, die 40 maal steeg en een totaal bereikte van 2 miljard t/km in het jaar 1973, kort voor het einde van de oorlog aldaar.

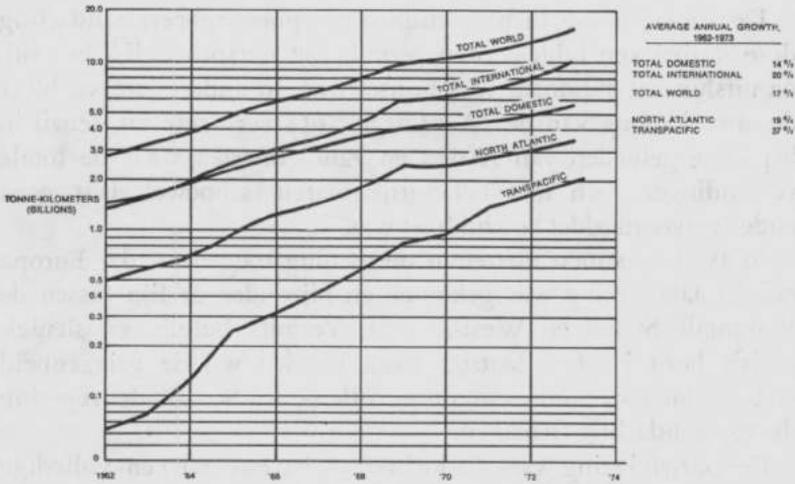


Fig. 1 — World air freight historical growth.

Alhoewel de stijging daar minder was, is het nochtans over de Noord Atlantische Oceaan dat die trafiek zich op het allermeeft regelmatig ontwikkelde. De wereldverdeling van het totale vrachtvervoer langs de lucht voor het jaar 1972 bereikte 37% voor de verzendingen in die richting en slechts 19% over de Stille Oceaan (Fig. 2).

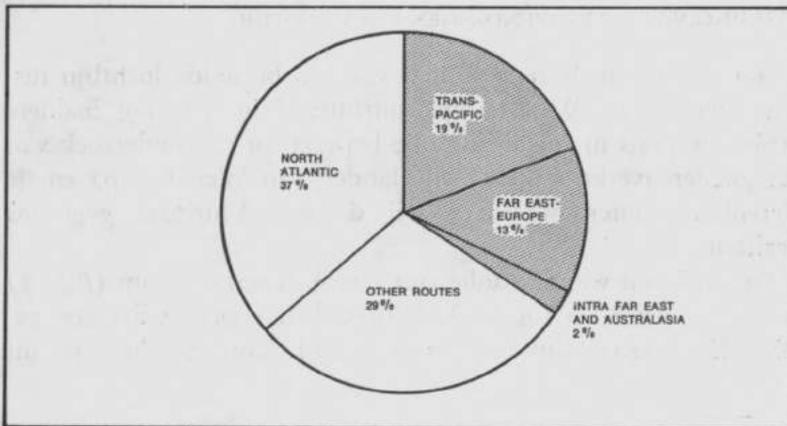


Fig. 2 — International air freight, 1972 (8.25 billion tonne-kilometers).

De Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen hebben aandachtig deze statistieken bijgehouden vermits het oorspronkelijk een bijna uitsluitend nationaal verschijnsel was. In andere streken bleef de ontwikkeling van de „Air Cargo” (1) ver achteruit, tenzij in bepaalde gebieden van Afrika en Zuid-Amerika waar de totale verzendingen toch niet belangrijk waren, alhoewel daar geen ander vervoermiddel beschikbaar was.

In 1973 was men niettemin de mening toegedaan dat Europa ook in aanmerking was gekomen en bijzonder de lijn tussen de Verenigde Staten en West-Europa. Vermits België een sleutelpositie bezit in deze laatste streek hadden wij de gelegenheid met de medewerking van onze collega R. SOKAL de regering daarop aandachtig te maken.

De ontwikkeling van de luchtvrachthavens zal een volledige omkering teweegbrengen van de exploitatie van de luchtvaartmaatschappijen en de luchthavens. Wij zijn die mening toegedaan ons steunende op de gegevens die de vliegtuigconstructeurs ons hebben bezorgd en rekening houdende met de statistieken van de stijging van het vervoer van goederen per vliegtuig.

Het is in eerste instantie de merkwaardige stijging van dit vervoer die er ons toe brengt te voorspellen dat er onvermijdelijk een aanpassing van de bestaande infrastructuur van het luchtwezen noodzakelijk zal zijn binnen een termijn die door de wederopbloei van de economie fel kan worden beïnvloed.

#### STIJGING VAN DE VERZENDINGEN PER VLIEGTUIG

Aangezien wij de rendabiliteit van een bepaalde luchtlijn tussen Amerika en West-Europa uitsluitend in het oog hadden, hebben wij ons in eerste instantie beperkt tot een onderzoek van het goederenverkeer tussen vijf landen van West-Europa en de Verenigde Staten waarover wij de nauwkeurigste gegevens bezitten.

De uitslagen van de studie zijn vervat in een diagram (*Fig. 3*) voor de jaren 1973 tot 1983. Wij hebben voorzien dat een gemiddelde stijging van 12 % zich jaarlijks zou voordoen en dit

---

(1) Air Cargo - A challenge to the Transport Operator's Marketing Staff (Klumpp, Aerospace International Nr 5, October 1973).

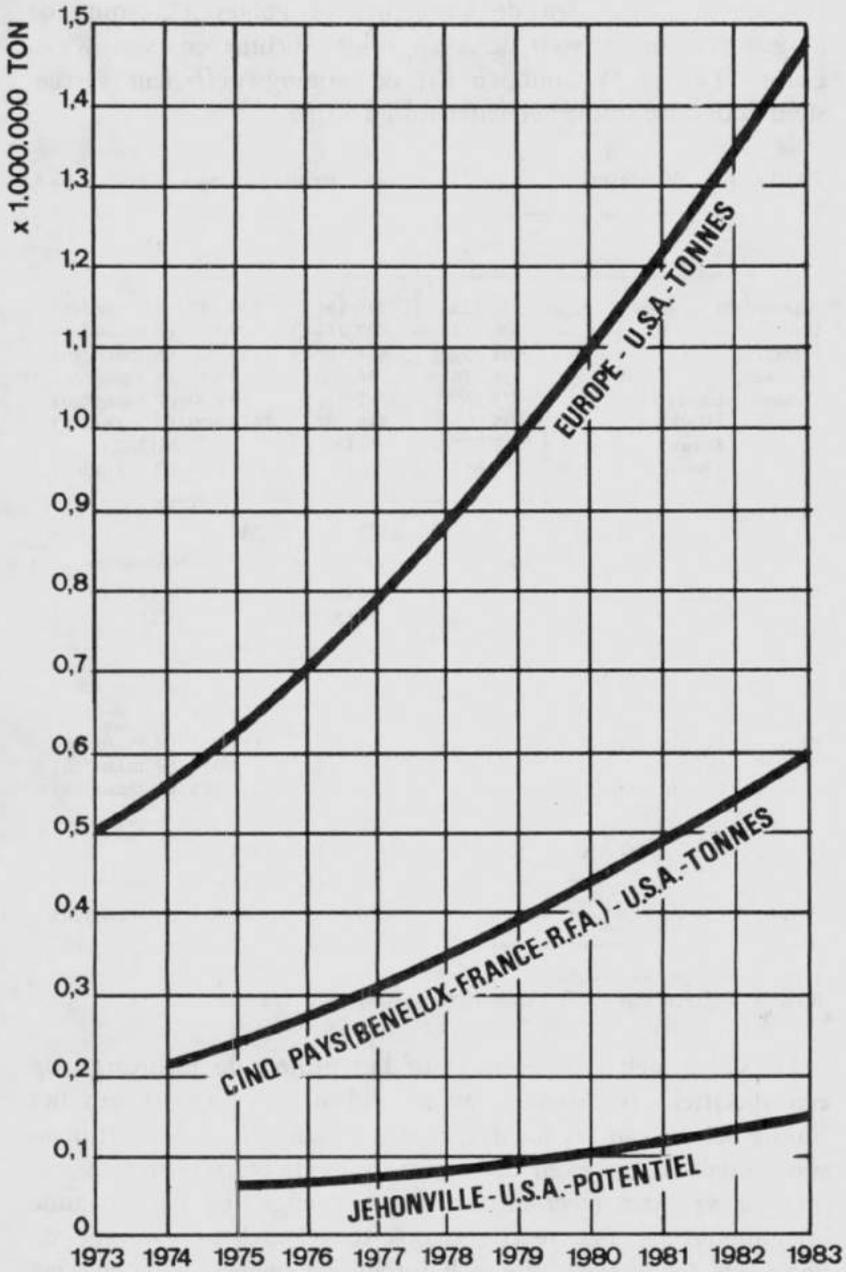


Fig. 3 — Verwachte ontwikkeling van de luchtvracht in West-Europa op de lijn Europa-V.S.A. en het aandeel van Jehonville.

percentage is beneden de werkelijkheid gebleven vermits de jongste statistieken voor de belangrijkste luchthavens van West-Europa (*Tabel I*) aantonen dat de stijgingscoëfficiënt vastgesteld door onze studie gerechtvaardigd blijft.

TABEL I — Vrachtvervoer bij de belangrijkste luchthavens van West-Europa\*.

		1975	1976	1977
Amsterdam		226 322	256 464	158 347 (9 maanden)
Brussel		100 412	127 912	89 401 (8 maanden)
Francfort		404 157	491 567	258 966 (6 maanden)
Genève		35 726	36 660	24 953 (9 maanden)
Londen	Gatwick	75 266	79 946	89 600 (9 maanden)
	Heathrow	405 005	415 592	428 800 (9 maanden)
	Luton	1 777	N.D.	N.D.
	Stansted	19 617	N.D.	26 600 (9 maanden)
TOTAAL		501 665	495 538	545 000
Milaan	Linate	52 043	N.D.	N.D.
	Malpense	35 724	N.D.	N.D.
TOTAAL		87 767	82 873	
Parijs	Le Bourget	16 315	14 467	117 687 (9 maanden)
	Orly	119 871	139 355	3 959 (9 maanden)
	Ch. de Gaulle	220 244	247 060	207 483 (9 maanden)
TOTAAL		356 430	400 882	329 129
Zurich		113 787	126 009	66 793 (6 maanden)

\* In ton en niet doorvoerbaar.

Bron: luchthaven van Parijs / voor 1977: verschillende bronnen.

De vraag stelt zich evenwel of het project de luchtcargo op een specifieke luchthaven aan te lokken zich aanpast aan het huidige beheer van het luchtverkeer, aangezien de luchtvaartlijnen een rendabiliteit zoeken door gemengde vliegtuigen voor passagiers en vrachten meer in uitbating te brengen op de bestaande vliegtuighavens. Een reactie is ook te verwachten vanwege de bestaande luchthavens die zich uitgebreid hebben voor een gemengd luchtverkeer. Men weet o.a. dat Brussel een luchtvracht-

haven in aanbouw heeft. Roissy en Frankfurt beschikken er reeds over.

Het bijgaande diagram (fig. 4) laat toe zonder twijfel te voorspellen dat er gemakkelijk een deel van het vervoer tussen Amerika en West-Europa kan worden afgetakt tot een nieuw specifiek luchtveld zonder de bestaande luchthavens te benadelen.

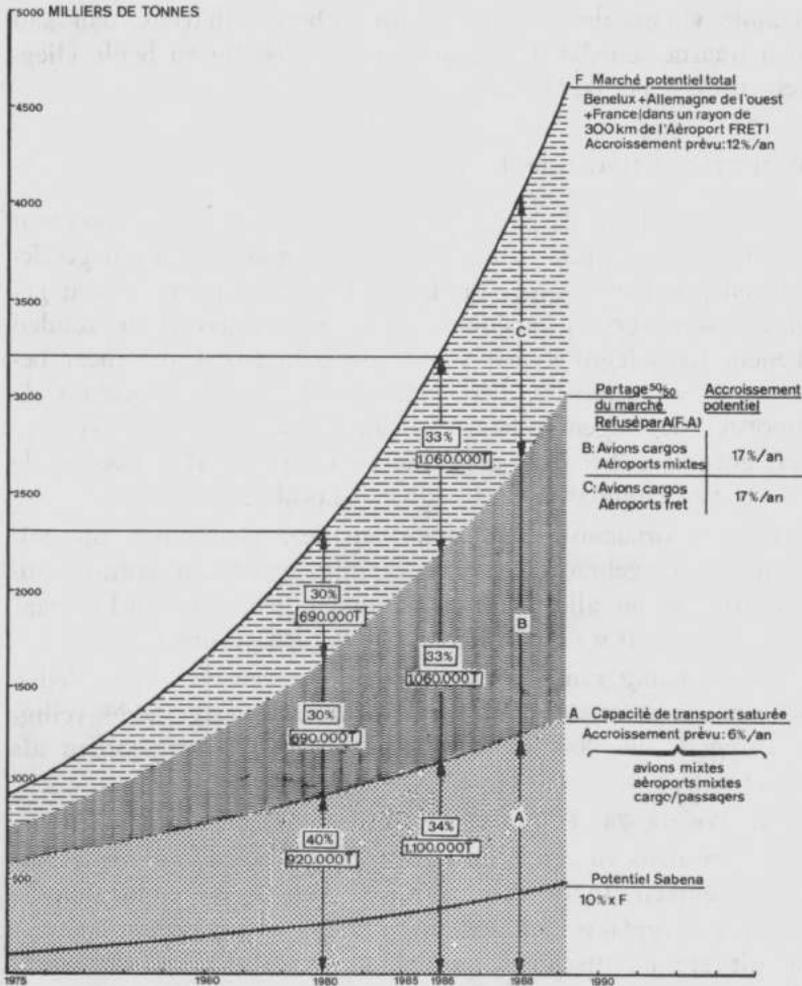


Fig. 4 — Verwachte verdeling van het luchtvrachtverkeer.  
Ref. Studie Boeing - Electrobél 1975.

Het is zelfs waar dat, indien men de stijging nagaat van de markt op de lijnen tussen Amerika en West-Europa, door gemengde vliegtuigen te gebruiken, een gedeelte van de mogelijke aanwinsten van het vrachtvervoer zou verloren gaan aangezien de transportcapaciteit van de gemengde vliegtuigen maar 6 % per jaar belooft, dan wanneer de stijging die men voorziet voor het vrachtvervoer 12 % bereikt.

Indien de resterende aangroei verdeeld wordt tussen de bestaande vliegvelden en de nieuwe luchtvrachthavens, dan kan men waarnemen dat de toename te verdelen tussen beide vliegvelden 17 % per jaar belooft.

#### VRACHTVLIEGTUIGEN EN LUCHTVLOTEN

Sinds verschillende jaren hebben de vliegtuigconstructeurs hun vliegtuigen van grote maten aangepast aan een gemengd goederen- en passagiersvervoer omdat zij buiten de maten waren gegroeid wanneer zij uitsluitend voor passagiersvervoer zouden dienen. De vliegtuigtypen van kleinere maten waren meer bestemd voor passagiers. Een andere strekking was nochtans de grootste vliegtuigen rechtstreeks aan te passen voor het vervoer van goederen. Tot deze generatie behoren de 747 F Boeing, de DC 10 van Douglas en de L. 100 van Lockheed.

