

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

Sous la Haute Protection du Roi

Nouvelle Série  
Nieuwe Reeks

**37 (2)**

Année 1991  
Jaargang

# **BULLETIN DES SÉANCES**

Publication trimestrielle

**KONINKLIJKE ACADEMIE  
VOOR OVERZEESSE  
WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

## **MEDEDELINGEN DER ZITTINGEN**

Driemaandelijkse publikatie



## AVIS AUX AUTEURS

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

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

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

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

## BERICHT AAN DE AUTEURS

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

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

De handschriften dienen ingestuurd naar het Secretariaat, Defacqzstraat 1 bus 3, 1050 Brussel. Ze zullen rekening houden met de aanwijzingen aan de auteurs voor het voorstellen van de handschriften (zie *Meded. Zitt.*, N.R., 28-1, pp. 103-109) waarvan een overdruk op eenvoudige aanvraag bij het Secretariaat kan bekomen worden.

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

Abonnement 1991 (4 num.) : 2500 FB

Rue Defacqz 1 boîte 3  
1050 Bruxelles  
C.C.P. 000-0024401-54  
de l'Académie  
1050 BRUXELLES (Belgique)

Defacqzstraat 1 bus 3  
1050 Brussel  
Postrek. 000-0024401-54  
van de Academie  
1050 BRUSSEL (België)

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

Sous la Haute Protection du Roi

Nouvelle Série  
Nieuwe Reeks

**37 (2)**

Année 1991  
Jaargang

# **BULLETIN DES SÉANCES**

Publication trimestrielle

**KONINKLIJKE ACADEMIE  
VOOR OVERZEESTE  
WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

# **MEDEDELINGEN DER ZITTINGEN**

Driemaandelijkse publikatie



**CLASSE DES SCIENCES MORALES  
ET POLITIQUES**

---

**KLASSE VOOR MORELE  
EN POLITIEKE WETENSCHAPPEN**



## Séance du 15 janvier 1991

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. A. Huybrechts, doyen d'âge des membres titulaires présents et présidée ensuite par Mme P. Boelens-Bouvier, vice-directeur, assistée de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

*Sont en outre présents* : MM. A. Coupez, A. Duchesne, Mme M. Engelborghs-Bertels, MM. A. Gérard, J.-P. Harroy, J. Jacobs, E. Lamy, A. Maesen, A. Rubbens, J. Ryckmans, J. Sohier, J. Stengers, A. Stenmans, J.-L. Vellut, B. Verhaegen, Mme Y. Verhasselt, membres titulaires ; MM. H. Baetens Beardsmore, F. de Hen, R. Devisch, Mmes A. Dorsinfang-Smets, C. Grégoire, membres associés ; M. J. Comhaire, membre correspondant ; M. P. Raucq, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales et M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

*Absents et excusés* : MM. R. Anciaux, M. d'Hertefeldt, M. Graulich, M. Luwel, L. Pétilion, P. Salmon, J. Vanderlinden, E. Vandewoude ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

### Éloge de M. Henri Brunshwig

M. J. Stengers prononce l'éloge de notre regretté confrère M. Henri Brunshwig, décédé à Versailles, le 20 juillet 1989.

La Classe se recueille en souvenir du défunt.

Le texte de l'éloge paraîtra dans l'*Annuaire* 1991.

### Les mots pour Maison en bantou

M. A. Coupez présente à ce sujet une étude de M. Kamba Muzenga, membre correspondant de la Classe.

Mme C. Grégoire et MM. R. Devisch et J. Comhaire prennent part à la discussion.

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

### La formation politique de Patrice Lumumba

M. B. Verhaegen présente une communication à ce sujet.

MM. A. Rubbens, E. Lamy, J. Stengers, A. Gérard, J. Comhaire, A. Stenmans et Mme P. Boelens-Bouvier prennent part à la discussion.

## Zitting van 15 januari 1991

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de H. A. Huybrechts, deken van jaren van de aanwezige werkende leden, en vervolgens voorgezeten door Mevr. P. Boelens-Bouvier, vice-directeur, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

*Zijn bovendien aanwezig* : De HH. A. Coupez, A. Duchesne, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de HH. A. Gérard, J.-P. Harroy, J. Jacobs, E. Lamy, A. Maesen, A. Rubbens, J. Ryckmans, J. Sohier, J. Stengers, A. Stenmans, J.-L. Vellut, B. Verhaegen, Mevr. Y. Verhasselt, werkende leden ; de HH. H. Baetens Beardsmore, F. de Hen, R. Devisch, Mevr. A. Dorsinfang-Smets, C. Grégoire, geassocieerde leden ; de H. J. Comhaire, corresponderend lid ; de H. P. Raucq, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen en de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. R. Anciaux, M. d'Hertefeldt, M. Graulich, M. Luwel, L. Pétilion, P. Salmon, J. Vanderlinden, E. Vandewoude ; de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

### Lofrede van de H. Henri Brunshwig

De H. J. Stengers spreekt de lofrede uit van onze betreurde confrater de H. Henri Brunshwig, overleden te Versailles op 20 juli 1989.

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

De tekst van de lofrede zal gepubliceerd worden in het *Jaarboek* 1991.

### «Les mots pour Maison en bantou»

De H. A. Coupez stelt een studie over dit onderwerp voor van de H. Kamba Muzenga, corresponderend lid van de Klasse.

Mevr. C. Grégoire en de HH. R. Devisch en J. Comhaire nemen deel aan de discussie.

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

### «La formation politique de Patrice Lumumba»

De H. B. Verhaegen stelt een mededeling over dit onderwerp voor.

De HH. A. Rubbens, E. Lamy, J. Stengers, A. Gérard, J. Comhaire, A. Stenmans en Mevr. P. Boelens-Bouvier nemen deel aan de discussie.

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

**Le brouillard sur la Kibira.  
Souvenirs d'un Territorial au Burundi**

M. J.-P. Harroy a présenté à la séance de la Classe tenue le 15 mai 1990 un manuscrit de M. J. Ghislain intitulé comme ci-dessus.

Il avait, à cette occasion, demandé à la Classe d'examiner la possibilité de publier le manuscrit de M. Ghislain dans la collection des Mémoires in-8°.

À cette fin, la Classe a désigné, en sa séance du 20 novembre 1990, MM. E. Lamy et J. Vanderlinden en qualité de rapporteurs.

M. E. Lamy donne à la Classe connaissance de son rapport concluant au grand intérêt du manuscrit et à l'opportunité de sa publication, sous réserve de quelques allègements et modifications à proposer à l'auteur.

Le Secrétaire perpétuel donne ensuite lecture du rapport de M. J. Vanderlinden. Celui-ci conclut, au contraire, que ce texte ne se distingue pas de nombreux témoignages personnels et hautement subjectifs inspirés par la période coloniale, qu'à ce titre, il est certes indispensable à l'écriture de l'histoire de la présence belge en Afrique centrale, mais que, comme tel également, il ne justifierait une intervention de l'Académie que s'il émanait d'un auteur particulièrement important ou s'il jetait un éclairage particulièrement neuf sur les événements qu'il a vécus, ce qui, selon le rapporteur, n'est pas le cas du texte de M. Ghislain.