In de voornaamste laadruimte van deze vliegtuigen zijn roltoestellen aangebracht waarvan sommige motorisch worden aangedreven en in alle richtingen kunnen gebruikt worden naar gelang de plaats waar de vracht moet worden geborgen.

De verdeling van de vracht en het stouwen ervan geschieden volgens de internationale burgerluchtvaart vastgestelde veiligheidsregels, die door de constructeurs opgedragen worden als vliegtuigtype.

De Boeing 747 F uitgerust voor luchtvrachten bevat een beweegbare neus en een deur in de zijwand om de lading te vergemakkelijken. In de enorme ruimte van de oppervloer en de onderste bergplaats kan men boven de 100 ton goederen bestaande uit allerlei machines, produkten en fabricages, verbergen. Deze kunnen in een beperkte tijd over duizenden kilometers afstand verzonden worden.

De luchtvlotten bevatten nog wel kleinere vliegtuigen zoals DC 9, DC 8, B 707, die insgelijks specifiek voor vrachtvervoer dienen maar dan op kortere afstanden.

Op 1 april 1976 waren volgende vliegtuigen, hetzij uitsluitend, hetzij gedeeltelijk, aangewend voor het vrachtvervoer in de wereld (*Tabel II*).

TABEL II — Wereldluchtvrachtvloot.

1) Zuivere luchtvracht (niet omvormbare vliegtuigen)

Type vliegtuig	Aantal
B - 747 - F	9
CL - 44	31
L - 100	36
Britannia	14
<b>TOTAAL 1</b>	<b>90</b>

2) Geheel of gedeeltelijk omvormbare vliegtuigen

Type vliegtuig	Aantal
B - 747 - C	18
DC - 10 - 30 CF	8
DC - 8 - 63 F	55
DC - 8 - 62 F	16
DC - 8 - 61 F	9
DC - 8 - 50 F	48
707 - 320 C	275
B - 747 - Combi	12 (slechts gedeeltelijk)
<b>TOTAAL 2</b>	<b>441</b>

Het aantal vliegtuigen in cargodienst is niet zeer gestegen sinds 1976. De strekking is meer en meer de grootste vliegtuigen aan te wenden op het vrachtvervoer en hun de mogelijkheid te bieden hetzij passagiers (in zomervakantie tijdperken), hetzij vrachten (buiten het hoog zomerseizoen) te vervoeren.

Daarom moeten deze vliegtuigen beide mogelijkheden bieden en dus worden omgezet in zetelcompartimenten of in grote open

bergingsplaatsen. Sabena ontwikkelde een nieuwigheid. Het achterste gedeelte van het vliegtuig kan daardoor in minder dan 2 uur tijd uitgerust worden door een transformatie cargo-passagiers en vice versa. Vroeger duurde deze transformatie meer dan twee dagen.

De totale zetelbezetting wordt uit het vliegtuig genomen langs de zijdeur in de wand en in een transportwagen opgestapeld. De ruimte wordt vrijgemaakt door het wegnemen van een vloer en het plaatsen van een schutsel.

Sabena hoopt deze installatie aan andere maatschappijen te kunnen verkopen, hetgeen op heden nog niet het geval was. Men kan zich afvragen of de werkelijk geboekte inkomsten de kosten van de uitrusting dekken.

Goederen of passagiersvervoer blijft hoofdzakelijk een commerciële keuze en dat is veel meer dan het vliegtuig optimaal vullen.

De vliegtuigbouwers zullen er wel voor zorgen dat ze dit optimum kunnen bereiken ten aanzien van hun specificiteit voor goederen of passagiers. Zij drijven optimistisch hun projecten verder in de zin van een specificatie.

Om te kunnen voldoen aan de te verwachten stijging van de vraag en om de technologische voorschriften tot een minimum te herleiden hebben vliegtuigconstructeurs nieuwe modellen ont-

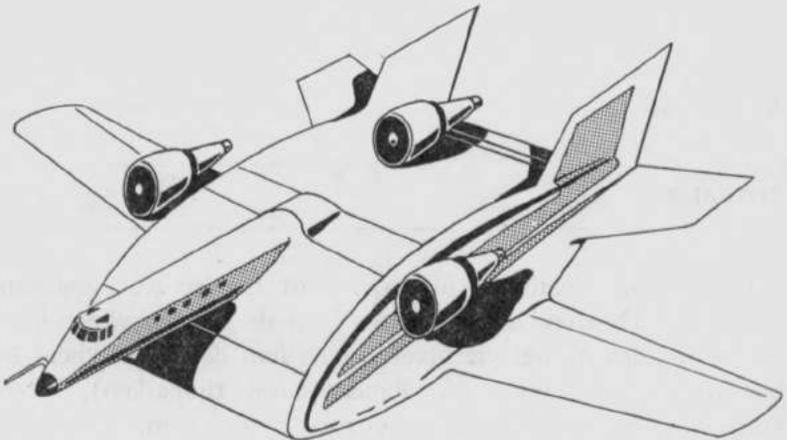


Fig. 5 — Ontwerp van een vliegtuig van het type Husky, speciaal aangepast voor de luchtvracht.

worpen die speciaal aangepast zijn aan het vrachtvervoer. Het is o.a. het ontwerp Husky (*Fig. 5*) waarvan details nog niet bekend en misschien zelfs nog niet definitief vastgesteld zijn. Wij weten dat het vliegtuig functioneel opgevat is om de laadruimte te vergroten zoals de schets aantoont en om alle nutteloze hoeken te vermijden en het laden en het lossen te vergemakkelijken.

## DE LUCHTVRACHTLIJNEN

De eerste regelmatige luchtlijnen voor het internationaal vrachtvervoer dateren van 1970. Het waren passagiersvliegtuigen waarvan de passagiersruimte aangepast werd voor het vrachtvervoer.

Vroeger bestonden er reeds maatschappijen die zich bezighielden met vrachtvervoer, meestal met militair transport of chartervrachtvervoer; de belangrijkste waren Seaboard and Flying Tiger.

Opdat deze luchtvrachtmaatschappijen rendabel zouden zijn was er een hoge vluchtfrequentie noodzakelijk wegens de investeringen nodig voor de uitrusting op de grond, over welke uitrustingen slechts een beperkt aantal luchthavens beschikten.

De eerste regelmatige lijn New York-Frankfurt werd in dienst genomen in 1973 en bediend door slechts één vrachtvliegtuig. Reeds vanaf het eerste jaar had deze lijn een vrachtcoëfficiënt van 70 % en een gebruiksduur van 13 h/dag, waardoor het bovendien mogelijk was nog andere bijkomende intereuropese diensten te verzekeren. In 1974 waren de regelmatige luchtvrachtlijnen aanzienlijk talrijker en zij breidden zich vlug uit over gans de wereld. Het binnenlandse luchtvrachtvervoer had zich sterker ontwikkeld in de V.S. waar de belangrijkste luchtvaartmaatschappijen gedurende de jaren 1960 reeds specifieke vrachtvliegtuigen in dienst namen. Op de internationale lijnen naar Japan (A.A. en North-Western) en naar Europa (P.A.A. en T.W.A.) begon de ontwikkeling van de vrachtvliegtuigen veel later.

Onlangs hebben Arabische emirs en de sjah van Iran transportvliegtuigen aangekocht om de overbelasting van de zeehavens te verhelpen.

Air-France nam de Super-Pelican in dienst voor de vrachtdienst met Zuid-Amerika; een tweede toestel van dit type is nu in dienst getreden.

Naast de Amerikaanse maatschappijen voor luchtvrachtvervoer werden er ook Europese maatschappijen opgericht die spoedig een deel van de cliënteel afnamen; denken wij bij voorbeeld aan Luxemburg (cargo-Lux).

Andere Europese maatschappijen zoals S.A.S. en Swissair nemen vrachten op hun passagiersvliegtuigen naar het midden en het Verre Oosten. De Britten en de Japanners (B.O.A.C. en J.A.L.) vliegen met goederen tot Australië, Singapour en Hong-Kong, maar gebruiken gemengde vliegtuigen.

Loutere cargovliegtuigen integendeel worden in huur genomen door maatschappijen zoals Philips en Peugeot, hetzij om hun produkten te vervoeren, hetzij om hun nieuwe fabrieken uit te rusten, zo bij voorbeeld de nieuwe fabriek Peugeot te Kano, waarvan alles uit Lyon per vliegtuig wordt verzonden.

Op de wereldkaart blijven dus de specifieke cargolijnen eerder beperkt (*Fig. 6*) en schijnen zich niet zo vlug uit te breiden niet-tegenstaande het feit dat het totaal goederenvervoer blijft stijgen op een merkwaardige wijze (2).

De reden daartoe is gemakkelijk te verklaren. Op enige uitzonderingen na moeten de luchtvaartmaatschappijen verliezen dekken. Ze verminderden de densiteit van hun vluchten en beslisten niet meer te wedijveren op bepaalde lijnen. De stijging van de kostprijs van de brandstoffen heeft de luchtvaart zwaar getroffen. Ieder nieuw initiatief schijnt een bedreiging in de IATA wereld waarin de luchtvaartmaatschappijen zich schuilen. De verbetering van de inkomsten van het luchtvrachtvervoer moet toelaten de verliezen van de passagierslijnen goed te krijgen. Desondanks namen de gespecialiseerde luchtvervoerders de beslissing hun eigen kansen te lopen en verbeterde tarieven toe te passen (3). Ze zijn dan ook bereid hun vliegtuigen te laten landen op specifieke vliegvelden, waar de tarieven lager zullen zijn dan op de passagiersvliegvelden.

---

(2) Making money with air freight (W.H. Hoffman, Business Week, Nov. 2, 1974).

(3) Probleme eines Nurfracht - Airport (Prof. Dr. My Werner Treibel, Luftverkehr 16.6.1976).

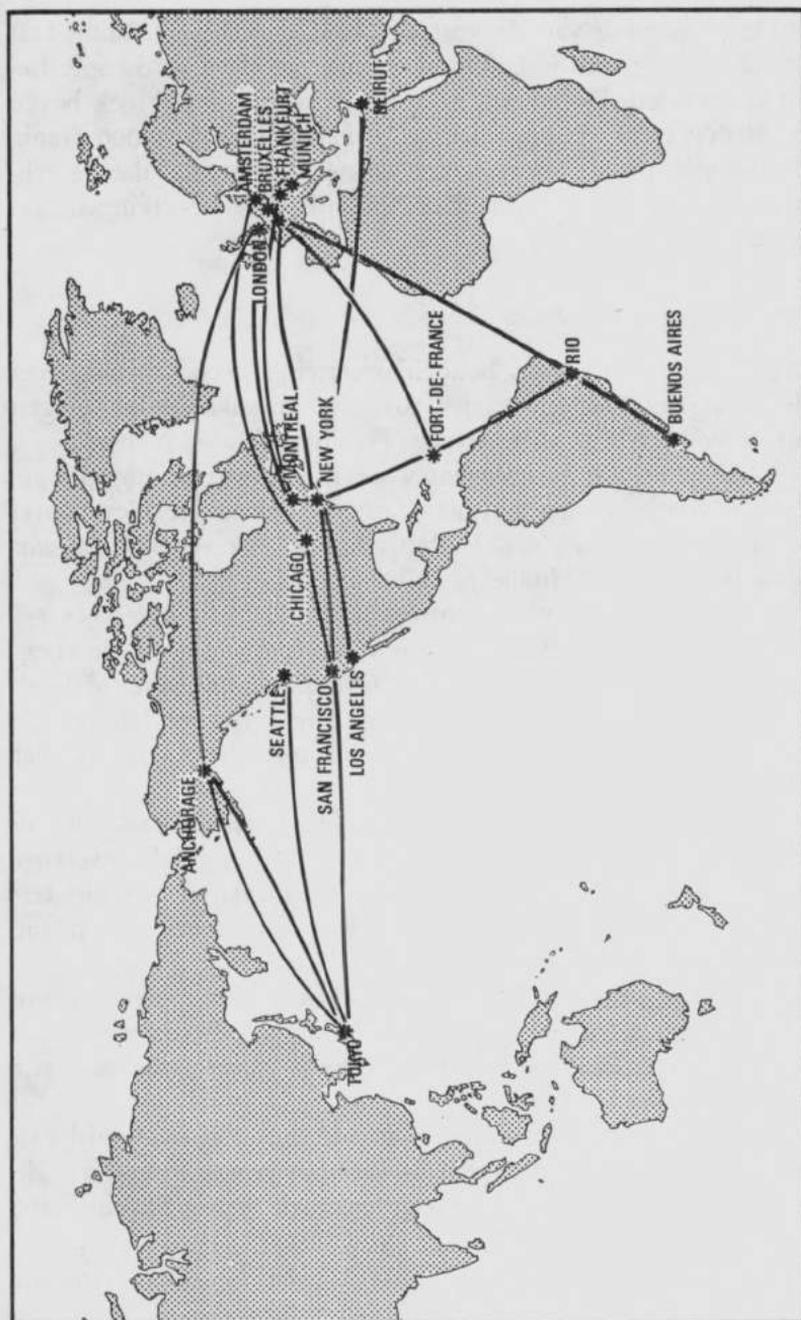


Fig. 6 — Regelmatige lijnen van de vrachtvliegtuigen exploitatie op 1.4.1976.

De berekening van de kostprijs voor dergelijke landing laat toe een daling van de landingskosten te voorspellen op specifieke vliegvelden. De landing met B 747 kost te Melsbroek boven de 50 000 frank en op een cargoplein gemiddeld 20 000 frank, dit onder bepaalde voorwaarden die veronderstellen dat de vrijheid daar te landen niet door tijd- of streekbependingen zou worden belemmerd (4).

#### DE LUCHTVRACHTHAVENS

De luchtvrachthavens houden opzettelijk geen rekening met de passagiers. Zij wijden zich zoals de Amerikanen het zeggen uitsluitend aan het vrachtvervoer (Freight dedicated Airport).

In de gemengde luchthavens worden er echter belangrijke gedeelten voorbehouden aan het vrachtvervoer o.a. te New York, te Chicago, te Frankfurt, te Parijs Roissy, enz., en *last but not least*, te Montreal (Mirabel).

Met uitzondering van Montreal is het luchtvrachtvervoer gebonden aan de avondklok en is de vluchtfrequentie van de vliegtuigen uiteraard beperkt tot 50 %. Overdag is het onvermijdelijk dat men moet wachten tot men toelating krijgt tot landen. De voorrang wordt gegeven aan de passagiersvliegtuigen en het vrachtvervoer betaalt daarvoor de prijs.

Het feit dat de goederen op de luchthavens terecht komen te midden van het reizigersverkeer bemoeilijkt het goederenvervoer nog op een andere wijze. Een grote luchthaven is een pleisterplaats waar talrijke wegen en spoorweglijnen samenkomen, die echter alle hopeloos overbezet zijn (5).

Bij de wachttijd van het vliegtuig komt er dan nog een andere voor de opslag van de goederen in loodsen zodat de werkelijke vluchttijd vóór de levering met twee of drie, soms met vijf vermenigvuldigd wordt.

Om al deze redenen zullen, aldus de heer FISHER, hoofd van de afdeling vrachtvervoer van de luchthaven van Frankfurt „de luchtbevrachters ertoe komen een specifiek voor de luchtvracht

---

(4) The Jehonville Free Freight Airport - Phase II - Master Plan (Ministère de l'Economie régionale Wallonne, Bruxelles, 1975).

(5) Le Grand Malaise des aéroports, par N. Segré (Sélection Readers Digest, janvier 1974).

voorbehouden luchthaven te eisen die een doeltreffende organisatie van het luchtvrachtvervoer mogelijk maakt" (6).

Maar om de ganse wereld te beslaan moet men een net luchtvrachthavens uitbouwen om overal waar de luchtvracht een noodzakelijkheid is gelijkwaardige faciliteiten te ontwikkelen. De hierbijgevoegde kaart (*Fig. 7*) toont duidelijk aan dat West-Europa kan bediend worden door één enkele luchtvrachthaven, waardoor men een versnippering en een anti-economische concurrentie tussen de bestaande luchthavens van Amsterdam, Parijs, Brussel en Frankfurt kan vermijden.

Een economische berekening heeft aangetoond dat de bedieningszone van een luchtvrachthaven zich van 300 tot 500 km kan uitstrekken, mits men een algemeen gebruik maakt van vervoerbare containers (7).

In Zuid-Europa, laat ons zeggen in 't noorden van Italië, is er dus plaats voor een tweede luchthaven, die eveneens een industriële cliënteel zal vinden die sterk geconcentreerd is in de bedieningszones die ervan afhangen.

De Verenigde Staten bezitten echter talrijke luchthavens en dit is waarschijnlijk de reden waarom ze achterstaan bij Europa in het specificeren van deze luchthavens. Er werden reeds projecten bestudeerd om een luchtvrachthaven te bouwen te Springfield (Ohio) en in Californië, maar er werd, wat de verwezenlijking ervan betreft, nog geen initiatief genomen. Het luchtvrachthavenproject van Springfield is namelijk op verzet gestuit vanwege de autoïndustrieën, die zich gekant hebben tegen de aanvraag van de investeerders om hen in dit project te betrekken voor het vervoer van voertuigen. De autoconstructeurs vervaardigen trouwens ook de trucks die normaal gebruikt worden voor het vervoer van wagens, en voor wie hun macht en die van de syndicaten der chauffeurs, de „teamsters”, kent is deze beslissing niet verbazingwekkend. Te Willowrun (Detroit) is er evenwel een belangrijke vliegtuiggaraage van General Motors vanwaar de wagens kunnen vervoerd worden maar dan met de toelating van de vakbonden.

---

(6) Ein Europäische Nurfacht - Flughafen ist in näher Zukunft kaum realisierbar (Wico, nr. 12, 14.6.1976).

(7) The Jehonville Free Freight Airport - Phase II - Master Plan (Ministerie van Waalse streekeconomie, Brussel, 1975).

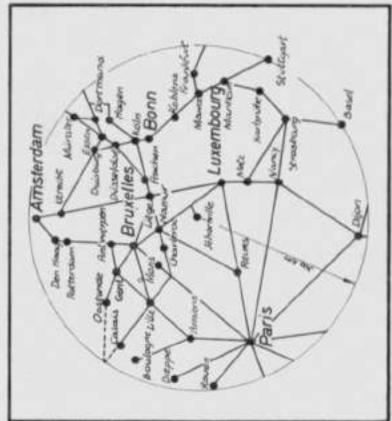
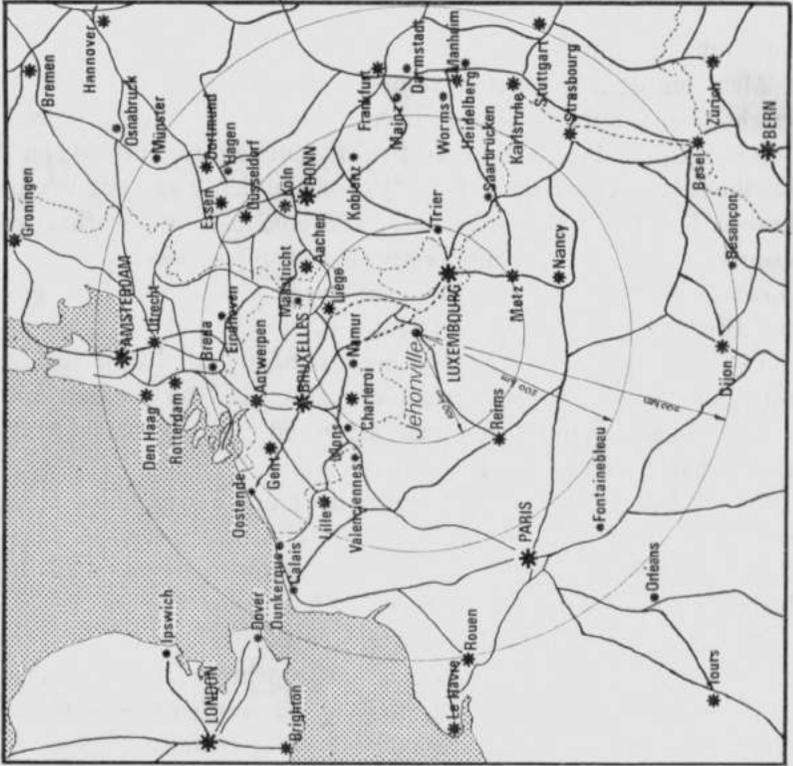


Fig. 7 — Ligging van Jehonville ten overstaan van het wegen- en het spoorwegnet in West-Europa.

De nieuwe luchthaven van Hong-Kong is ongeveer de enige die zich specifiek, maar spijtig genoeg nog niet uitsluitend, bezighoudt met het luchtvrachtvervoer. Frankfurt doet het ook op een grotere schaal als vroeger. Brussel heeft de beslissing genomen een vrachtterminaal te laten bouwen zonder echter over te gaan tot het aanleggen van een specifieke luchthaven uitsluitend bestemd voor het vervoer van goederen. Dat heeft men wel in zicht te Jehonville, in het zuiden van de provincie Luxemburg, doch de financiële moeilijkheden van de Belgische luchtvaartmaatschappij en de beperkte markt van het luchttransport in België waren de oorzaak van de niet verwezenlijking van dit project (8).

#### LUCHTCONTAINERS

De vrachten per lucht te verzenden worden in drie categorieën onderverdeeld: de open goederen, die geen bijzondere verpakking noodzakelijk zoals machines, rijtuigen, enz.; de „palets” die maar met een summiere verpakking worden samen gehouden of die geen bescherming benutten en uiteindelijk de luchtcontainer, volledig gesloten. De postverzending die nu bijna uitsluitend met het vliegtuig gebeurt wordt per zak verzonden en gaat in het algemeen samen met de bagage van passagiers.

De vrachtvliegtuigen nemen bij voorkeur containers omdat de dichtheid van de lading hoger en de manipulatie ervan gemakkelijker is. Tot op heden hebben de luchtcontainers nog niet de uitbreiding bereikt van de zeecontainers. Alhoewel een zekere standaardisatie waar te nemen valt, blijven de luchtcontainer-types zeer talrijk. Men gebruikt hout, lichte metaallegeringen, aluminium en zelfs glasvezels om de containers te maken.

De typecontainers zijn lange jaren afhankelijk gebleven van het typevliegtuig. In de DC 8 waren de bovenste hoeken van de containers afgerond. Dat is nu niet meer het geval in de grotere vliegtuigen, die bepaalde afmetingen opleggen aan de verzenders.

De luchtcontainers met standaardformaat zijn ook bestemd om op vrachtwagens te passen, zoals dit het geval is voor de

---

(8) La structure du trafic aérien de la Belgique, E. Mérenne (*Bull. van de Société géographique de Luik*, nr. 12, januari 1976, blz. 25 tot 49).

zeecontainers. Het ogenblik is nu gekomen dat er concurrentie mogelijk is tussen zee- en luchtcontainers aangezien zij beide dezelfde voordelen bieden.

De verzenders staan voor een keuze op voet van gelijkheid en uit oogpunt van de beschikbaarheid en de efficiëntie zodat men een merkwaardige ontwikkeling kan verwachten van de luchtcontainers ten nadele van de zeecontainers (9).

De statistieken geven toe dat meer luchtverzendingen langs containers geschieden en voor 1975 is het aantal gegroeid van 25,5 % tot 27,5 % van de totale verzendingen in West-Europa.

#### AARD VAN DE PRODUKTEN PER VLIEGTUIG VERVOERD

Geen enkel produkt is specifiek bestemd per vliegtuig of per schip verzonden te worden. Wanneer men de zaak onderzoekt met het oog op de kostprijs dan kan men zich ervan overtuigen dat het vliegtuig een specifieke markt aantrekt: goederen met hoge eenheidswaarde, machines of stukken van machines, lichte en kostelijke of breekbare en kostbare voorwerpen. Goederen en materialen die zwaar wegen en van minder waarde zijn, b.v. rijtuigen, produkten van courant gebruik en heel zware toestellen zullen beterkoop per schip verzonden worden.

De volgende *Tabel III* geeft de aard van de produkten weer welke men per vliegtuig verzendt:

TABEL III

	U.S.A.-Europa 1971	Europa-U.S.A. 1971
Machines en transportmiddelen	43,8 %	27,4 %
Diverse afgewerkte produkten	18,0 %	19,6 %
Chemische produkten	7,6 %	4,3 %
Voedingswaren	3,6 %	1,2 %
Diverse materialen	1,8 %	0,7 %
Dranken en tabak	0,3 %	0 %
Oliën en smeermiddelen	0,7 %	0 %
Diversen	24,2 %	46,8 %

(9) La révolution du conteneur du producteur au consommateur - La chaîne n'a qu'un seul maillon - L'usine nouvelle - Oct. 1975 - Paris.

Wij merken op dat de werktuigen en de elektronische apparatuur een belangrijke plaats innemen. Wanneer we deze cijfers per land en per richting ontleden ontdekken we evenwel bepaalde tendensen die bevestigen dat er bij de keuze van de expediteurs intuïtief te werk gegaan wordt.

In sommige landen wordt een bepaald produkt tegen 100% per vliegtuig vervoerd, terwijl in andere landen het percentage voor dat zelfde produkt nauwelijks een paar percent bedraagt. De fotografische film is hier een typisch voorbeeld van.

TABEL IV

Verzendingen van Roll-films in 1971

	Ton/vliegtuig	Ton/schip	% per vliegtuig
Uit de V.S. naar:			
Frankrijk	69,6	36,8	65
Engeland	98,8	150,1	40
Italië	22,3	60,1	27
Nederland	22,3	86,4	21
België	11,9	73,1	14
Spanje	6,2	39,5	14
West-Duitsland	19,9	138,7	12
Zwitserland	5,7	69,2	8
Zweden	10,7	142,4	7
	267,4	796,3	208

Het luchtvrachtvervoer kan ook nog geanalyseerd worden volgens de eenheidswaarde van de goederen. De desbetreffende statistiek (*Tabel V*) toont aan dat de hiërarchie van de luchtvracht opgemaakt wordt volgens een waardeschaal van de produkten, wat men logischerwijze kon verwachten.

Deze statistiek werd vervalst door het feit dat de rubriek „machines-werktuigen, voertuigen en grote apparaten” anomalieën vertoont wanneer men hun eenheidswaarde berekent. Het feit dat de logica hoe dan ook overheerst, toont aan dat het luchtvervoer steeds meer regelmatige vrachten heeft, daar waar oorspronkelijk een groot deel van de vervoerde produkten uit voertuigen bestond, uit toestellen of andere voorwerpen die slechts gelegenheidsvrachten waren.

TABEL V

5 landen: Benelux - Frankrijk - B.D.R.  
Uitvoer naar de V.S. (1972)

Produkten tegen eenheidswaarde uitgedrukt in dollars/kg	Totale verzendingen in ton/jaar	Vervoerd per vliegtuig ton/jaar	Procent per vliegtuig
6 en meer	105 134	50 208	47,8
4 en meer	231 125	60 816	26,3
3 en meer	329 140	66 677	20,3

Men kan voorspellen dat men voor een ganse reeks produkten, namelijk exotische vruchten, groenten, wijnen, voedingswaren, meubelen, enz., zal beroep doen op het luchtvervoer dat zekerheid biedt voor de levering en voor de bestemming, waardoor men het produkt op optimale wijze kan valoriseren op de plaats waar de waarde ervan het hoogst is.

Het produkt dat per vliegtuig vervoerd wordt kan tegen betaling bij de levering afgegeven worden, zonder dat men hetzelfde risico loopt als bij het vervoer per schip. Het is niet uitzonderlijk dat een zending per schip met betaling bij de levering het bankroet van de verkoper tot gevolg heeft wegens de overdreven lasten die de koper oplegt voor het afleveren van de goederen.

Uiteindelijk zal de opvoering van de frequentie van de handelsuitwisselingen werkelijke financiële voordelen tot gevolg hebben en zullen de kredietinstellingen zich aan de daaruit voortvloeiende nieuwe situatie moeten aanpassen.

#### EINDWOORD

Wij hebben reeds de ontwikkeling beschreven van het luchtvervoer zelf en weten dat niettegenstaande het passagiersvervoer minder toeneemt het vervoer van goederen blijft stijgen met een percentage dat schommelt tussen 10 en 18 %.

De economische rechtvaardiging ligt volledig in het feit dat het luchtvervoer van goederen besparingen toelaat tegenover de andere vervoermiddelen, aangezien:

1° De veiligheid groter is zodat de verzekeringskosten lager zijn;

2° De snelheid van de commerciële uitwisseling in uren uitgebracht kan worden in plaats van in dagen, weken of maanden zoals voor het vervoer per schip;

3° De huidige mogelijkheden van het vervoer per luchtverkeer nog niet hun optimale uitbreidingen bereikt hebben;

4° Er geen soortelijk gebruik van vervoer voor bepaalde goederen gebeurt, t.t.z. dat bepaalde artikelen in zekere landen absoluut niet per vliegtuig verzonden worden en het in andere landen bijna uitsluitend op die manier gebeurt;

5° Het vervoer per vliegtuig zeker aangewezen is voor goederen waarvan de eenheidswaarde hoger ligt.

Al deze gunstige voorwaarden zullen nog aanzienlijk verbeterd worden, wanneer men zal gebruik maken van specifieke vliegtuigen, specifieke luchthavens en meestal laadkisten om deze goederen nog vlugger, nog goedkoper en gemakkelijker naar andere landen te transporteren.

25 november 1977.

## A. Van Haute. — Recyclage des eaux usées en eau potable

### RÉSUMÉ

Dans un premier chapitre nous donnons un aperçu de la situation actuelle concernant le recyclage des eaux usées pour toutes applications (irrigation, usages récréatifs, réutilisation industrielle, réutilisation municipale).

La technologie la plus avancée de chaque étape du traitement des eaux usées destinées à la boisson est étudiée ensuite. L'accent est d'abord mis sur le traitement nécessaire des eaux usées (élimination de la DBO, élimination de l'ammoniaque, des nitrites et des nitrates, déphosphatation et traitement à haute concentration de chaux), pour passer ensuite aux techniques de la production d'eau potable (désinfection, filtration, ozonation, traitement au charbon actif, élimination de sels dissous).

Dans un troisième et dernier chapitre l'attention est attirée sur les effets possibles que la réutilisation des eaux usées destinées à la consommation humaine peut avoir sur la santé.