Un premier vote à mains levées sur la publication du texte donne huit voix favorables et huit voix défavorables. Un deuxième tour de scrutin, organisé strictement selon la procédure prescrite à l'article 27 du Règlement d'ordre intérieur, donne sept voix favorables et sept voix défavorables. Constatant la parité des suffrages, le président de séance, habilité à trancher, décide la non-publication.

La Classe reconnaît néanmoins unanimement l'intérêt historique du témoignage qu'apporte le travail de M. Ghislain et recommande son dépôt dans la bibliothèque d'une institution où il puisse être aisément accessible aux chercheurs.

**Les techniques de l'analyse du langage rituel  
de la religion ancestrale zaïroise**

Le R.P. H. Hochegger, directeur du Centre d'études ethnologiques de Bandundu, invité par le Bureau de l'Académie, a présenté à la séance de la Classe, tenue le 19 juin 1990, une communication intitulée comme ci-dessus.

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

**«Le brouillard sur la Kibira.  
Souvenirs d'un Territorial au Burundi»**

De H. J.-P. Harroy stelde tijdens de zitting van de Klasse van 15 mei 1990 een handschrift met de hierboven vermelde titel voor van de H. J. Ghislain.

Hij had toen aan de Klasse gevraagd om te onderzoeken of dit handschrift eventueel zou kunnen gepubliceerd worden in de Verhandelingenreeks in-8°.

Te dien einde had de Klasse in haar zitting van 20 november 1990 de HH. E. Lamy en J. Vanderlinden als verslaggevers aangeduid.

De H. E. Lamy geeft kennis van zijn verslag aan de Klasse en wijst op het grote belang van het handschrift en op de geschiktheid voor publikatie, onder voorbehoud van enkele weglatingen en veranderingen die men aan de auteur zou voorstellen.

De Vaste Secretaris leest vervolgens het verslag van de H. J. Vanderlinden voor. Deze besluit, integendeel, dat de tekst niet verschilt van vele persoonlijke en zeer subjectieve getuigenissen geïnspireerd door de koloniale periode. In dit opzicht is hij zeker onmisbaar voor de geschiedschrijving van de Belgische aanwezigheid in Centraal-Afrika, maar tegelijkertijd zou een tussenkomst van de Academie slechts verantwoord zijn indien de schrijver bijzonder belangrijk was of indien zijn tekst een totaal nieuw licht zou werpen op de gebeurtenissen die hij meegemaakt heeft, wat volgens de verslaggever niet het geval is met de tekst van de H. Ghislain.

Een eerste stemming met handopsteken over de publikatie van de tekst geeft acht stemmen voor en acht stemmen tegen. Een tweede verkiezingsronde, georganiseerd in stricte overeenstemming met artikel 27 van het Huishoudelijk Reglement, geeft zeven stemmen voor en zeven tegen. De voorzitter van de zitting, bevoegd om te beslissen bij staking van stemmen, besluit het werk niet te publiceren.

De Klasse erkent echter het historische belang van de getuigenis van het werk van de H. Ghislain en beveelt zijn bewaring aan in de bibliotheek van een instelling waar hij gemakkelijk toegankelijk zou zijn voor onderzoekers.

**«Les techniques de l'analyse du langage rituel  
de la religion ancestrale zaïroise»**

E.P. H. Hochegger, directeur van het Centrum voor etnologische studies te Bandundu, werd uitgenodigd door het Bureau van de Academie en heeft tijdens de zitting van de Klasse van 19 juni 1990 een mededeling voorgesteld met de hierboven vermelde titel.

En sa séance du 20 novembre 1990, la Classe a désigné MM. R. Devisch et A. Maesen comme rapporteurs.

M. R. Devisch a présenté son rapport à la séance de la Classe tenue le 11 décembre 1990. Il proposait une publication éventuelle de cette étude, sous réserve de quelques adaptations, dont celle du titre. La Classe avait alors décidé de postposer sa décision, estimant toutefois que, si la publication était décidée, le texte du R.P. H. Hochegger devait être suivi des remarques et questions de M. R. Devisch et des réponses de l'auteur.

M. A. Maesen présente un rapport circonstancié, concluant à l'intérêt du travail, mais signalant ses lacunes et formulant des réserves sur la méthode utilisée.

Il est d'autre part fait remarquer que le texte déposé ne correspond pas à la présentation orale qui en a été faite.

Après délibération, la Classe décide, par vote à mains levées, de ne pas publier cette étude.

#### **Journée d'étude sur «Alimentation, Traditions et Développement»**

Ainsi qu'il avait été prévu à la séance de cette Classe tenue le 11 décembre 1990, le Secrétaire perpétuel s'est rendu le 18 décembre 1990 auprès de M. R. Devisch, président de l'Association belge des Africanistes, et a, d'autre part, assisté le 11 janvier 1991 à la réunion du Comité de cette association, pour examiner la forme qui pourrait, au stade actuel, être donnée à une collaboration éventuelle de l'Académie au projet élaboré par le groupe de travail de l'Association.

Le Secrétaire perpétuel a soumis à l'Association deux propositions :

- 1° Soit une journée d'étude, constituant le programme d'une séance de Classe, mais également ouverte à tous les membres de l'Association, dans la salle habituelle des séances du Palais des Académies ;
- 2° Soit le patronage de l'Académie à une journée d'étude, organisée sous la seule responsabilité de l'Association belge des Africanistes, avec possibilité de co-édition des Actes.

La Comité de l'Association ayant opté pour une réunion ouverte au plus grand nombre possible de participants, la deuxième proposition est finalement retenue.

La Classe marque son accord au sujet du patronage de l'Académie à cette journée prévue pour le 27 février 1992. L'Association y invitera les membres de l'Académie.

En ce qui concerne la co-édition des Actes, il appartiendra à la Commission administrative de l'Académie de se prononcer au vu du contenu et de la présentation des manuscrits.

In haar zitting van 20 november 1990 heeft de Klasse de HH. R. Devisch en A. Maesen als verslaggevers aangeduid.

De H. R. Devisch stelde zijn verslag voor tijdens de zitting van de Klasse van 11 december 1990. Hij stelde voor deze studie eventueel te publiceren, onder voorbehoud van enkele aanpassingen, onder andere in de titel. De Klasse had toen besloten haar beslissing uit te stellen, maar vond evenwel, indien tot publikatie zou besloten worden, dat de tekst zou moeten gevolgd worden door de opmerkingen en vragen van de H. R. Devisch en de antwoorden van de auteur.

De H. A. Maesen stelt een uitvoerig verslag voor en wijst op het belang van het werk, maar vermeldt tevens zijn tekorten en hij drukt zijn twijfels uit omtrent de gebruikte methode.

Anderzijds wordt opgemerkt dat de gedeponeerde tekst niet overeenstemt met de mondelinge voorstelling ervan.

Na deliberatie besluit de Klasse bij stemming met handopsteken deze studie niet te publiceren.

### **Studiedag over «Voeding, Tradities en Ontwikkeling»**

Zoals voorzien tijdens de Klassezitting van 11 december 1990, begaf de Vaste Secretaris zich op 18 december 1990 naar de H. Devisch, voorzitter van de Belgische Vereniging van Afrikanisten. Anderzijds nam hij op 11 januari 1991 deel aan de vergadering van het Comité van deze Vereniging om de vorm te onderzoeken die men in het huidige stadium zou kunnen geven aan een mogelijke medewerking van de Academie aan het plan dat uitgewerkt werd door de werkgroep van de Vereniging.

De Vaste Secretaris heeft aan de Vereniging twee voorstellen voorgelegd :

- 1° Ofwel een studiedag die het programma zou uitmaken van een Klassezitting, maar die eveneens toegankelijk zou zijn voor alle leden van de Vereniging, in de gebruikelijke zaal van de Klassezittingen in het Paleis der Academiën ;
- 2° Ofwel het patronaat van de Academie voor een studiedag georganiseerd onder de volledige verantwoordelijkheid van de Belgische Vereniging van Afrikanisten, met de mogelijkheid van coëditie van de Acta.

Het Comité van de Vereniging geeft de voorkeur aan een vergadering toegankelijk voor zoveel mogelijk deelnemers ; het tweede voorstel wordt dus uiteindelijk weerhouden.

De Klasse geeft haar goedkeuring voor het patronaat van de Academie voor deze dag, gepland op 27 februari 1992. De Vereniging zal er de leden van de Academie op uitnodigen.

Wat de coëditie van de Acta betreft, zal de Bestuurscommissie van de Academie beslissen na inzicht van de inhoud en de presentatie van de handschriften.

### **Symposium sur l'Enfance dans le Tiers Monde**

Le Bureau de l'Académie a décidé de faire écho au discours prononcé par S.M. le Roi Baudouin au Sommet mondial pour les droits de l'enfant, tenu au siège des Nations Unies, à New York, en septembre 1990.

Un Symposium sera organisé, à l'occasion de la Journée Mondiale de l'Enfance, et le haut patronage du Roi y sera sollicité.

Les membres de la Classe disposés à faire partie du Comité organisateur sont priés d'en faire part au secrétariat de l'Académie.

### **Rencontres internationales et Conférence**

#### **«L'avenir des relations entre l'Europe et les pays en développement»**

Le Club de Bruxelles et le SICAD organisent à Marseille, du 23 au 26 janvier 1991, des rencontres internationales et une conférence sur divers aspects des relations économiques entre l'Europe, en particulier la CEE, et les pays en voie de développement.

Renseignements : Club de Bruxelles  
Rue du Collège St-Michel 10  
1150 Bruxelles  
Tél. (02)771.88.68 Fax (02)770.66.71.

### **Comité secret**

Les membres titulaires et titulaires honoraires, réunis en comité secret, élisent en qualité de :

*Membre associé* : M. F. Van Noten.

*Membre correspondant* : M. Singaravelou.

La séance est levée à 18 h 10.

### **Symposium over het Kind in de Derde Wereld**

Het Bureau van de Academie heeft besloten gehoor te geven aan de redevoering van Z.M. Koning Boudewijn tijdens de Wereldtop voor de rechten van het kind gehouden op de zetel van de Verenigde Naties te New York in september 1990.

Een Symposium zal georganiseerd worden ter gelegenheid van de Werelddag van het Kind en de hoge bescherming van de Koning zal aangevraagd worden.

De leden van de Klasse die wensen deel uit te maken van het organiserend Comité worden verzocht dit te melden aan het secretariaat van de Academie.

### **Internationale ontmoetingen en Voordracht**

#### **«L'avenir des relations entre l'Europe et les pays en développement»**

De Club van Brussel en de SICAD organiseren te Marseille, van 23 tot 26 januari 1991, internationale ontmoetingen en een voordracht over verschillende aspecten van de economische relaties tussen Europa, in het bijzonder de EEG, en de ontwikkelingslanden.

Inlichtingen : Club de Bruxelles  
Rue du Collège St-Michel 10  
1150 Bruxelles  
Tél. (02)771.88.68. Fax (02)770.66.71.

### **Geheim Comité**

De werkende en erewerkende leden, verenigd in Geheim Comité, verkiezen tot :

*Geassocieerd lid* : De H. F. Van Noten.

*Corresponderend lid* : De H. Singaravelou.

De zitting wordt geheven te 18 h 10.



## Séance du 19 février 1991

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par Mme P. Boelens-Bouvier, vice-directeur, assistée de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

*Sont en outre présents* : MM. A. Huybrechts, J. Jacobs, M. Luwel, A. Rubbens, J. Ryckmans, P. Salmon, J. Sohier, Mme Y. Verhasselt, membres titulaires ; MM. R. Anciaux, F. de Hen, V. Drachoussoff, membres associés ; M. J. Comhaire, membre correspondant.

*Absents et excusés* : MM. E. Coppieters, R. Devisch, M. d'Hertefelt, Mmes A. Dorsinfang-Smets, M. Engelborghs-Bertels, MM. J.-P. Harroy, E. Lamy, L. Pétilion, S. Plasschaert, R. Rezsóhazy, A. Stenmans, J. Vanderlinden, E. Vandewoude ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

### Lomé IV : Quoi de neuf?

Mme P. Boelens-Bouvier présente une communication à ce sujet.

MM. A. Huybrechts, J. Comhaire, V. Drachoussoff, P. Salmon et J.-J. Symoens interviennent dans la discussion.

La Classe décide la publication de cette communication dans le *Bulletin des Séances* (pp. 111-127).

### Concours annuel 1993

La Classe décide de consacrer la première question du concours 1993 à l'histoire de l'établissement arabo-swahili en Afrique.

MM. J. Comhaire et P. Salmon sont désignés pour la rédaction de la question.

La Classe décide de consacrer la deuxième question du concours 1993 à la critique du tiers mondisme.

MM. A. Huybrechts et A. Rubbens sont désignés pour la rédaction de la question.

### Distinctions honorifiques

Par arrêté royal du 18 janvier 1991, Mme M. Engelborghs-Bertels a été promue au grade de grand officier de l'Ordre de la Couronne, et le R.P. J. Denis au grade de grand officier de l'Ordre de Léopold.

## Zitting van 19 februari 1991

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door Mevr. P. Boelens-Bouvier, vice-directeur, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

*Zijn bovendien aanwezig* : De HH. A. Huybrechts, J. Jacobs, M. Luwel, A. Rubbens, J. Ryckmans, P. Salmon, J. Sohier, Mevr. Y. Verhasselt, werkende leden ; de HH. R. Anciaux, F. de Hen, V. Drachoussoff, geassocieerde leden ; de H. J. Comhaire, corresponderend lid.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. E. Coppieters, R. Devisch, M. d'Hertefeldt, Mevr. A. Dorsinfang-Smets, M. Engelborghs-Bertels, de HH. J.-P. Harroy, E. Lamy, L. Pétilion, S. Plasschaert, R. Rezsohazy, A. Stenmans, J. Vanderlinden, E. Vandewoude ; de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

### «Lomé IV : Quoi de neuf?»

Mevr. P. Boelens-Bouvier stelt een mededeling over dit onderwerp voor. De HH. A. Huybrechts, J. Comhaire, V. Drachoussoff, P. Salmon en J.-J. Symoens komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze mededeling te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 111-127).

### Jaarlijkse wedstrijd 1993

De Klasse besluit de eerste vraag van de wedstrijd 1993 te wijden aan de geschiedenis van de Arabisch-Swahili vestiging in Afrika.

De HH. J. Comhaire en P. Salmon worden aangeduid om deze vraag op te stellen.

De Klasse besluit de tweede vraag van de wedstrijd 1993 te wijden aan de «Critique du tiers mondisme».

De HH. A. Huybrechts en A. Rubbens worden aangeduid om de vraag op te stellen.