\* \* \*

### SAMENVATTING

In een eerste hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de huidige toestand in verband met het hergebruik van afvalwater voor alle toepassingen (irrigatie, recreatiedoeleinden, industrieel hergebruik, huishoudelijk gebruik).

Daarna wordt de meest vooruitstrevende technologie bestudeerd van iedere stap van de behandeling van afvalwater tot drinkwater. Eerst wordt de nadruk gelegd op de nodige zuivering van het afvalwater (verwijdering van de BOD, verwijdering van ammoniak, nitrieten en nitraten, verwijdering van fosfaten

en behandeling met hoge kalkconcentratie) om daarna over te gaan tot de technieken van de drinkwaterbereiding (ontsmetting, filtratie, ozonisatie, behandeling met actieve kool, verwijdering van opgeloste zouten).

In een derde en laatste hoofdstuk wordt de aandacht getrokken op de mogelijke gevolgen dat het hergebruik van afvalwater bestemd voor gebruik als drinkwater kan hebben op de gezondheid van de mens.

\* \* \*

#### A. LE RECYCLAGE DES EAUX USEES ETAT ACTUEL DE LA SITUATION

C'est surtout depuis la crise énergétique de 1973 que l'on a commencé à se montrer plus économe dans l'utilisation des matières premières, et en particulier de l'eau. Les pronostics concernant la consommation de l'eau réalisés avant cette époque se sont, pour la plupart, révélés trop élevés. La récession économique a également influencé la consommation de l'eau dans l'industrie, tout d'abord parce que la production est tombée à 50 ou 60 % de la capacité potentielle, et en second lieu, parce que les cadres disposent de plus de temps pour étudier les mesures permettant d'économiser l'eau et de la recycler.

Il va de soi que les mesures concernant la qualité des eaux usées stimulent également le recyclage de celles-ci. Alors que l'on applique déjà le principe du recyclage dans l'industrie et l'agriculture, le recyclage de l'eau à des fins de consommation humaine est pratiquement inexistant.

L'utilisation directe des eaux usées comme matière première destinée à la préparation de l'eau potable semble encore entravée par des facteurs psychologiques, car le profane en la matière peut difficilement se résoudre à accepter semblable solution.

Actuellement notre ravitaillement en eau potable, provenant des eaux superficielles, constitue un recyclage indirect des eaux usées. Il offre une différence essentielle avec la réutilisation directe, lorsqu'on peut sérieusement tenir compte, en choisissant le point de la prise d'eau, de la distance du point de décharge le

plus proche, de façon qu'une importante dilution et une auto-épuration des eaux usées puisse avoir lieu. Mais dans certains fleuves le pourcentage d'eaux usées est déjà si élevé (il peut atteindre plus de 50 %, surtout en période de sécheresse) que la potabilisation d'une telle eau de base équivaut au recyclage direct d'eaux usées et les mêmes mesures de sécurité doivent par conséquent être appliquées. Il faut, dans les deux systèmes, tenir compte des mêmes problèmes de sécurité, afin que la santé des personnes qui boiront de cette eau rendue potable ne puisse être mise en danger, compte tenu des normes toujours plus sévères qui régissent la qualité de l'eau potable.

Une exigence essentielle concernant tous les types de recyclage de l'eau est de contrôler le plus minutieusement possible les eaux usées industrielles afin de retenir à la source les matières toxiques. Il est même à conseiller, si la chose est possible, de supprimer totalement les eaux usées industrielles. Ceci peut s'avérer impossible pour beaucoup de systèmes existants ou surtout dans le cas du recyclage indirect de l'eau d'une rivière fortement polluée, contenant déjà une importante quantité de rejets industriels. Il est essentiel de veiller à ce que la qualité des eaux usées ne varie pas de façon extrême.

Dans la plupart des cas, le premier pas à faire pour prévenir une pénurie d'eau consistera à réutiliser directement les eaux usées à des fins industrielles et agricoles, ces secteurs exigeant souvent une eau d'une qualité moindre que celle réservée à la consommation humaine. Ce n'est que lorsque l'on aura totalement satisfait à ces besoins en eau de qualité inférieure que l'on voudra bien considérer la possibilité de la réutiliser également pour la consommation humaine, et qu'on le fera. Mais, étant donné que l'influence toxicologique des micropolluants des eaux usées est encore mal connue, il y aura, par rapport aux sources conventionnelles d'approvisionnement, un plus grand risque sur le plan sanitaire, lié à la réutilisation directe, en raison des phénomènes d'accumulation qui se présentent dans un système de récirculation d'eau. C'est pourquoi nous devons encore considérer le recyclage direct des eaux usées en eau potable comme une alternative qui doit être évitée. D'autres exemples de réutilisation des eaux usées sont le recyclage pour maintenir en vie certaines espèces d'animaux sauvages, comme par exemple dans le Suisin

Marsh en Californie, U.S.A. (ROCHE, 1973) [1] (\*) ou à des fins récréatives tel le « Santee Recreation Project » en Californie, U.S.A. (MERRELL, KATKO, 1966) [2] ou le South Tahoe Reclamation Plant, également en Californie U.S.A. (ASKEW, 1973) [3]. Le *Tableau I* [4] donne un schéma des processus de traitement des eaux usées pour toutes les applications à l'exclusion de l'eau potable.

Une première application de l'utilisation des eaux usées à des fins de consommation humaine eut lieu à Chanute, dans le Kansas, U.S.A. (METZLER, 1958) [5]. On éprouva cependant de grandes difficultés à cause de l'accumulation de sels et de détergents synthétiques, et les essais s'arrêtèrent au bout de quelques mois. Le seul exemple important à ce jour est le « Windhoek Water Reclamation Project » (C.S.I.R., 1971) [6] en Namibie. Des projets analogues sont à l'étude, comme par exemple le « Dan Region Plan » en Israël (SHELEF, 1973) [7] et le plan pour Denver, Colorado, U.S.A. (CHAPPELL, 1975).

## B. TECHNIQUES DE TRAITEMENT

Pour obtenir un schéma valable de la transformation des eaux usées en eau potable, on peut tout d'abord appliquer à ces eaux usées un traitement qui les épure jusqu'à ce qu'elles répondent aux normes de la directive promulguée par le Conseil de la C.E.E. le 16 juin 1975 et qui définit les exigences de qualité des eaux de surface destinées à la production de l'eau potable; d'importants nombres guides (\*\*\*) indiquent pour la classe A 3 des eaux superficielles la moins pure:  $\text{DBO}_5^{20}$  7 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ , DCO 30 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ , azote Kjeldahl 3 mg N/l,  $\text{NH}_4^+$  1,55 (3,1 ne peut être dépassé) (\*\*\*) mg N/l,  $\text{NO}_3^-$  11,3 mg N/l (ce chiffre est imposé) et phosphates 0,3 mg P/l. (Cette première étape est reprise plus loin sous le nom de « traitement des eaux usées ».) Ensuite on peut suivre le processus classique de potabilisation de l'eau pour satisfaire aux nombres guides de la proposition de normes européennes pour l'eau potable, rédigée par la Commission de

\* Les chiffres entre parenthèses renvoient aux références *in fine*.

\*\* Les nombres guides sont des valeurs idéales vers lesquelles il faut tendre tandis que les valeurs à ne pas dépasser, donc imposées, ont force de loi (les concentrations maximales admissibles).

TABLEAU I — Schéma des procédés de traitement relatifs au recyclage de l'eau usée.

Schéma de traitement	Irrigation					Usages récréatifs		Réutili- sation indus- trielle	Réutilisation municipale eau non potable (rinçage des égouts, lavage des cours, des rues..., arrosage des jardins...)
	Récoltes non destinées à la con- sommation humaine directe	Récoltes consom- mées après cuisson	Récoltes destinées à être consom- mées cruës	Prairies et récoltes de fourrage	Parcs, jardins, terrains de golf...	Sans contact (navi- gation, pêche...)	Avec contact (bai- gnade, natation, ski nau- tique...)		
Traitement primaire	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Traitement secondaire		X	X	X	X	X	X	X	X
Filtration sur sable ou bassins de stabilisation (temps de séjour 10 jours)		II	II	X	X		X	II	X
Nitrification								II	
Floculation chimique								II	
Echange d'ions ou autres mé- thodes permettant l'élimina- tion des ions								II	
Désinfection		II	X	○	○ & △	II	X	II	X
Critères supplémentaires	● & □	○ & □ ou ■ & □	■ & □	○	○ & △	○	■ & ⊙	⊕ ou ■	⊕

X = obligatoire

II = parfois exigé

● = absence de solides grossiers; élimination d'une grande partie des œufs de parasites

○ = comme ● plus élimination d'une grande partie des bactéries

⊕ = comme ○ plus élimination d'une grande partie des virus

■ = au plus 100 coliformes par ml dans 80 % des échantillons

□ = pas de produits chimiques laissant des résidus indésirables dans les récoltes ou les poissons

⊙ = pas de produits chimiques provoquant une irritation des muqueuses ou de la peau

△ = robinets ou équivalents ne peuvent être fixés sur les conduites d'irrigation

la C.E.E. le 31 juillet 1975: entre autres, à côté des nombres guides relatifs aux aspects bactériologiques, à la couleur, au goût et à l'odeur le nombre guide concernant la turbidité de l'eau est de 0,1 unité J.T.U. (0,3 ne peut être dépassé), concernant la DBO<sub>5</sub><sup>20</sup> 50 % de la teneur en oxygène qui doit atteindre au moins 5 mg/l, concernant la consommation en KMnO<sub>4</sub> 1 mg O<sub>2</sub>/l (5 mg O<sub>2</sub>/l ne peut être dépassé) concernant azote Kjeldahl 0,05 mg N/l (0,5 mg N/l ne peut être dépassé) concernant l'ammoniac 0,04 mg N/l (0,4 mg N/l ne peut être dépassé) concernant NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 11,3 mg N/l (ce chiffre est imposé), concernant NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 0,03 mg N/l (ce chiffre est imposé) et concernant le phosphore 0,3 mg P/l (le chiffre à ne pas dépasser après traitement aux polyphosphates pour stabiliser la dureté est de 2 mg P/l). (Cette deuxième étape sera dénommée ici « Potabilisation de l'eau ».) Les deux directives donnent également, entre autres, une teneur minimum en oxygène et des concentrations de sels maximum.

Durant les processus de traitement l'on suivra en priorité les diminutions de la quantité de matières en suspension, des DBO et DCO, de l'azote Kjeldahl, des ions NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> et NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ainsi que de la teneur en phosphates, parce que ce sont principalement ces paramètres qui seront déterminants pour la qualité de l'eau potable. On peut alors se poser la question de savoir s'il convient de passer au dessalement. La présence de micropolluants organiques et inorganiques doit également être examinée et suivie. Pour permettre un contrôle de l'eau qui soit à la fois complet sur les plans chimique et microbiologique, on doit prévoir un temps de séjour de l'eau traitée d'environ 48 h avant de l'acheminer vers le réseau de distribution. On conseille aussi un séjour de 7 jours entre le lieu où l'on mesure la qualité des eaux usées et l'installation de potabilisation de l'eau. Pour cela on peut construire un réservoir de sécurité où l'eau séjournera en principe 2 jours, suivi d'un réservoir de stockage pour assurer l'alimentation en cas de pollution accidentelle.

Lorsqu'on traite des eaux usées en vue de leur réutilisation, il faut s'assurer plus d'une ligne de défense contre le percement des polluants. Il est donc à conseiller de diminuer la concentration de chaque polluant par au moins deux procédés.

## I. TRAITEMENT DES EAUX USÉES

I.1. La plupart des procédés développés pour recycler l'eau sont basés sur l'emploi d'effluents secondaires: les eaux usées ont donc déjà subi une épuration primaire mécanique et physique, et une épuration secondaire biologique; à ce dernier stade on utilise de préférence le procédé des boues activées car l'effluent correspondant garantit une qualité meilleure et plus stable que celle obtenue par utilisation de lits bactériens.

L'effluent des décanteurs secondaires contient encore 25 à 30 mg/l de matières en suspension, alors que dans un procédé des boues activées conventionnel, avec une charge massique d'environ 0,5, il se produit une réduction de DBO de près de 90 % (p.ex. de 300 mg/l à 30 mg/l), tandis que la réduction d'azote et de phosphore n'est que de 30 % environ au maximum. Aussi bien les valeurs de DBO (et de DCO) que les teneurs en ammoniac et en phosphore sont donc encore trop élevées.

I.2. Les valeurs de la DBO (et de la DCO) diminuent encore lors des traitements qu'il faut prévoir pour enlever les composés d'azote nocifs et les phosphates. Pour diminuer sensiblement la valeur de la DBO de l'effluent, le mieux est de construire une installation de boues activées à deux étages, dont le premier étage serait à forte charge, et le second à faible charge, de sorte qu'une nitrification complète (voir plus loin) puisse se produire dans ce second étage. Une installation à deux étages présente également l'avantage d'être moins sensible aux variations de débit et de concentration. En plus, lors de la séparation des deux boues, des rejets accidentels de matières toxiques, dus au déversement éventuel d'eaux industrielles usées et imparfaitement purifiées, n'attaquent que la boue du premier bassin d'aération, laquelle, après évacuation, peut être alors immédiatement renouvelée par de la boue du second bassin d'aération, de façon que le fonctionnement de l'installation entière ne soit pas entravé.

Finalement, la flore bactérienne des deux bassins sera tout à fait différente, et, dans le second bassin il se développera une flore spécialisée dans la destruction des composés organiques difficilement dégradables puisque ceux qui sont facilement dégradables ont déjà été éliminés dans le premier bassin.

Pendant le passage dans le premier étage, fortement chargé du point de vue biologique, on peut enregistrer une réduction de la DBO d'au moins 70 %, et durant le passage dans le second étage, faiblement chargé, il y a encore une réduction de 90 % de la DBO restante, si bien que la DBO d'un influent de 300 mg/l par exemple, sera tombée à 9 mg/l.

I.3. Les composés de l'azote occasionnent encore une lourde charge. Dans les eaux usées domestiques, l'azote est surtout présent sous une forme réduite (azote Kjeldahl) comme  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ , urée, albumines et produits de décomposition, alors qu'il apparaît à peine, ou pas du tout, sous forme oxydée ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ). En moyenne, les eaux usées domestiques contiennent 40 à 80 mg N/l, sous différentes formes (Tableau II):

TABLEAU II — Composés de l'azote dans les eaux usées domestiques.

		$\text{NH}_4^+\text{-N}$	N organique	$\text{NO}_2^-\text{-N}$ et $\text{NO}_3^-\text{-N}$
Teneur	mg/l	10-60	5-35	0-6
Pourcent de l'azote total	%	55-60	40-45	0-5
Pourcent décantable	%	0	50	0
Pourcent non décantable	%	100	50	100

Les fortes teneurs en  $\text{NH}_4^+$  et en azote Kjeldahl sont valables pour les conditions européennes (consommation d'eau plus réduite) pour autant que les eaux usées domestiques ne soient pas diluées par les eaux usées industrielles, l'eau souterraine ou l'eau de pluie. Les faibles teneurs correspondent plutôt aux conditions américaines.