### Eervolle onderscheidingen

Bij koninklijk besluit van 18 januari 1991 wordt Mevr. M. Engelborghs-Bertels bevorderd tot de graad van grootofficier in de Kroonorde, en E.P. J. Denis tot de graad van grootofficier in de Leopoldsorde.

***Intertitres***

L'Agence Periscoop Multimédia annonce le lancement d'une sélection mensuelle de la presse africaine francophone sous le titre *Intertitres*.

Renseignements et abonnements : Periscoop / Syfia

Parc scientifique Agropolis

F-34980 Montferrier-sur-Lez (France)

Tél. 67.61.13.61. Fax 67.52.39.11.

La séance est levée à 16 h 30.

*Intertitres*

Het Agentschap Periscoop Multimedia meldt dat een maandelijks selectie uit de franstalige Afrikaanse pers op de markt gebracht wordt met als titel *Intertitres*.

Inlichtingen en abonnementen : Periscoop / Syfia  
Parc scientifique Agropolis  
F-34980 Montferrier-sur-Lez (France)  
Tel. 67.61.13.61. Fax 67.52.39.11.

De zitting wordt geheven te 16 h 30.

## Lomé IV : Quoi de neuf? \*

par

P. BOUVIER \*\*

**MOTS-CLÉS.** — Communauté Économique Européenne ; Conventions de Lomé ; États ACP.

**RÉSUMÉ.** — La quatrième Convention ACP-CEE a été signée à Lomé le 15 décembre 1989. Elle regroupe désormais 69 États ACP (en ce compris la Namibie) et les 12 États-membres de la CEE. Prévues pour 10 ans, à l'exception de son volet financier, elle ne modifie pas fondamentalement les axes essentiels de ce qu'il est convenu d'appeler le «système Lomé», mais elle vise à le compléter, à l'assouplir en divers domaines, à en accroître l'efficacité. La dette, le développement de l'entreprise, l'environnement sont parmi les principaux aspects nouveaux auxquels s'attache la nouvelle Convention.

**SAMENVATTING.** — *Lomé IV: Wat nieuws?* — De Vierde ACP-CEE-Convention werd te Lomé ondertekend op 15 december 1989. Ze groepeert voortaan 69 ACP-landen (Namibië inbegrepen) en de 12 lidstaten van de EEG. Met uitzondering van haar financieel gedeelte is ze voorzien voor 10 jaar en ze brengt geen grondige veranderingen aan in de belangrijkste hoofdlijnen van wat men gewoonlijk het «Lomé-systeem» noemt, maar ze tracht dit systeem aan te vullen, te versoepelen op verscheidene domeinen en doeltreffender te maken. De schuld, de ontwikkeling van de onderneming, het milieu zijn enkele van de nieuwe aspecten waaraan de nieuwe Conventie belang hecht.

**SUMMARY.** — *Lomé IV: What news?* — The fourth ACP-EEC Convention was signed at Lomé on the 15th December 1989. It now includes 69 ACP states (including Namibia) and the 12 members of the EEC. Planned for a period of 10 years, except for the financial part, it does not fundamentally modify the essential lines of what has come to be known as the 'Lomé system', but aims at completing it, making it less rigid in certain fields, and increasing its efficiency. Debt, the development of enterprise and the environment are among the main new features of the new Convention.

\*  
\* \*

---

\* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences morales et politiques tenue le 19 février 1991.

\*\* Membre titulaire de l'Académie ; Institut de Sociologie, Université Libre de Bruxelles, avenue Jeanne 44, B-1180 Bruxelles (Belgique).

### 1. La négociation

La négociation qui mena à la signature de la troisième Convention ACP-CEE, le 8 décembre 1984 à Lomé, s'était déroulée sur fond de crise économique dans la plupart des pays ACP et sur base d'un constat d'échec des politiques de coopération mises en œuvre jusqu'alors. Lorsque s'ouvrirent, une nouvelle fois, les négociations entre les pays ACP et les pays membres de la CEE, à Luxembourg les 12 et 13 octobre 1988, qui aboutirent, le 15 décembre 1989, à la signature à Lomé de la quatrième Convention ACP-CEE, la situation, loin de s'être améliorée, s'était encore détériorée et le contexte international donnait, à bien des égards, matière à inquiétude.

La baisse des cours des produits de base dont la valeur moyenne, en 1988, ne représenterait plus que 54% de la valeur de 1980 [1] \*, l'aggravation de l'endettement de nombreux pays ACP qui aurait doublé entre 1980 et 1987 [2] et qui, selon la Banque Mondiale, s'élevait, pour l'Afrique sub-saharienne seulement, à près de 130 milliards de dollars en 1987 [3], la régression de leur part dans le commerce mondial qui, en 1985, ne représentait plus que 1,8% pour les exportations et 1,5% pour les importations [4], de même que dans le commerce communautaire, où les importations de la CEE en provenance des ACP avaient diminué en valeur, en 1986 par rapport à 1985, de 35%, les exportations communautaires vers les ACP reculant, quant à elles, de 17% [5], sont autant d'indicateurs qui montrent, si besoin en est, l'ampleur des difficultés économiques auxquelles les ACP sont confrontés. Le fait que «... menacés d'asphyxie financière ... plus de 25 pays d'Afrique sub-saharienne et un certain nombre de pays des Caraïbes...» [6] aient été contraints de s'engager dans des programmes d'ajustement structurel, en est un autre.

Mais de plus, la saturation des marchés mondiaux pour de nombreuses matières premières, la persistance des déséquilibres économiques internationaux, l'instabilité régnant en divers domaines, notamment en matière de taux de change et de prix des produits de base et le niveau élevé des taux d'intérêt ne permettaient pas, loin s'en faut, d'augurer favorablement de l'avenir.

Les appréhensions des pays ACP s'aggravaient encore face à l'échéance de 1992 pour la réalisation du grand marché européen dont ils craignaient qu'il ait une influence restrictive sur leurs relations commerciales avec la CEE. Autre facteur ressenti par eux comme une menace : l'ouverture des pays de l'Est dont ils redoutaient qu'ils ne détournent à leur profit les préoccupations et les moyens de la Communauté. Ils s'inquiétaient également de la montée des pays d'Asie du Sud et de l'Est. Enfin, ils s' alarmaient à l'idée que les résultats de l'Uruguay Round n'aboutissent à une libéralisation du commerce international de nature à amenuiser les préférences dont ils jouissent du fait des Conventions [7].

\* Les chiffres entre crochets [ ] renvoient aux notes et références, pp. 126-127.

Dans un tel contexte, les ACP demandaient une refonte en profondeur de plusieurs aspects de la Convention, en matière commerciale notamment, les Européens plaidant, quant à eux, en faveur de la consolidation et du renforcement des acquis.

## **2. La portée de Lomé IV : les partenaires en présence et la durée de la Convention**

Les parties prenantes à Lomé IV sont aujourd'hui les douze États membres de la CEE, les soixante-neuf États ACP, c'est-à-dire les 66 signataires de Lomé III qui ont été rejoints par Haïti et la République dominicaine, et plus récemment par la Namibie dont le Premier Ministre, M. Hage Geingob, signait, le 19 décembre 1990, l'acte d'adhésion, scellant ainsi le dernier volet de ce processus [8].

Il s'agit donc désormais d'un ensemble d'États représentant environ 14% de la population mondiale et à peu près la moitié des membres des Nations Unies dont, au sein des ACP, 46 pays africains, 15 pays des Caraïbes et 8 pays du Pacifique. Ledit ensemble regroupe 440 millions de ressortissants ACP et 325 millions d'Européens. Les nouveaux venus ACP comptent à peu près 13 500 000 habitants, soit 5 500 000 en Haïti, 6 700 000 en République dominicaine et 1 500 000 en Namibie [9]. L'accroissement de population par rapport à Lomé III (10 pays européens et 66 ACP : 648 millions, dont 377 ACP et 271 CEE [10]) représente donc 117 millions de personnes, dont 63 millions ACP, soit pour ceux-ci une augmentation de près de 10% du total et de 17% des ACP.

Quant à la durée de la Convention, elle est de 10 ans, à l'exception des dispositions financières prévues pour 5 ans et compte tenu de modifications possibles à négocier à mi-parcours de la Convention [11].

Enfin, la Convention comporte 75 articles de plus que Lomé III !

## **3. Les nouveautés de Lomé IV à propos des principes, finalités, priorités, secteurs visés**

Le préambule de la Convention illustre l'importance que revêt dans Lomé IV les droits de l'homme : il est fait référence à la Charte des Nations Unies et l'attachement aux droits de l'homme sous tous leurs aspects est affirmé ; les différentes déclarations, pactes internationaux, conventions, chartes sont nommément cités comme autant de contributions à l'observance des droits de l'homme, le but étant d'œuvrer au respect et à la garantie des droits civils et politiques et à la pleine jouissance des droits économiques, sociaux et culturels.

Quant à la première partie de la Convention elle-même, il y est insisté également sur l'élimination des obstacles empêchant la jouissance des droits

économiques, sociaux et culturels et sur la lutte contre toute discrimination quelle qu'en soit l'origine, cet engagement incluant le système d'apartheid. Le principe de non-discrimination vaut également pour les travailleurs migrants, étudiants et autres étrangers se trouvant légalement sur le territoire des États ACP ou des États de la CEE.

La participation des populations à la fois acteurs et bénéficiaires du développement, la promotion de leurs initiatives propres deviennent également des points centraux au niveau des actions à promouvoir. Le rôle des femmes, à concevoir désormais sur pied d'égalité avec l'homme, revêt, dans cette foulée, une attention accrue.

À propos des priorités assignées au développement, l'environnement, la protection du patrimoine et la conservation des ressources naturelles font une entrée en force dans la nouvelle Convention ; non que ce domaine ait été ignoré des précédentes, notamment en matière de désertification et de déboisement, mais il n'y apparaissait pas comme un des objectifs essentiels.

L'appui à l'ajustement structurel devient également un des objectifs que Lomé IV introduit dans l'ensemble des finalités qu'elle s'assigne.

Au chapitre des secteurs couverts, l'industrialisation, reléguée loin derrière l'agriculture dans Lomé III, refait surface. Elle est désormais considérée comme complémentaire à l'agriculture et nécessaire pour faciliter la transformation des économies et accroître la productivité et la compétitivité des ACP. Autres points spécifiquement abordés dont la finalité est parallèle : la diversification horizontale et verticale en matière de produits de base et le développement dans les pays ACP des quatre activités constitutives du T.C.D.T. : transformation, commercialisation, distribution, transport. Dans le même esprit encore, la promotion, la protection, le financement, l'appui aux investissements sont préconisés.

Quant aux acteurs de la coopération, leur éventail s'ouvre, dans le cadre de ce qui s'appelle la coopération décentralisée, aux pouvoirs publics décentralisés, groupements ruraux et villageois, coopératives, entreprises, syndicats, centres d'enseignement et de recherche, organisations non gouvernementales de développement, associations diverses et tous groupes et acteurs capables et désireux d'apporter leur contribution spontanée et originale au développement des États ACP.

Tel est, dans ses principaux traits, le décor de la nouvelle Convention.

#### **4. Les innovations et les aménagements de Lomé IV en ce qui touche aux domaines de la coopération ACP-CEE**

4.1. Ainsi qu'il vient d'être noté, *la protection de l'environnement* devient une pièce maîtresse de Lomé IV ; il s'agit d'arrêter la dégradation des sols et des forêts, de rétablir les équilibres écologiques, de sauvegarder les ressources naturelles, de les exploiter de façon rationnelle. Trois approches sont définies



à cette fin : l'une préventive, l'autre systématique (à tous les stades), la troisième transsectorielle. Dans cette foulée, l'interdiction pour la CEE d'exporter les déchets dangereux et radioactifs vers les États ACP, et l'interdiction parallèle pour ceux-ci de les importer directement ou indirectement, est affirmée.

4.2. En ce qui a trait à l'*agriculture*, dont les finalités en matière d'auto-provisionnement et de conditions de vie des populations rurales n'ont pas été modifiées, le rôle des femmes en tant que productrices est, à nouveau, mis en évidence et leur accès à tous les facteurs de production réclamé.

*La lutte contre la désertification et la sécheresse* que Lomé III avait inscrit dans le cadre des actions thématiques est conçue comme devant, à terme, conduire à la restauration des équilibres écologiques.

4.3. Même souci de protection des ressources, de participation accrue des ACP, de promotion de la contribution des femmes, en matière de *pêche* et de *Z.E.E.* (Zone économique exclusive).

4.4. L'importance que revêt, pour les pays ACP, l'ensemble des *produits de base*, et non plus seulement les produits de base agricoles comme dans Lomé III, est illustrée notamment par la volonté de développer dans les ACP les processus de T.C.D.T. et d'augmenter la contribution de l'investissement privé déjà évoqués. À cette fin, de nouvelles missions sont assignées au Comité des produits de base.

4.5. *L'industrialisation, la fabrication et la transformation* sont conçues dans le cadre d'un développement intégré, l'interactivité entre les différents secteurs de l'activité économique étant prise en compte dans le but d'augmenter la valeur ajoutée.

La recherche d'une plus grande efficacité du Comité pour la coopération industrielle se marque par la création d'un Conseil consultatif paritaire de 24 membres appartenant au monde des affaires (outre un représentant de la Commission, de la B.E.I. et du Secrétariat ACP). De même, le rôle du C.D.I. est renforcé grâce à une plus grande présence opérationnelle dans les pays ACP.

4.6. *Le développement minier*, toujours aperçu sous l'angle de la diversification, la réhabilitation, la maintenance, la rationalisation, la modernisation, la viabilité, s'inscrit, lui aussi, dans une vision intégrée du développement économique ; l'intérêt à encourager, en ce domaine, les projets de petite et moyenne envergure est déclaré.

4.7. En *matière d'énergie*, les préoccupations se portent, davantage que dans Lomé III, vers l'encouragement des énergies de substitution nouvelles et renouvelables ; est prévue l'électrification des milieux ruraux et, en conséquence, le développement des réseaux de distribution d'électricité.

4.8. *L'entreprise* devient un des soucis majeurs des négociateurs de Lomé IV : son rôle est mis en évidence, toute une gamme d'instruments, dont l'assistance technique, l'amélioration du cadre juridique et fiscal, etc., est mise à son service et, dans cette perspective, des mesures de nature à mobiliser l'épargne sont prévues.