Dans un procédé par boues activées avec une charge massique de 0,5, les composés azotés restant après la sédimentation et la croissance des cellules ne se transforment plus loin qu'en ammoniacque. Les procédés possibles pour enlever l'ammoniacque [8] sont le stripping (procédé physique), l'échange d'ions et la chlo-

ration au point critique, ou chloration au « break-point » (procédés chimiques) et la nitrification-dénitrification (procédé biologique). L'échange d'ions et les systèmes de chloration se caractérisent par un coût proportionnel à la quantité d'azote; cela rend ces méthodes plus appropriées pour des traitements à faible concentration. L'échange d'ions exige l'appareillage le plus compliqué, ce qui fait que ce procédé n'est économique que pour les capacités élevées en raison des frais importants d'investissement. Ce procédé est également moins recommandé pour les eaux usées domestiques, qui contiennent encore des matières organiques. La quantité requise de chlore équivaut à dix fois celle d'ammoniaque, et la teneur en chlorures s'élève en proportion. L'élimination de l'ammoniaque par le procédé de stripping (pour un pH d'environ 11, par addition de chaux) présente l'inconvénient d'avoir un rendement plus faible ou un coût plus élevé, en période de temps froid. Le  $\text{CO}_2$  de l'air réagit également avec la chaux en solution pour former du carbonate de calcium qui se dépose dans la tour ou dans le système de distribution. L'élimination n'est jamais totale; par exemple, à la température normale, il faut 1 000 volumes d'air par volume de liquide pour enlever 90 % de l'ammoniaque présent. D'autre part, les frais sont proportionnels au volume d'eau à traiter, ce qui rend ce procédé plus économique pour de fortes concentrations d'ammoniaque. Le procédé par stripping est donc approprié pour des eaux usées riches en ammoniaque, lorsque l'on jouit d'un climat favorable. La combinaison de cette méthode avec d'autres semble nécessaire par temps froid ou comme traitement secondaire. Le stripping enrichit également l'eau traitée en oxygène. L'ammoniaque se dissout dans l'air et il peut en résulter une pollution de l'air.

Dans presque tous les cas, la façon la plus économique d'enlever l'ammoniaque réside dans le procédé biochimique de nitrification-dénitrification [9], de sorte que le recours à des méthodes physico-chimiques reste la plupart du temps limité aux cas où une élimination biologique se révèle difficile ou impossible. La chloration peut être nécessaire comme traitement final, si une concentration très faible d'ammoniaque est exigée. Le procédé de nitrification, dans lequel l'ammoniaque est transformé en nitrate est réalisé, ainsi qu'il est indiqué plus haut, dans un

procédé de boues activées à deux étages. La concentration finale en nitrate peut alors, par une transformation presque totale, s'avérer plus élevée que celle que l'on désirait, parce qu'il se forme presque une mole de nitrate par mole d'ammonium pendant la nitrification. Par une dénitrification anaérobie ultérieure, les nitrates peuvent être transformés en azote gazeux. S'il est nécessaire d'enlever tous les nitrates, il faut adjoindre une source de carbone au réacteur, par exemple sous forme de méthanol; pour éliminer totalement tous les nitrates il faut d'ailleurs que la quantité de méthanol dépasse celle théoriquement nécessaire et l'excès doit encore être enlevé par un procédé des boues activées. Pour l'eau potable où l'on admet jusqu'à 11,3 NO<sub>3</sub>-N mg/l, il conviendrait de modifier l'installation pour éviter de devoir utiliser du méthanol en le remplaçant par des matières organiques provenant des eaux d'égout: ainsi l'eau d'égout peut passer d'abord intégralement dans le réacteur de dénitrification pour être envoyée ensuite dans le réacteur de nitrification, tandis que l'effluent final nitrifié est repompé vers le réacteur de dénitrification avec un rapport de recyclage très élevé. Dans le *Tableau III* sont indiquées les conditions de réaction pour la nitrification et la dénitrification.

TABLEAU III — Paramètres influençant la réaction lors de la nitrification et de la dénitrification.

	Nitrification	Dénitrification
Zone de pH	7-9	6-9
pH optimum	env. 8,5	7-8,2
Vitesse de transformation à 20° C et pH optimum (mg N/mg de boue/jour)	env. 0,2	0,6-1,6
Rapport entre la vitesse de transformation à 20° C et à 10° C	env. 2 (arrêt sous 5° C)	env. 3 (continue sous 5° C)
Oxygène	présence nécessaire (> 1 mg O <sub>2</sub> /l)	faible, absent
CO <sub>2</sub>	présence nécessaire	—
Charge maximale (kg DBO/kg de boue . jour)	0,2	—
Excès de la DBO par rapport au NO <sub>3</sub> -N	—	1,5 à 2 × la valeur théorique
Rendement	au delà de 95 %	95-100 %

Dans les installations modernes, il est également possible de procéder à la dénitrification dans le réservoir d'aération. Pour cela on peut donner à ce dernier la forme d'une fosse d'oxydation en plaçant une paroi de séparation dans un espace allongé et en séparant ensuite l'aération du moyen que l'on utilise pour donner à l'eau une turbulence suffisante pour que la boue ne se dépose pas: des hélices immergées verticalement à axe horizontal, assurent la circulation de l'eau, tandis que des aérateurs à air comprimé placés immédiatement en aval des hélices, assurent l'aération; les hélices tournent en permanence, mais l'aération est arrêtée par exemple durant une heure après chaque période de fonctionnement de deux heures. Pendant la période d'arrêt une dénitrification sans apport de carbone a lieu.

I.4. Il convient également d'éliminer les phosphates. Les eaux usées domestiques contiennent environ de 5 à 30 mg P/l sous les 3 formes suivantes (*Tableau IV*):

TABLEAU IV — Composés du phosphore dans les eaux usées domestiques.

		Ortho-phosphates P	Poly-phosphates et phosphates organiques P
Teneur	mg/l	1-9	4-21
Pourcentage du phosphore total P	%	25-30	70-75
Pourcentage décantable	%	max. 20	
Pourcentage non-décantable	%	min. 80	

Comme pour les composés de l'azote, les teneurs plus élevées sont valables pour les conditions européennes, les teneurs plus basses pour les conditions américaines.

Pour éliminer les phosphates, on a recours aux méthodes suivantes:

— Pré-précipitation, par addition de produits chimiques dans le décanteur primaire;

— Précipitation simultanée par addition de produits chimiques dans le bassin d'aération;

— Post-précipitation par addition de produits chimiques dans une phase séparée après le traitement biologique.

Les produits chimiques utilisés sont, la plupart du temps, des sels d'aluminium, des sels de fer et dans le cas de la post-précipitation, aussi de la chaux. La post-précipitation donne en pratique le meilleur résultat (au moins environ 95 % des phosphates sont éliminés). Lorsqu'on utilise l'un des deux premiers sels, il se produit également une floculation ce qui diminue la teneur en matières en suspension et en DBO.

Lorsque l'on ajoute de la chaux à une eau ou une eau usée [10], la chaux réagit avec les bicarbonates pour former un dépôt de carbonate de calcium, et avec les phosphates pour former un dépôt de phosphate de calcium. Aucun de ces deux précipités ne produit de floccs et la sédimentation est trop lente; mais si l'on ajoute une quantité de chaux supérieure à celle requise pour que les carbonates et les phosphates se déposent, l'excès de l'hydroxyde de calcium reste dissous et le pH s'élèvera. Lorsque le pH dépasse 9,5, le magnésium se dépose sous forme d'un flocc pâteux de  $Mg(OH)_2$ . L'hydroxyde de magnésium n'est pas totalement éliminé de la solution, à moins que le pH n'atteigne 12, mais habituellement on trouve suffisamment de magnésium dans les eaux usées pour que, à un pH inférieur à 11,5, une floculation suffisante se produise pour entraîner les carbonates et les phosphates précipités. S'il n'y a pas assez de magnésium dans les eaux usées de départ on peut y ajouter la quantité nécessaire, ou un autre coagulant tel qu'un sel de fer ou d'aluminium. D'ordinaire on ajoute quelques centaines de mg/l de chaux (en fonction de la dureté de l'eau) et, éventuellement, quelques dizaines de mg/l de coagulant [11, 12, 13, 14, 15].

L'un des avantages de l'emploi de la chaux par rapport aux autres agents de précipitation réside dans le fait qu'aucun anion tel que chlorure ou sulfate n'est ajouté à l'eau. La post-précipitation avec la chaux dans un bassin séparé est à recommander, car il n'y a pas seulement une diminution de phosphates, allant de pair avec une diminution des matières en suspension et de la DBO, mais aussi les métaux lourds encore éventuellement pré-

sents se déposent avec la boue de chaux et une désinfection assez poussée de l'effluent a également lieu (en fonction du temps de contact). On peut adapter une unité de flottation pour le traitement à la chaux. Un temps de séjour réduit dans une semblable unité (20 min) permet à la fois d'épargner des dépenses d'investissement et de gagner de l'espace par rapport à une sédimentation classique qui exige d'habitude 2 à 3 heures, tandis que la boue a aussi une teneur en matières sèches plus élevée (2...3 %, contre 0,5...1 %). Les frais d'exploitation sont naturellement plus élevés, mais l'eau y est en même temps aérée, de sorte que sa teneur en oxygène augmente. La boue à base de chaux est aussi plus déshydratable et peut être conduite, sans épaissement, directement aux lits de séchage.

La boue à base de chaux peut être calcinée et retransformée en oxyde de calcium dans un four à étages, à une température d'environ 1 000° C. Toute la chaux ne peut être récupérée car une certaine proportion (de 25 à 35 %) de cette chaux calcinée doit être éliminée et remplacée par de la chaux fraîche, pour éviter une accumulation de cendres inertes dans le système. La recombustion de la boue de chaux n'est économique que si elle est effectuée sur une grande échelle et dans les pays pauvres en calcaire.

Le pH de l'eau doit ensuite être à nouveau abaissé jusqu'à une valeur qui est fonction du stade de traitement suivant. La correction du pH après élimination des phosphates n'est ni difficile à réaliser, ni chère, car l'eau a perdu une grande partie de sa capacité de tampon du fait de la coprécipitation du  $\text{CaCO}_3$ .

L'abaissement du pH peut être réalisé en utilisant de l'acide carbonique ( $\text{CO}_2$ ) ou un acide minéral. Le  $\text{CO}_2$  peut être employé tant dans un processus à deux étages que dans un processus à étage unique. Dans un processus à deux étages le  $\text{CO}_2$  est soufflé dans l'eau pour réduire le pH d'environ 11,5 à 9,0-9,5; pendant cette opération le  $\text{CO}_2$  forme, avec l'excédent d'hydroxyde de calcium dissous, du carbonate de calcium, qui atteint sa solubilité minimum à ce pH. Si à ce moment on laisse sédimenter l'eau, le carbonate de calcium peut être récupéré. Pour activer la sédimentation du  $\text{CaCO}_3$  finement dispersé, on ajoutera une petite quantité de flocculant (par exemple 30 mg/l de  $\text{FeSO}_4$  chloré). Après

la sédimentation, on ajoutera encore, si nécessaire un peu plus de  $\text{CO}_2$  pour réduire davantage le pH jusqu'à ce que celui-ci atteigne, par exemple 7. Dans un système à un seul étage la sédimentation est omise et le  $\text{CO}_2$  supplémentaire réagit avec le carbonate de calcium pour former du bicarbonate soluble. Si l'on utilise un acide minéral ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  ou  $\text{HCl}$ ), la décantation n'est pas nécessaire mais d'autre part, la concentration en matières dissoutes ne diminue pas non plus. On préfère utiliser la plupart du temps le  $\text{CO}_2$  dans un processus en deux étages, car ce gaz revient meilleur marché qu'un acide minéral, et la boue recalcinée peut reconstituer aussi bien du  $\text{CO}_2$  qu'une bonne partie de la chaux. Les frais d'investissement élevés sont contrebalancés par les avantages cités de cette méthode. Un autre avantage du processus à 2 étages avec le  $\text{CO}_2$  réside dans la meilleure élimination des métaux amphotères tel que le Zn, le Pb, qui ne se déposeraient pas suffisamment si le pH était trop élevé, mais qui flocculent sans problème si le pH avoisine 9.

La teneur en phosphore de l'effluent de la post-précipitation avec la chaux peut descendre au dessous de 0,3 mg P/l si la concentration initiale en P n'est pas trop élevée. Si ce n'est pas le cas, il faut alors prévoir un dispositif de fonctionnement à deux niveaux [16] dans lequel on dose déjà un sel de fer ou d'aluminium dans le décanteur primaire de l'installation d'épuration des eaux usées, ce qui décharge en même temps l'épuration biologique de l'eau décantée.

Pour complément d'information, on peut mentionner également le fait qu'il est possible d'aboutir au même résultat par une élimination biologique des phosphates (« luxury uptake »). En tête d'une installation classique, composée d'un réacteur de dénitrification suivi d'un procédé à boues activées on installe un réacteur anaérobie dans lequel la boue recyclée de l'installation classique reste d'abord quelque temps en contact avec l'eau usée fraîche avant de s'écouler ensemble plus loin dans cette installation. Les bactéries soumises à ce traitement semblent pouvoir, par la suite, assimiler un excédent de phosphates. A Johannesburg, en Afrique du Sud, on construit actuellement une installation d'épuration de ce type de 450 000 e.h. [17, 18].

I.5. Des considérations énoncées jusqu'à présent, il ressort qu'il est possible de transformer les eaux usées domestiques en eaux possédant les qualités requises pour servir à la production d'eau potable, conformément à la directive du Conseil de la C.E.E. du 16 juin 1975, par l'application du schéma de la *Fig. 1*.

Non seulement les nombres guides mentionnés plus haut ont été réalisés, mais on a également accompli une désinfection poussée, et l'on peut considérer l'effluent comme suffisamment dépourvu de métaux lourds.

I.6. Une nouvelle manière de recyclage des eaux usées consiste à laisser le traitement (chimique) à la chaux s'effectuer d'abord dans le décanteur primaire, et de le faire suivre par le traitement biologique. Des installations de ce genre sont étudiées, entre autres à l'Institut National de Recherche sur l'Eau (Nationaal Instituut voor Wateronderzoek) de Prétoria en Afrique du Sud (100 m<sup>3</sup>/jour) [19], ainsi qu'au « Water Research Centre » de Stevenage en Angleterre, et aux Etats-Unis. L'avantage d'avancer le traitement à la chaux réside dans le fait qu'une grande partie des matières organiques non dissoutes (biodégradables ou pas) sont éliminées, ce qui diminue la charge du processus biologique qui suit; en même temps certains éléments dissous précipitent sous forme de sels de calcium étant donné que de très nombreux composés de calcium ne sont que peu solubles. Il est également possible qu'à cause du pH élevé du procédé à la chaux, des matières à haut poids moléculaire s'hydrolysent en matières à poids moléculaire moins élevé, devenant ainsi plus biodégradables. Les métaux lourds n'atteignent pas le traitement biologique, ce qui supprime le risque d'intoxication; un traitement biologique en un seul étage peut alors être suffisant dans la plupart des cas. Il semble rester assez de phosphore dans les eaux usées pour que le système biologique fonctionne normalement.

Après le traitement à la chaux, suivi d'une neutralisation, suit le processus d'épuration biologique, comprennent également la nitrification et la dénitrification. L'effluent du dernier décanteur sert alors de matière première pour la potabilisation de l'eau qui répondra aux exigences de qualité de la C.E.E.