4.9. *Les services* sont un autre secteur qui polarise l'attention ; l'apport de la Communauté européenne, en ce domaine, est aperçu comme devant contribuer à l'allègement des balances des paiements et comme un moyen de stimuler l'intégration régionale. Dans ce cadre, l'appui est destiné principalement au soutien du commerce extérieur, aux entreprises, à l'intégration régionale, aux transports et communications, et au tourisme dont la place revêt une importance nettement plus considérable que dans Lomé III.

Rien de bien nouveau en matière de *transport et communication*, si ce n'est l'insertion d'un article spécifique aux transports aériens et l'insistance mise au développement de transports maritimes efficaces et fiables.

4.10. *Le développement du commerce* ne se voit pas davantage assigner de finalités nouvelles, la promotion des produits ACP sur les marchés demeurant une préoccupation majeure.

4.11. *La coopération culturelle et sociale*, qui avait fait son entrée comme secteur spécifique dans Lomé III, est considérablement renforcée et argumentée dans Lomé IV. Elle est à inscrire dans tous les secteurs et dans tous les projets et programmes, et la participation des populations de base est à prévoir à tous les stades de ceux-ci. Le dialogue interculturel devient l'instrument privilégié de la communication entre les peuples. Le rôle des femmes, une fois encore, est mis en évidence. Il en est de même de celui des jeunes et l'organisation de rencontres entre ressortissants des pays ACP et CEE est appuyée. Sauvegarde du patrimoine, soutien aux manifestations culturelles figurent à l'agenda. En ce qui concerne la formation, les mêmes préoccupations relatives aux femmes et aux jeunes se retrouvent ; la nécessité d'adapter les systèmes importés est évoquée et la santé, la nutrition, la démographie deviennent partie intégrante des programmes de formation.

La coopération scientifique et technique est mieux ciblée que dans Lomé III, visant entre autres à la maîtrise des technologies nécessaires au développement. Il en est de même des actions visant à la valorisation du statut des femmes et à l'amélioration de ses conditions de vie, comme de celles relatives à la santé et à la nutrition.

La Fondation est évoquée comme étant l'instrument de mise en œuvre de ce titre XI.

Population et démographie font également l'objet de préoccupations accrues ; il est question de faire face aux migrations, à l'exode rural, à l'urbanisation, d'initier des programmes de planification familiale.

4.12. Enfin, *la coopération régionale*, déjà très présente dans les conventions précédentes, est encore renforcée dans Lomé IV. Elle peut désormais englober les DOM-TOM et son champ d'application est étendu à des domaines nouveaux : les mécanismes de compensation et de financement dans le commerce, l'appui à l'ajustement structurel, la lutte contre la drogue...

## 5. Quoi de neuf à propos des instruments de la coopération ?

### 5.1. RÉGIME COMMERCIAL DES ÉCHANGES

Pas de modification essentielle en cette matière, le système demeurant fondé sur le libre échange non réciproque à l'exception des produits couverts par la politique agricole commune, des clauses de sauvegarde et des règles de protection des consommateurs en matière d'hygiène, de moralité, d'ordre public... Les restrictions pour les produits agricoles et alimentaires, qui ne bénéficient pas du système de libre échange mais seulement de préférences, ont été réduites pour une série d'entre eux dont les mélasses, le sorgho, le mil, le riz, les fruits et légumes. Le système a également été amélioré en ce qui concerne la viande bovine. Une exception nouvelle vient s'ajouter aux trois précédentes : il s'agit de l'interdiction d'importer ou d'exporter dans et pour les ACP des produits dangereux et radioactifs.

Les dispositions relatives aux règles d'origine ont été réaménagées dans le sens de l'assouplissement et de la simplification : en ce qui touche les produits entièrement obtenus dans les ACP, figurent désormais les P.T.O.M. ; en ce qui touche les produits suffisamment transformés à partir de produits originaires, une seule liste est désormais à utiliser, mais des exceptions sont expressément stipulées. En outre, des dérogations non négligeables peuvent être accordées par le Comité de coopération douanière.

Pour les produits qui font l'objet de protocoles spéciaux, à savoir les bananes, le rhum et le sucre, ceux-ci n'ont pas changé si ce n'est que, pour le rhum, les quotas d'importation pouvant entrer en franchise seront progressivement augmentés pour être totalement supprimés à partir de 1995. Quant au protocole sucre, la République dominicaine s'est engagée à ne pas demander à y participer.

Dans le domaine des échanges de services, il a été prévu qu'après les décisions prises au terme de l'Uruguay Round, des négociations seraient entreprises qui pourraient entraîner des modifications ou des ajouts à la Convention.

### 5.2. STABEX

Si les objectifs et la nature du système demeurent inchangés, divers traits du mécanisme ont été remaniés.

En premier lieu, l'affectation des ressources s'effectuera à l'avenir dans le cadre d'obligations mutuelles qui portent soit sur le secteur en cause, soit

sur d'autres secteurs dans une perspective de diversification, soit sur la transformation des produits.

La liste des produits couverts dans Lomé IV a été quelque peu allongée (ont été ajoutés : les coques, pellicules et autres déchets de cacao, la poudre de cacao, les poulpes et seiches, les noix de karité).

Bien que le commerce couvert demeure, en règle générale, celui qui existe entre les ACP et la CEE, les dérogations à cette règle deviennent automatiques sous certaines conditions (si, en moyenne, pendant deux ans avant l'année d'application, pour les produits inclus dans la liste, 70% des recettes d'exportation — 60% pour les pays les moins développés — ne proviennent pas d'exportations vers la CEE).

Le montant de l'enveloppe financière est porté à 1500 millions d'Écus (925 millions d'Écus dans Lomé III) et les transferts ne donnent plus lieu à remboursement.

Les seuils de dépendance sont abaissés à 5% en règle générale, 4% pour le sisal, 1% pour les pays les moins développés, enclavés ou insulaires. Le niveau de référence se calcule différemment (il s'agit de la moyenne des recettes d'exportation pour le produit en cause, tiré du commerce avec la CEE, sauf dérogation, pendant les six années précédant l'année d'application du système après déduction des recettes enregistrées pendant les deux années aux résultats les plus opposés).

Autres éléments neufs : une franchise de 4,5% (1% pour les pays les moins développés) est appliquée aux transferts, sauf pour ceux qui sont inférieurs à 2 millions d'Écus — réduits à 1 million d'Écus pour les États insulaires — et les calculs s'opèrent dorénavant, sur base des données CAF, en Écus, ce qui supprime l'obligation de recourir au mécanisme des taux de change (clause dite du tunnel pénalisant les pays dévaluant leur monnaie).

Si la demande formelle à introduire par les ACP est supprimée, ceux-ci conservent l'obligation de transmettre, au plus tard le 31 mars, les informations statistiques permettant d'étayer le droit à transfert. L'Office statistique de la CEE fournit les données à utiliser pour la mise en œuvre du système.

Des précisions sont également apportées en ce qui touche les intérêts des montants STABEX placés en banque (qui continuent à courir sur les parties des tranches annuelles non versées), les mesures à prendre en cas d'insuffisance des montants annuels, toutes sources mobilisées (tranche annuelle, reliquats éventuels des années précédentes, prélèvement sur la tranche suivante, intérêts des placements) et les chutes de recettes dues à une politique restrictive des ACP ou des opérateurs économiques.

### 5.3. SYSMIN

Comme pour le STABEX, les conditions et les objectifs n'ont pas été fondamentalement modifiés. Toutefois, la prévisibilité des difficultés et la

prévention de celles-ci acquièrent droit de cité. Le souci de compétitivité des entreprises face aux changements des conditions du marché, les objectifs de diversification et les besoins de restructuration économique sont également mieux pris en compte.

L'uranium a été ajouté à la liste des produits couverts, les seuils de dépendance ont été maintenus (15%-10% pour le pays les moins développés, enclavés et insulaires — des recettes d'exportation pendant 4 ans précédant la demande pour un des produits de la liste ; 20%-12% pour les pays les moins développés, enclavés et insulaires — des recettes d'exportation pendant 4 ans précédant la demande pour tous les produits miniers sauf les métaux précieux autres que l'or, le pétrole et le gaz), l'or étant, ainsi, soustrait aux métaux précieux non inclus dans les recettes d'exportation.

Le système peut, à présent, entrer en application non seulement en cas de baisse des capacités de production, mais aussi de baisse des recettes d'exportation totales de 10% par rapport à l'année précédant la requête.

L'enveloppe est fixée à 480 millions d'ÉCUs (415 dans Lomé III) et l'État ACP bénéficiaire peut rétrocéder les montants transférés sous forme de dons à un emprunteur final à des conditions financières différentes, c'est-à-dire sous forme de prêts.

#### 5.4. COOPÉRATION POUR LE FINANCEMENT DU DÉVELOPPEMENT

5.4.1. *Sur le plan général*, les objectifs essentiels de la coopération n'ont pas changé ; il s'agit toujours d'assurer le développement social, culturel et économique intégré, autodéterminé, aut centré et auto-entretenu des ACP sur la base de l'intérêt mutuel et dans un esprit d'interdépendance ; Lomé IV y ajoute une perspective portant sur le long terme et une série de points particuliers qui reflètent les préoccupations nouvelles des partenaires en matière, par exemple, de participation des populations, de capacités technologiques des ACP, de diversification, de problèmes financiers, de développement des ressources humaines.

Les nouvelles dispositions traduisent l'intention d'alléger et d'adapter les méthodes de coopération, d'utiliser au maximum les ressources des ACP et d'écourter les délais de réalisation.

Le champ d'application de la coopération, qui couvrait auparavant les projets et programmes d'investissement, les actions de réhabilitation, les programmes sectoriels, la coopération technique et l'appui aux efforts des communautés de base, est élargi de façon à englober les mesures d'allègement de la dette. Dès lors, sont, par exemple, inclus les programmes sectoriels et généraux d'importation, l'utilisation des fonds de contre-partie, les prises de participation...

Quant aux secteurs d'intervention proprement dits qui couvraient déjà un vaste rayon d'action, ils traduisent, en outre, les préoccupations nouvelles des

négociateurs sur les plans déjà cités de l'environnement, des capacités commerciales, de l'ajustement structurel, des investissements, de la coopération décentralisée.

5.4.2. *En matière financière*, l'enveloppe, en raison de sa durée limitée à 5 ans, est désormais inscrite dans un protocole financier distinct du corps de la Convention. Elle est portée à 12 milliards d'ÉCUs (8,5 milliards d'ÉCUs pour Lomé III), se décomposant de la façon suivante :

- 10 800 millions d'ÉCUs au FED répartis eux-mêmes en :
  - 7 995 millions d'ÉCUs, sous forme de subventions dont 1 150 millions d'ÉCUs pour l'appui à l'ajustement structurel ;
  - 1 500 millions d'ÉCUs au titre du STABEX ;
  - 480 millions d'ÉCUs au titre du SYSMIN ;
  - 825 millions d'ÉCUs sous forme de capitaux à risque ;
- 1 200 millions d'ÉCUs de la Banque sur ses ressources propres, attribués sous forme de prêts ou, élément nouveau, de prises de participation.

Il convient d'observer que les prêts spéciaux ont disparu de l'éventail des divers types d'interventions financières et ce, compte tenu des problèmes d'endettement.

L'autre domaine important introduit dans Lomé IV, ainsi qu'il a été mentionné plus haut, est l'appui à l'ajustement structurel. Outre les points qui entrent dans ce contexte et qui ont été mentionnés aux divers paragraphes précédents, il y a lieu d'ajouter :

- L'assistance, notamment en matière de formation, en ce qui touche à la gestion de la dette ;
- Le soutien aux efforts des pays ACP visant à améliorer les performances économiques, à mobiliser l'épargne locale, à assainir et contrôler les finances publiques, à rapatrier les capitaux et à engendrer les investissements...

L'appui à l'ajustement structurel doit être adapté cas par cas, s'inscrire dans le cadre de programmes dont le rythme soit réaliste, faire l'objet de débours rapides et pallier les effets négatifs sur le plan social desdits programmes, spécialement quand ils affectent les catégories sociales les plus vulnérables : pauvres, chômeurs, femmes, enfants.

L'éligibilité en la matière est liée à l'ampleur des réformes, leur efficacité, leurs conséquences économique, sociale, politique en liaison avec les difficultés économiques et sociales auxquelles les États demandeurs ont à faire face.

Les formes spécifiques d'intervention en ce qui touche à l'ajustement structurel sont :

- Les programmes spécifiques ou généraux d'importation auxquels il a été fait allusion plus haut ;

- L'assistance technique ;
- L'utilisation des fonds de contrepartie.

Outre ce nouveau champ d'application, cofinancements, microréalisations (d'une enveloppe maximale de 300 000 ÉCUs), aides d'urgences restent inscrits au tableau des interventions prévues.

5.4.3. *Les investissements*, qui s'étaient déjà vu accorder une place non négligeable dans Lomé III, polarisent une attention plus grande encore, ainsi qu'observé ci-avant.

La promotion des investissements privés s'attache non seulement aux apports en provenance des opérateurs économiques de la Communauté, mais aussi au développement des entreprises locales.

La protection des investissements reste prévue sous forme d'accords bilatéraux, l'annexe 53 prévoyant, en ce domaine, l'étude d'un accord type. Toutefois, l'éventualité d'établir un mécanisme conjoint ACP-CEE, évoquée dans Lomé III, a fait long feu.

Les buts et les modalités d'utilisation des capitaux à risques sont précisés, de même que les diverses autres formes qu'est susceptible de revêtir l'appui auxdits investissements, notamment dans le cadre des programmes indicatifs (voir ci-après).

5.4.4. Certaines modalités de *la coopération technique* qui vise, comme antérieurement, à valoriser les ressources humaines ACP, viennent s'ajouter à celles qui la déterminaient déjà ; telles sont la recherche d'un rapport coût-efficacité favorable, l'accroissement de la participation des experts, bureaux d'études, instituts de formation et de recherche nationaux aux marchés financés par le F.E.D., l'inversion du mouvement d'exode des cervaux...

Quant aux champs couverts par la coopération technique, outre tout ce qui concerne les études, la formation, l'information, les échanges en la matière qui sont traditionnellement de son ressort, de même que la préparation des dossiers de projet, leur exécution, suivi, évaluation, la dette entre également, à partir de Lomé IV, dans ce champ.

5.4.5. Pour ce qui est des *procédures de mise en œuvre*, les responsabilités respectives des ACP, d'une part, de la CEE, de l'autre, et leurs responsabilités conjointes sont spécifiées selon une méthode déjà utilisée dans les conventions antérieures.