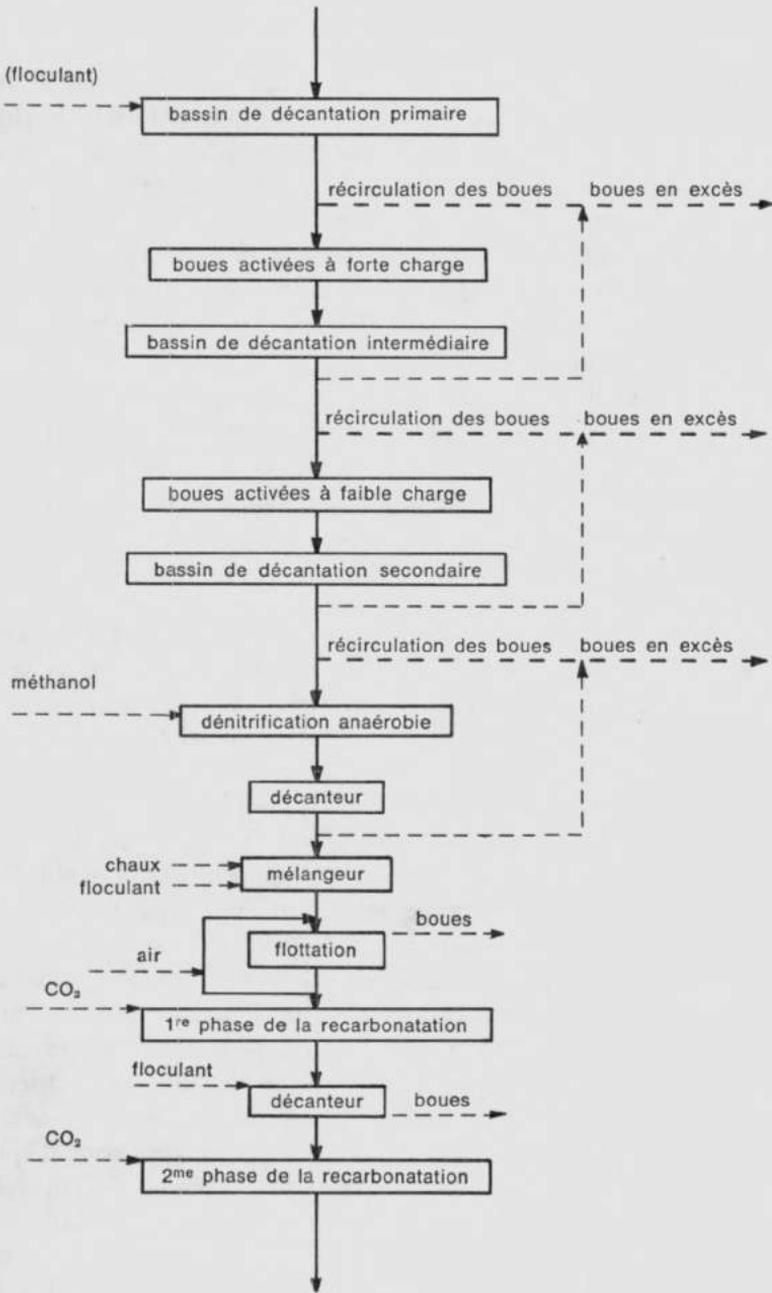


Fig. 1

## II. POTABILISATION DE L'EAU

II.1. Pour rendre l'eau potable, il s'agit maintenant de réduire la teneur en matières en suspension, ainsi que la DBO, de supprimer la couleur, le goût et l'odeur, et éventuellement aussi la teneur en ammoniacque. Tout d'abord il faut, comme nous l'avons déjà dit, placer l'eau dans un réservoir de stockage et l'y faire séjourner au moins 7 jours: ce réservoir de stockage peut être composé d'un premier bassin que l'eau traverse en environ 48 h par écoulement laminaire, afin de permettre un contrôle complet, tant chimique que microbiologique, des eaux usées durant cette période, et d'un second bassin de mélange qui peut assurer l'alimentation en cas de pollution accidentelle, mais qui sert également de bassin d'égalisation contre les cas de variations de débit ou de changements de concentration, et dans lequel, enfin, peuvent se réaliser également des processus biologiques comme la diminution de la DBO et/ou celle de l'ammoniacque.

II.2. Normalement la teneur en ammoniacque doit déjà être descendue en dessous de la valeur tolérée; cependant, si cela n'est pas le cas, il faut encore appliquer un traitement spécial. Le procédé le plus classique est alors la chloration au point critique. Il augmente cependant fortement la teneur en chlorures de l'eau (7,6 mg/l par mg  $\text{NH}_4^+$  N/l); le pH baisse également. Ensuite il semble — surtout aux U.S.A. — que l'on devienne plus craintif à l'égard des composés organochlorés, à savoir les méthanes trihalogènes comme le chloroforme, qui se forment durant ce processus et qui risquent de présenter un danger pour l'homme. La tendance actuelle, en Amérique, est de limiter la teneur en méthanes trihalogènes dans les étapes ultérieures, jusqu'à atteindre des chiffres très bas; on pourrait proscrire tout contact des eaux de surface avec le chlore tant que des matières organiques sont encore présentes dans l'eau; le chlore ne serait donc utilisé que comme désinfectant à la fin du processus d'épuration. Dans ce cas, l'ammoniacque encore présent devrait être éliminé par un procédé biologique, par exemple par l'installation d'un filtre à sec. On est également en train d'expérimenter un nouveau procédé, la « sédimentation biologique », dans lequel l'eau remontant rapidement (17-18 m/h) retient des fines par-

ticules de sable — présentes ou ajoutées — à l'état fluidisé; sur ces particules se développe la flore bactérienne qui réalise la nitrification en quelques minutes. L'élimination de l'azote est ici limitée par la dissolution de l'oxygène dans l'eau: comme 1 mg N exige 4,57 mg d'O<sub>2</sub> on peut ainsi éliminer au maximum près de 2 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> N/l. Si l'on choisit l'option biologique, il faudra de toute façon prévoir une installation de chloration au point critique que l'on devra mettre en route en cas de mauvais fonctionnement du délicat procédé biologique.

II.3. L'élimination des matières en suspension peut s'effectuer, le plus souvent, directement par une filtration rapide en filtre multicouche, sans passer auparavant par une coagulation-floculation-sédimentation, puisque la teneur en matières en suspension n'est plus très élevée. On peut également utiliser un filtre rapide avec filtration de bas en haut. Le filtre rapide assure la diminution de la turbidité jusqu'à atteindre la valeur maximum exigée; par ce traitement la DBO de l'eau diminue encore également.

On peut ajouter un coagulant avant la filtration, de sorte que la floculation des particules colloïdales ait lieu dans le filtre ce qui améliore considérablement le rendement de la filtration: on parle de « flocu-filtration ». On peut ajouter au maximum 2 mg/l d'Al<sup>+++</sup> ou de Fe<sup>+++</sup> si l'on ne veut pas que la période de filtration soit trop courte (le mieux est de ne pas descendre en dessous de 12 heures) et il est également permis d'introduire un maximum de 0,1 mg/l de coagulant dans le filtrat. Si, dans ces conditions, on n'obtient pas la turbidité souhaitée, alors il est nécessaire d'appliquer une coagulation-floculation-sédimentation préalable. Seuls des essais expérimentaux peuvent indiquer quelle est la solution la plus économique.

II.4. La filtration rapide est normalement suivie d'une filtration sur charbon actif [20] suivie elle-même d'une désinfection au moyen du chlore. Le charbon actif adsorbe les matières organiques dissoutes et peut donc réduire les couleurs, les goûts et les odeurs à la valeur requise. L'emploi du charbon actif est complémentaire au procédé des boues activées. En effet, le charbon actif adsorbe mieux les grosses molécules organiques —

dont bon nombre ne sont d'ailleurs pas biologiquement dégradables — que les petites molécules solubles qui sont plus facilement éliminées par le procédé des boues activées. L'adsorption sur du charbon actif est très efficace pour des pH situés entre 6 et 8; pour un pH supérieur à 9, il peut se produire une désorption. C'est pourquoi il est nécessaire d'abaisser le pH, après le traitement à la chaux de la *Fig. 1*, jusqu'à ce qu'il atteigne environ 7, avant de faire couler l'eau à traiter à travers une colonne de charbon actif.

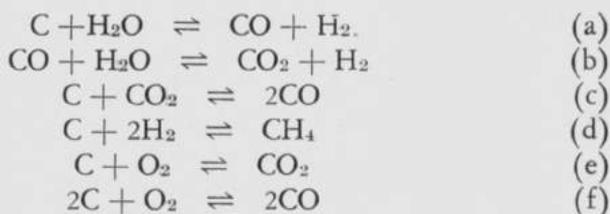
Dans un filtre à charbon actif une vie biologique peut également se développer (voir plus loin).

Après saturation le charbon en grains doit être régénéré [21]. Ceci se fait la plupart du temps de façon thermique, dans un four à plusieurs étages. Le transport du charbon au four se fait hydrauliquement en utilisant des éjecteurs pour éliminer le charbon de la colonne d'adsorption; une fois régénéré le charbon est brusquement refroidi avec de l'eau et ramené hydrauliquement vers la colonne d'adsorption.

La régénération du charbon actif se fait en 4 étapes:

1. Séchage du charbon saturé (étages supérieurs n<sup>os</sup> 1 à 3; 80 à 450° C);
2. Evaporation des matières adsorbées volatiles (étages n<sup>os</sup> 3 à 4; 450 à 600° C);
3. Pyrolyse des matières adsorbées non volatiles (étages n<sup>os</sup> 4 à 5; 600 à 750° C);
4. Oxydation des produits pyrolysés (étages inférieurs n<sup>os</sup> 5 à 7; 750 à 830° C).

Lors du dernier stade, les réactions suivantes peuvent se produire:



S'il y a assez de vapeur dans le four, on assistera surtout aux réactions a et b. Cette réaction entre la vapeur et le carbone

(provenant des produits pyrolysés) est endothermique, et la vitesse de cette réaction n'est importante que pour des températures supérieures à 815° C. En dessous de cette température, la vitesse tombe rapidement. Dans des conditions endothermiques il peut se produire une oxydation sélective des produits pyrolysés avec une perte minime du charbon actif. S'il n'y a pas suffisamment de vapeur, nous aurons principalement les réactions e et f, qui augmentent la température locale et donnent lieu à une perte exagérée de charbon actif. La perte de carbone peut être limitée à 7 % par cycle.

II.5. On peut encore obtenir de meilleurs résultats en introduisant une ozonation [22]. L'ozone a une plus grande propriété désinfectante que le chlore; il combat également mieux les virus. Il a aussi une grande propriété oxydante en ce qui concerne les matières organiques; il améliore le goût et l'odeur de l'eau et diminue sensiblement sa coloration. Des matières peu dégradables, tels certains micropolluants, que le chlore n'arrive pas à décomposer, sont également oxydées par l'ozone; l'ozone est aussi capable de détruire des composés cycliques, comme le phénol. C'est pour cette raison que l'ozone n'est pas utilisé dans un dernier stade du traitement d'épuration, car les matières décomposées redeviennent biodégradables, ce qui pourrait causer une recrudescence bactérienne dans le réseau. Un filtre à charbon actif devra donc être placé après l'ozonation.

Du fait de la consommation de l'ozone par les substances organiques une bonne désinfection n'est obtenue qu'à condition qu'il reste encore une certaine teneur en ozone après le temps de contact nécessaire. En pratique, on part souvent du principe qu'après une période de contact de 5 minutes la teneur en ozone doit encore être de 0,5 mg/environ. A cause de la déperdition rapide de l'ozone on utilise des doses qui varient de 1,5 à 5 mg/l.

Il est à prévoir qu'une partie des micropolluants réagira plus lentement avec l'ozone que les matières colorantes, les odeurs et les goûts, de sorte qu'il peut être néanmoins souhaitable d'avoir des dosages d'ozone plus élevés ou en plus d'endroits que ce qui est nécessaire pour la couleur ou le goût. La décomposition rapide de l'ozone est aussi l'une des causes qui fait qu'il ne subsiste pas dans les réseaux de distribution, ce qui fait qu'une chlo-

ration de sécurité doit toujours constituer le dernier échelon du processus d'épuration.

Des essais sur l'ozonation d'un effluent traité à la chaux [23] ont démontré qu'il faut de grandes quantités d'ozone pour éliminer, par oxydation chimique, d'importantes quantités de matières organiques. Il faut en employer énormément dès que 50 à 70 % de la DCO ont été éliminés et, à la fin, une quantité résistante à l'ozone peut même se développer.

Une méthode plus importante d'élimination des matières organiques restantes semble donc être d'appliquer des quantités relativement réduites d'ozone pour favoriser la biodégradabilité des composés organiques restés en solution après le traitement biologique et celui à la chaux et d'installer après l'ozonation une colonne d'adsorption au charbon actif. On admet que deux processus peuvent avoir lieu en même temps dans la colonne de charbon actif: adsorption des grosses molécules non oxydées comme en absence d'ozonation préalable et biodégradation des matières organiques oxydées, qui maintenant, du fait de l'ozonation, sont devenues biodégradables; d'ailleurs, à cause de leur caractère hydrophile, ces dernières sont moins bien adsorbées au charbon actif.

Ce n'est qu'après quelques jours seulement de traitement qu'il se développe effectivement une masse biologique visible dans la colonne de charbon actif. Ceci provoque naturellement une chute de débit dans la colonne, et un lavage régulier de cette dernière est nécessaire.

On constate qu'après l'ozonation, la diminution des matières organiques est d'autant plus grande que le pH était plus élevé. Mais le rendement de l'élimination de la DCO exprimé sous la forme  $\Delta\text{DCO}/\Delta\text{O}_3$  est le meilleur pour des valeurs de pH situées entre 8 et 9. Ceci peut s'expliquer par le fait que la décomposition de l'ozone est très élevée pour des valeurs de pH supérieures à 9, alors que l'élimination de la DCO ne s'améliore guère au-dessus de cette valeur. On enregistre des baisses de DCO de 90 %, tandis que le carbone organique de l'effluent peut atteindre moins de deux, ou même moins de 1 mg/l.

Le pH diminue presque toujours au fur et à mesure que l'ozonation progresse. L'acidification causée par la formation d'acides carboxyles est accentuée du fait que le pouvoir tampon dû à

l'alcalinité du carbonate est détruit par le traitement à la chaux préalable.

Des expériences menées aux Pays-Bas ont également montré que l'emploi de l'ozone avant le filtre rapide réduisait fortement le degré de turbidité du filtrat (jusqu'à 0,04-0,1 JTU), tandis que la période de filtration du filtre rapide était prolongée. On obtient les meilleurs résultats en ajoutant ...1... ppm  $\text{Fe}^{+++}$  comme coagulant juste avant le filtre rapide. Il est probable que l'ozonation décompose des chaînes qui deviennent ainsi flocculables et/ou filtrables. On accorde de plus en plus de valeur, aujourd'hui à ce travail de l'ozone comme adjuvant de filtration, puisqu'une plus faible turbidité donne moins de chances au développement de virus, et facilite la désinfection. Le mieux est de placer l'ozonation avant la filtration rapide, d'autant plus que le fait d'avoir encore deux filtres après l'ozonation, favorise l'élimination des matières oxydées.

II.6. On doit finalement se poser la question de savoir s'il faut procéder au dessalement lors du recyclage de l'eau, car les ions comme  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  ne sont pas éliminés par les procédés de traitement classique, mais seulement par des procédés spécifiques de dessalement.

#### a) *Aspects généraux*

On peut se représenter les grandes lignes d'un système d'approvisionnement d'eau en regardant la *Fig. 2a*. L'eau brute de la source est potabilisée et livrée au consommateur. Les eaux usées traitées sont partiellement (ou totalement) recyclées et partiellement (ou pas du tout) évacuées. Naturellement il y a, au cours du processus, plusieurs pertes d'eau ( $\Delta$ ):

$\Delta_b$ : pertes pendant le traitement de l'eau;

$\Delta_d$ : pertes pendant le transport et la distribution;

$\Delta_v$ : pertes pendant la consommation (arrosage des jardins, etc.);

$\Delta_r$ : pertes dans le réseau d'égout;

$\Delta_a$ : adduction de pluie.

Les pertes se produisant pendant le traitement de l'eau seront négligées dans ce qui suit, et la somme des autres pertes sera représentée par la lettre L (*Fig. 2b*). Nous avons également:

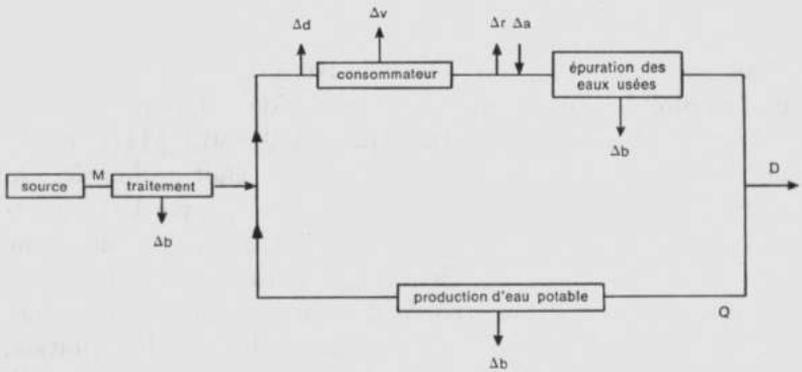


Fig. 2a

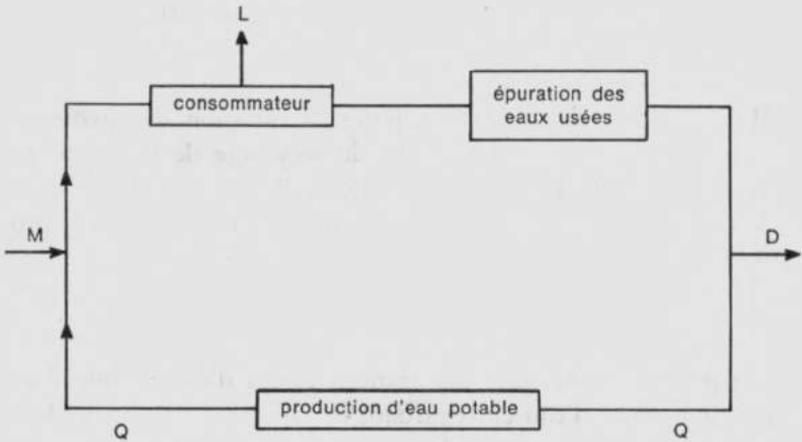


Fig. 2b

M: quantité d'eau retirée à la source (eau d'appoint);  
 D: évacuation des eaux usées dans les rivières;  
 Q: quantité d'eau réutilisée (recyclée).

Maintenant nous définissons:

Le facteur de réutilisation =  $\frac{Q}{M} = R$ .

Le facteur de rareté =  $\frac{Q + M}{M} = 1 + R = Sc$ .

La proportion de recyclage  $= \frac{Q}{Q+D} = \frac{Q}{Q+M-L}$  = la quantité recyclée par rapport à la quantité totale qui peut être recyclée.

Le facteur de récupération  $= \frac{Q+D}{Q+M} = \frac{Q+M-L}{Q+M}$  = pourcentage de l'eau qui reste disponible après utilisation par le consommateur.

Il découle de ce qui précède que la proportion de recyclage, donc le pourcentage d'effluent recyclé, est égale à :

$$\frac{1}{1} \cdot \frac{R}{1+R} \text{ ou } \frac{1}{1} \cdot \frac{R}{Sc-1}$$

facteur de récupération

$$\frac{1}{Sc}$$

facteur de récupération

ce qui est représenté dans la

fig. 3. Quantitativement, on peut s'exprimer de la manière suivante: « Plus la rareté est grande, plus le pourcentage d'effluent recyclé est élevé »; à mesure que le facteur de récupération croît (ou lorsque moins d'eau se perd par les fuites) on doit recycler une quantité moindre du débit d'effluent total.

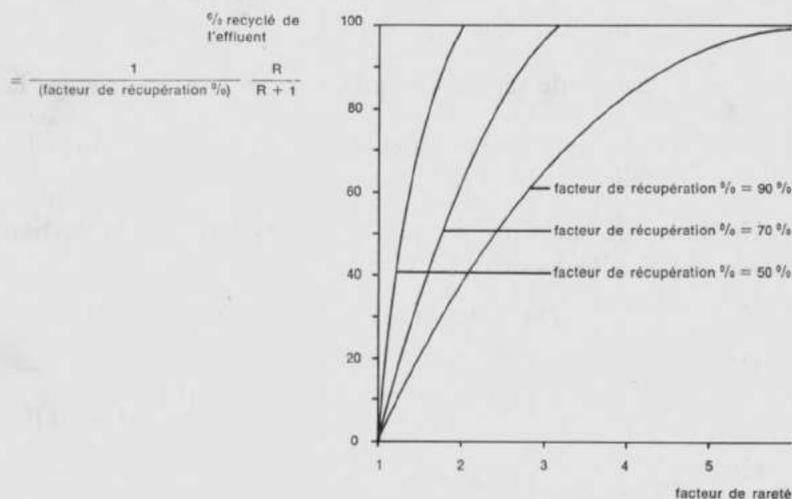


Fig. 3

b) *Modèle mathématique de réutilisation*

La Fig. 4 nous donne la représentation schématique d'un modèle mathématique simplifié pour la réutilisation de l'eau:

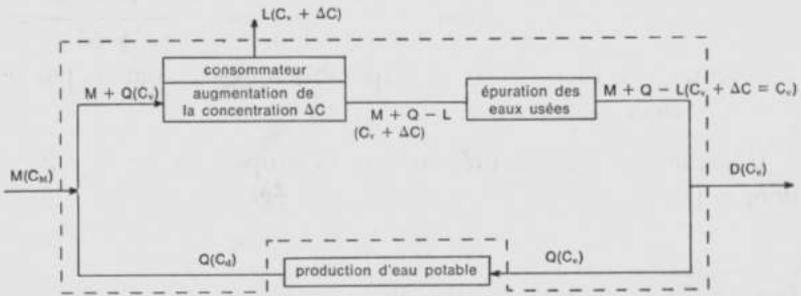


Fig. 4

- $C_M$  : concentration du polluant considéré de la source;
- $C_v$  : concentration du polluant considéré chez le consommateur;
- $\Delta C$  : élévation de la concentration du polluant considéré par le consommateur;
- $C_e$  : concentration du polluant considéré après épuration des eaux usées =  $C_v + \Delta C$ , puisque le sel n'est pas éliminé.
- $C_d$  : concentration du polluant considéré après potabilisation de l'eau.

$S = \frac{C_e}{C_d}$  = facteur de séparation qui constitue le rapport entre la concentration du polluant avant et après épuration dans l'installation de potabilisation de l'eau.

Un bilan de matières du polluant considéré sur la section tracée en pointillé donne:

$$Q C_d + M C_M + (M + Q)\Delta C = L(C_e) + D C_e + Q C_e$$

$$Q \frac{C_e}{S} + M C_M + (M + Q)\Delta C = (Q + D + L)C_e = (Q + M)C_e$$

$$R \frac{C_e}{S} + C_M + (1 + R)\Delta C = (1 + R)C_e$$

$$R(C_v + \Delta C) + S C_M + S(1 + R)\Delta C = S(1 + R) (C_v + \Delta C)$$

$$R(C_v + \Delta C) + S C_M = S(1 + R)C_v$$

$$C_v = \frac{R \Delta C + S C_M}{S(1 + R) - R} \quad (1)$$

et si  $S=1$ , cela veut dire, si aucune séparation du polluant ne se produit dans l'installation d'eau potable:

$$C_v = R \Delta C + C_M \quad (2)$$

La concentration finale chez le consommateur peut donc être calculée en fonction des facteurs  $\Delta C$ ,  $R$  et  $C_M$  selon l'équation 2. Le *Tableau V* expose certaines hausses de concentration,  $\Delta C$ , telles qu'elles sont mentionnées dans la littérature scientifique [24]:

TABLEAU V — Augmentations de concentration  $\Delta C$  en mg/l.

Na <sup>+</sup>	40-70
K <sup>+</sup>	7-15
Cl <sup>-</sup>	30-75
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	15-30
Ca <sup>2+</sup>	15-40
Mg <sup>2+</sup>	15-40

Ainsi la concentration des ions chlorures  $C_M$  dans les eaux souterraines est de 10-20 mg/l et, dans les eaux de surface, 20-200 mg/l.

A l'inverse, cette méthode peut également être employée pour étudier les conditions selon lesquelles un dessalement doit intervenir dans les techniques de traitement. Si l'on accepte que la concentration de Cl<sup>-</sup> maximale admise soit celle de la directive de la CEE, c'est-à-dire de 200 mg/l ( $C_v = 200$  mg/l), l'on voit dans la *Fig. 5* que pour  $\Delta C = 50$  mg Cl<sup>-</sup>/l, dans le cas d'une eau souterraine contenant 15 mg Cl<sup>-</sup>/l, le dessalement n'est nécessaire que si le facteur de réutilisation est supérieur à 3,7, alors que dans le cas d'une eau de surface contenant 120 mg Cl<sup>-</sup>/l le dessalement est nécessaire dès que le facteur de réutilisation

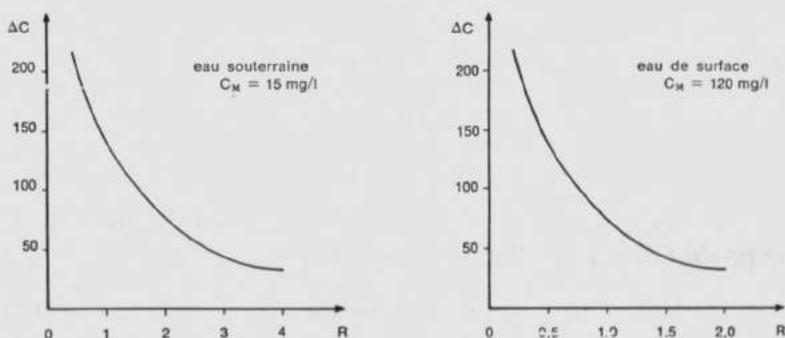


Fig. 5

atteint 1,6. Le dessalement strictement nécessaire, exprimé comme facteur de séparation  $S$ , peut être calculé d'après l'équation 1.

La déminéralisation ou le dessalement des eaux usées peuvent en principe s'effectuer par des procédés d'évaporation, celui de l'électrodialyse, le processus d'échange d'ions et l'hyperfiltration. Les procédés d'évaporation produisent de l'eau très pure, mais qui, cependant, peut encore contenir quelques goûts et odeurs. Cette eau a, en général, une température plus élevée que celle de l'alimentation et le prix de revient de ce procédé est relativement cher. Le procédé d'électrodialyse, et le procédé d'échange d'ions éliminent tous les deux uniquement les sels inorganiques, et aucun autre polluant, et sont tous les deux sensibles à la pollution par des matières organiques. L'hyperfiltration semble être le meilleur procédé de dessalement parce qu'en plus du sel, elle élimine aussi toutes les autres matières présentes dans l'eau. Lors de l'hyperfiltration (osmose inverse) l'eau est soumise à une pression (de, par exemple, 40 bar) à travers une membrane semi-perméable qui laisse passer l'eau mais non (ou dans une beaucoup moindre mesure) les matières qui y sont présentes. Ainsi les nitrates sont-ils assez bien retenus par les membranes (mais pas l'ammoniaque), de sorte que la dénitrification, lors de l'épuration des eaux usées, peut parfois être supprimée.

En utilisant l'osmose inverse comme technique de dessalement, on supprime également la dureté de l'eau, de façon qu'il y a lieu de la rendre par après plus dure par une percolation à travers un filtre au marbre par exemple. Il est d'ailleurs dans l'intérêt de la

santé publique qu'un minimum de ces ions reste présent dans l'eau.

II.7. La *Fig. 6* montre les suites du traitement de la *Fig. 1*; l'eau potable ainsi obtenue satisfait à la proposition des normes européennes sur l'eau potable formulée par la commission de la CEE le 31 juillet 1975. Au terme du traitement, toutes les matières ont pratiquement été éliminées par plus d'un procédé, ce qui offre une grande sécurité; ceci est encore une fois démontré de manière explicite dans le *Tableau VI* [25] où les effets des principaux procédés sont indiqués pour un grand nombre de matières.

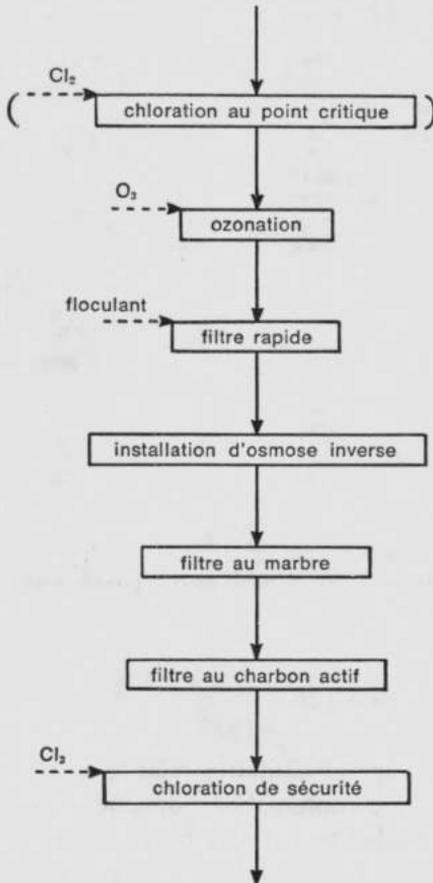


Fig. 6

TABLEAU VI — L'élimination des différentes matières dans l'installation d'épuration.  
L'élimination est globalement représentée comme suit:

xxx 90-100 %  
xx 50- 90 %  
x 10- 50 %  
— < 10 %

Matières	Elimination par				
	Traitement biologique	Chloration	Coagulation	Hyperfiltration	Adsorption sur charbon actif
Bactéries et virus	xx	xxx	xxx	xxx	—
Matières en suspension	x	—	xxx	xxx	xx
Matières organiques totales	xx-xxx	—	xx	xxx	xxx
Matières organiques toxiques (pesticides)	xx	—	xx	xxx	xx
Sels inorganiques	—	—	—	xxx	—
Matières inorganiques toxiques (métaux lourds)	x	—	xx-xxx	xxx	—
Phosphates	x	—	xxx	xxx	—
Nitrates	xxx*	—	—	xx	—
Ammoniaque	xxx*	xxx*	—	x	—
Cyanures	xxx	xxx*	—	x-xx	—
Urée	xxx	xxx	—	x	—
Phénols	xx	—	—	x	xxx
Matières provoquant des odeurs et des goûts	—	—	x	xx-xxx	xxx
Huiles	x	—	x	xxx	xx
Détergents	x	—	x	xxx	xxx
Hydrocarbures	x	—	—	x-xx	xxx
Hydrocarbures chlorés	x	—	—	x-xx	xxx
Acides organiques volatils	xxx	—	—	x	xx
Hydrates de carbone	xxx	—	x	xxx	xx
Acides aminés					
Acides gras					
Protéines	—	—	—	—	—

\* L'élimination peut être réalisée par cette méthode mais le processus doit y être adapté.

### C. ASPECTS SANITAIRES [26]

Les principaux aspects sanitaires relatifs au recyclage des eaux usées destinées à la consommation humaine consistent à éviter la transmission de maladies par des micro-organismes pathogènes ou intestinaux tels que bactéries, virus et parasites, et à éviter les maladies causées par des substances toxiques.

Les installations de traitement sont de plus en plus perfectionnées pour rendre inoffensifs bactéries et virus pathogènes.

Cependant, étant donné la pollution possible provenant des centaines de milliers de substances organiques et des composés inorganiques comme les métaux lourds et certains anions (dont la concentration ne peut être réduite à zéro par le traitement), le fait de s'exposer longtemps aux micro-polluants chimiques contenus dans l'eau potable obtenue à partir d'eaux usées constitue le risque principal pour la santé des consommateurs et mérite d'être examiné plus à fond.

La Commission des Communautés Européennes a proposé près de 50 concentrations maximales admissibles pour les paramètres chimiques de l'eau de rivière destinée à servir de matière première à la production d'eau potable. Cela n'est pas encore suffisant pour une évaluation sanitaire de l'eau recyclée en vue de la consommation domestique. De tels standards ne permettent, du reste, souvent pas d'évaluer les risques sanitaires que présente l'eau potable produite à partir d'eau de rivières fortement polluées, et dont le débit peut contenir plus de 50 % d'eaux usées.

Des limites sont fixées pour les métaux lourds importants, mais pas pour la totalité des matières organiques qui peuvent se trouver dans les eaux usées. De là l'intérêt actuel de réaliser un test permettant de déterminer la quantité totale de matières organiques contenues dans l'eau, comme le carbone organique. Du fait de notre manque de connaissances en ce qui concerne la toxicité des substances organiques qui se trouvent dans les eaux usées recyclées ou dans l'eau provenant de sources de pollution, nous devons nous efforcer de garder aussi basse que possible la quantité totale de carbone organique. Dans le cas de la réutilisation directe des eaux usées, dans laquelle les matières organiques présentes proviennent surtout de l'industrie et des ménages, beaucoup de spécialistes sont d'avis qu'il faudrait limiter le niveau du carbone organique à 1 ppm. Lorsque l'on capte de l'eau dans des rivières polluées, dans laquelle l'on trouve aussi des substances humiques non toxiques, on peut augmenter un peu plus le niveau du carbone organique: il serait utile de mettre au point des méthodes d'analyse permettant de séparer les matières humiques des matières non humiques.

On peut supposer que les mesures de la DBO donneront peu de renseignements sur la composition organique de l'eau récupérée. La même chose peut être dite à propos du test DCO, qui est peu fiable pour mesurer les matériaux organiques si leur quantité est inférieure à 30 mg/l. Au-dessous de ce chiffre, le test au  $\text{KMnO}_4$  présente un intérêt pour déceler la présence de basses concentrations de matières organiques. Lorsqu'il n'y a pas moyen d'appliquer d'autres tests, ceux-ci peuvent néanmoins fournir une information générale préalable sur la présence de substances organiques dans l'eau recyclée.

Mais il faudra encore se livrer à d'autres études toxicologiques et épidémiologiques.

On peut entreprendre de deux manières différents l'évaluation toxicologique des eaux usées recyclées (ou de l'eau potable produite à partir de rivières polluées) en vue de la consommation humaine. La première manière consiste à fixer les concentrations maximales admissibles de toutes les matières chimiques nocives qui peuvent se trouver dans les eaux usées recyclées; cette approche sera très longue et ne pourra pas englober tous les effets toxiques possibles. La seconde manière consiste à procéder à des expériences au cours desquelles on donnera à des animaux de l'eau contenant un mélange des polluants présents à diverses concentrations. Le mieux est de procéder à une évaluation toxicologique complète en utilisant le produit final destiné à la consommation humaine. Par mesure de sécurité il faut également examiner des niveaux de concentration des polluants présents qui peuvent être 100 fois supérieurs à ceux que l'on trouve dans l'eau (par exemple en ayant recours à l'osmose inverse avec lyophilisation). Le test Ames, comme moyen de contrôle des matières mutagènes ne sera pas non plus négligé. Ce programme exige au minimum 5 années d'étude. La ville de Denver, au Colorado (U.S.A.) est actuellement en train de mener une étude de ce genre, dont la réalisation se poursuivra sur 5 à 15 années, selon les prévisions. Des expériences analogues sont poursuivies à Dordrecht aux Pays-Bas.

25 novembre 1977.

Instituut voor Industriële Scheikunde.

Katholieke Universiteit Leuven.

RÉFÉRENCES

- [ 1 ] ROCHE, W. Martin (1973): Wastewater reclamation and reuse in the Suisun Marsh California, U.S.A. (Proceedings of the First World Congress on Water Resources, Chicago, Illinois, U.S.A., Volume 3, p. 326-335).
- [ 2 ] MERRELL, John C. and KATKO, Albert (1966): Reclaimed wastewater for Santee Recreational Lakes (*J.W.P.C.F.*, Vol. 38, p. 1 310-1 318).
- [ 3 ] ASKEW, Marshall W. (1973): Some chemical and physico-chemical applications in wastes management (Environmental Pollution Management, Vol. 3, 1, p. 29-35).
- [ 4 ] World Health Organisation (1973): Technical Series, n° 517. Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards.
- [ 5 ] METZLER, Dwight F. (1958): Emergency use of reclaimed water for potable supply at Chanute, Kan. (*J.A.W.W.A.*, Vol. 50, p. 1 021-1 060).
- [ 6 ] CSIR Special Report Wat. 44 (1971): « Description and Performance of the Windhoek Water Reclamation Plant » (South Africa Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria, South Africa).
- [ 7 ] SHELEF, G. (1973): Wastewater Reclamation and Reuse in Israel (Proceedings of the First World Congress on Water Resources, Chicago, Illinois, U.S.A., Volume 3, p. 315-324).
- [ 8 ] STOLWIJK, P. en VAN HAUTE, A. (1976): Theorie en praktijk van de ammoniakverwijdering uit afvalwater langs fysisch-chemische weg ( $H_2O$ , 9, p. 338-344).
- [ 9 ] HERMANS, J. en VAN HAUTE, A. (1975): Theorie en praktijk van de biologische nitrificatie en denitrificatie van afvalwaters ( $H_2O$ , 8, p. 322-328).
- [ 10 ] HEIDE, B.A. en KAMPF, R. (1977): Fosfaatverwijdering door middel van simultane precipitatie met kalk ( $H_2O$ , Vol. 10, p. 16-22).
- [ 11 ] STANDER, G.J. en VAN VUUREN, L.R.J. (1969): The reclamation of potable water from wastewater (*J.W.P.C.F.*, Vol. 41, p. 355-367).
- [ 12 ] KREISSL, J.F. en WESTRICK, J.J. (1972): Municipal waste treatment by physical-chemical methods (Proceedings of the Nashville Conference, Sept. 1972, p. 1-11).
- [ 13 ] COOPER, P. (1975): Physical and Chemical Methods of Sewage Treatment (Wat. Pollut. Control, Vol. 74, n° 3, p. 303-311).
- [ 14 ] CLOUGH, G.F.G. (1977): Physico-Chemical Treatment of Sewage and the Coleshill Project (Wat. Pollut. Control, Vol. 76, n° 1, p. 10-29).
- [ 15 ] CULP, R.L. (1968): Wastewater Reclamation at South Tahoe, PUD (*J.A.W.W.A.*, Vol. 60, p. 84-94).

- [16] DEEN, W. (1976): Efficiënter defosfateren van afvalwater (H<sub>2</sub>O, Vol. 9, p. 524-526).
- [17] OSBORN, D.W. and NICHOLS, H.A. (1977): Optimisation of the activated sludge process for the biological removal of phosphorus (International Conference on advanced treatment and reclamation of wastewater, Johannesburg, June 1977, in press).
- [18] VENTER, S.L.V., HALLIDAY J., PITMAN, A.R. (1977): Optimisation of the Johannesburg Olifantsvlei extended aeration plant for phosphorus removal (International Conference on advanced treatment and reclamation of wastewater, Johannesburg, June 1977, in press).
- [19] VAN VUUREN, Lucas R.J., ROSS, William R. and PRINSLOO, Jan (1976): The integration of wastewater treatment with water reclamation (Proc. of the 8th Int. Conf. of the IAWPR, Sydney, 17-22 October 1976, p. 455-460).
- [20] MEIJERS, A.P. (1972): Actieve kool bij waterzuivering (Mededeling nr. 1 van de werkgroep actieve kool van het KIWA, Rijswijk (Z.H.), Nederland).
- [21] VAN VLIET, Ben M. (1977): Carbon regeneration in South Africa (International Conference on advanced treatment and reclamation of wastewater, Johannesburg, June 1977, in press).
- [22] MEIJERS, A.P. (1975): Kwaliteitsaspecten van ozonisatie (Mededelingen nr. 37 van het KIWA, Rijswijk (Z.H.), Nederland).
- [23] WACHS, A.M., NARKIS, N., SCHNEIDER, M. and WASSERSTROM, P.: Use of ozone in water renovation (International Conference on advanced treatment and reclamation of wastewater, Johannesburg, June 1977, in press).
- [24] HOFMAN, H., KLOMP, R., SLOOFF, W., ZOETEMAN, B.C.J. (1976): « Problem analysis of direct and indirect (waste) water reuse, with particular reference to the Netherlands (National Institute for Water Supply, The Hague, The Netherlands).
- [25] KUIPER, D., WECHSLER, R. (1973): Hergebruik van water (Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen, KIWA, Rijswijk (Z.H.), Nederland).
- [26] WHO International Reference Centre for Community Water Supply (1975): Health Effects relating to direct and indirect reuse of wastewater for human consumption (Report of an International Working Meeting, Amsterdam, January 1975, Technical Paper, n° 7).

## TABLE DES MATIERES — INHOUDSTAFEL

Séance plénière	Plenaire zitting
	26.10.1977 ... .. 464; 465
Aanwezigheidslijst (Leden) ... ..	471
Liste de présence (Membres) ... ..	470
HARROY, J.-P.: Allocution d'ouverture ... ..	472-476
EVENS, F.: Rapport sur activités de l'Académie (1976-1977) ... ..	477-486
MORTELMANS, J.: Problemen rond de vleesproductie tussen Sahara en Evenaar ... ..	487-495
LEDERER, A.: Le tiers-monde face aux problèmes de transport ... ..	496-508

\*  
\*\*

## Séances des Classes

## Zittingen der Klassen

Sciences morales et politiques — <i>Morele en Politieke Wetenschappen</i>	8.11.1977 ... .. 510; 511
Sciences naturelles et médicales — <i>Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen</i>	22.11.1977 ... .. 530; 531
Sciences techniques — <i>Technische Wetenschappen</i>	25.11.1977 ... .. 564; 565

\*  
\*\*

## Bestuurscommissie:

DURIEUX, A. (hernieuwing mandaat) ... ..	513
FAIN, A. (vervanging F. EVENS) ... ..	533

## II

### Bibliografisch Overzicht 1977:

Nota's 15 tot 21 ... ..	513; 517-528
Cinquantenaire de l'Académie ... ..	514; 532; 568
Comité secret ... ..	514; 534; 568

### Commission administrative:

DURIEUX, A. (renouvellement de mandat) ... ..	512
FAIN, A. (remplacement F. EVENS) ... ..	532

### Communications et notes:

BOUILLON, J.: Les travaux du Laboratoire de biologie marine de Laing (Nouvelle-Guinée) ... ..	532
HOGE, Edm.: Mission géophysique au Kenya dans la Great Rift Valley et à l'est du Kilimanjaro (1975) ... ..	536-543
PRIGOGINE, A.: Utilisations récentes du charbon activé pour la récupération de l'or ... ..	566; 570-598
SNEL, M.: Ontwikkeling van luchtvrachthavens in de wereld ... ..	567; 599-619
VAN HAUTE, A.: Recyclage des eaux usées en eau potable ... ..	566; 620-652

### Concours annuel 1977:

VAN DEN EYNDE, Ph.: Caractéristiques géologiques et mécaniques des granulats (lauréat) ... ..	568
---	-----

### Décès:

DUBOIS, A. ... ..	530
KUFFERATH, J. ... ..	530
MEULENBERGH, J. ... ..	564

### Elections:

FIEREMANS, C. (geassocieerde) ... ..	533
LAMY, E. (associé) ... ..	512
RAUCQ, P. (associé) ... ..	532
SIMONET, M. (associé) ... ..	568

Geheim comité ... ..	515; 535; 569
----------------------	---------------

Mededelingen en nota's: Cf. Communications et notes

### III

#### Mémoires (Présentation):

HENRY, J.-M.: Analyse d'acclimatation de végétaux en zone équatoriale zaïroise de basse altitude ...	530; 544-562
LUWEL, M.: H.-H. Johnston et H.-M. Stanley sur le Congo ... ..	510; 511
SALMON, P.: Le voyage de Van Kerckhoven aux Stanley Falls et au camp de Yambuya (1888) ...	510; 511
VAN DEN EYNDE, Ph.: Caractéristiques géologiques et mécaniques des granulats (lauréat concours 1977) ... ..	568
VANDERLINDEN, J.: Le droit de la révolution éthiopienne ... ..	512; 513

Overlijden: Cf. Décès

#### Revue bibliographique 1977:

Notices 15 à 21 ... ..	512; 517-528
------------------------	--------------

Séances des Classes: mensuelles ... .. 512; 532; 568

Verhandelingen: Cf. Mémoires

Verkiezingen: Cf. Elections

#### Vice-directeurs 1978:

1 <sup>o</sup> Classe: A. DUCHESNE ... ..	514
2 <sup>o</sup> Classe: P. BENOIT ... ..	535
3 <sup>o</sup> Classe: E. CUYPERS ... ..	569

Vijftigjarig bestaan van de Academie ... .. 515; 533; 569

Zittingen der Klassen: maandelijks ... .. 513; 533; 569

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 15 JANVIER 1979  
PAR L'IMPRIMERIE SNOECK-DUCAJU & ZOON  
N.V.  
GAND

Académie, rue Defacqz 1, B-1050 Bruxelles (Belgique)  
Academie, Defacqzstraat 1, B-1050 Brussel (België)