Les différentes étapes de cette procédure ne sont pas fondamentalement modifiées :

- Information à chaque ACP de l'enveloppe financière programmable, en ce compris, depuis Lomé IV, les montants estimatifs destinés à l'appui à l'ajustement structurel ;



- Établissement du projet de programme indicatif ;
- Échange de vue entre la CEE et chacun des États ACP sur son programme indicatif et acceptation, de commun accord, dudit programme ;
- Identification des projets et programmes et préparation des dossiers ;
- Instruction conjointe des dossiers par le ou les pays ACP concernés et la CEE ;
- Établissement de la proposition de financement résumant les conclusions de l'instruction ;
- Décision de financement de la CEE dans un délai de 120 jours [12] ;
- Établissement d'une convention de financement entre la Commission de la CEE et le ou les États concernés qui précise, depuis Lomé IV, les engagements financiers, les dispositions du projet et le calendrier et ce, depuis Lomé IV également, dans un délai de 60 jours à dater de la prise de décision ;
- Mise en œuvre du projet, c'est-à-dire lancement des appels d'offre, sauf dérogation et procédures accélérées ;
- Choix de l'exécutant ;
- Suivi et évaluation.

Les nouveautés relatives à la mise en œuvre de la coopération concernent :

- La possibilité de préfinancement et, par conséquent, de paiements rétroactifs pour certains projets afin d'en accélérer la mise en œuvre ;
- L'ouverture des soumissions à de nouveaux participants dans le cadre de la coopération décentralisée ;
- Des mesures supplémentaires visant à accroître la participation des États ACP, notamment pour les marchés à effectuer en régie administrative ou les marchés de service.

Les procédures dérogatoires : marchés restreints, marchés de gré à gré, marchés en régie, procédures accélérées (pour les marchés de travaux inférieurs à 5 millions d'ÉCUs et les aides d'urgence) sont prévues comme par le passé, de même que l'établissement des programmes pluriannuels en matière de microréalisations, formation, promotion commerciale, petits projets, coopération technique.

Des changements notables sont introduits dans Lomé IV en ce qui concerne les acteurs chargés de mettre ces procédures en œuvre et qui sont, outre les organes des conventions, l'ordonnateur principal, les ordonnateurs nationaux et les délégués représentant la Commission dans les États ACP. C'est ainsi que, dans le but d'accélérer les procédures, la Commission donne pouvoir au délégué pour procéder à l'instruction conjointe des projets et la résumer en collaboration avec l'ordonnateur national en une proposition de financement à transmettre à l'État ou aux États ACP concernés et à la Commission. Dans le même souci, l'ordonnateur principal devient l'organe de décision en ce qui



concerne les programmes pluriannuels ; il approuve les dossiers d'appel d'offre avant leur lancement ; il établit un bilan détaillé des opérations à la fin de chaque exercice.

L'ordonnateur national, dont les responsabilités portent sur les phases d'instruction, de mise en œuvre, de déroulement des opérations, est appelé à travailler, à l'avenir, en étroite collaboration avec le délégué de la Commission. Celui-ci intervient pratiquement à chaque étape des opérations et voit son pouvoir d'approbation étendu notamment pour les marchés ne s'effectuant pas sous forme d'appels d'offre publics. L'un et l'autre (ce qui n'était pas le cas auparavant pour l'ordonnateur national) sont tenus d'élaborer un rapport, à la fin de chaque exercice, dont le contenu est précisé.

Les travaux d'évaluation, assortis dans Lomé IV du suivi des opérations, y sont l'objet de diverses précisions, le but recherché étant d'améliorer l'efficacité de la coopération. Ces travaux, dont la synthèse sera élaborée par secteur, par thème, par instrument, par région, doivent être diffusés et discutés ; leurs résultats transmis au Conseil des Ministres ACP-CEE doivent permettre d'utiliser l'expérience acquise dans les activités futures.

Enfin, le Comité ACP-CEE de coopération pour le financement du développement, créé au sein du Conseil des Ministres depuis Lomé II (sous l'appellation Comité de l'article 108, devenu Comité de l'article 193 dans Lomé III), visant à dynamiser la coopération et à en définir les lignes générales, se voit assigner de nouvelles tâches, dont :

- Rédiger ou adopter les cahiers généraux des charges ;
- Examiner les mesures susceptibles de garantir un bon rapport coût-efficacité ;
- Examiner les mesures prises pour améliorer les conditions d'attribution des marchés aux entreprises ACP ;
- Examiner la manière dont les instruments prévus par Lomé IV ont été utilisés pour alléger le poids de la dette ;
- Examiner les diverses questions relatives à la promotion et la protection des investissements privés ;
- Examiner régulièrement les progrès de la coopération régionale, la mise en œuvre des mesures sur le développement des services et les mesures spécifiques portant sur les pays les moins développés, enclavés et insulaires.

Toute une série de rapports auxquels Lomé IV ajoute des rapports élaborés par la Commission et la B.E.I. sur la coordination dans le domaine des investissements et de l'appui au secteur privé, et des études de la Commission sur les flux d'investissement, les systèmes de garantie, les accords passés entre ACP et CEE... sont soumis au Comité ACP-CEE qui les analyse, qui établit à son tour un rapport annuel et le soumet au Conseil des Ministres, ainsi

que toute information, observation, proposition, recommandation... dans le domaine de la coopération.

5.4.6. *Les pays les moins développés, enclavés et insulaires (P.M.D.E.I.)* ne font pas l'objet d'un dispositif nouveau, les différents domaines qui les concernent étant prévus tout au long de la Convention. Il est néanmoins observé qu'ils requièrent une attention particulière dans les sphères suivantes :

- Coopération régionale ;
- Transports et communications ;
- Pêche ;
- Ajustement structurel ;
- Stratégies alimentaires.

Il y a lieu également d'observer que, parmi les 44 pays les moins développés, figure un nouveau venu : Haïti, et parmi les 26 États insulaires deux nouveaux venus : Haïti et la République dominicaine. Si l'on y ajoute les 14 États enclavés, il apparaît que, sur les 69 ACP, 55 font partie du groupe des P.M.D.E.I.

## 6. *Statu quo des institutions*

La composition, les prérogatives, les modalités de fonctionnement respectives du Conseil des Ministres, du Comité des Ambassadeurs et de l'Assemblée paritaire demeurent pratiquement identiques à ce qu'elles étaient auparavant. Il est toutefois prévu que le Conseil des Ministres organisera des contacts entre organismes homologues de la CEE et des États ACP dans le cadre de la coopération décentralisée, afin d'examiner concrètement comment leurs initiatives peuvent être mises en œuvre.

## 7. *Changements mineurs à propos des dispositions finales*

Adhésions nouvelles, ratification, dénonciation, mesures transitoires, négociations en vue du renouvellement, etc., sont maintenues. Compte tenu de la durée de 10 ans de la Convention, des négociations pour d'éventuelles modifications sont prévues à mi-parcours, comme indiqué ci-dessus.

## 8. *Apports divers*

Si, en matière de technologie, Lomé IV continue à insister sur des technologies adaptées et sur la mise en application de technologies propres, la Convention fait cependant davantage appel aux technologies modernes ; c'est ainsi qu'elle introduit, dans une série de domaines, l'informatique, qu'elle préconise de recourir à la télédétection dans le cadre de la lutte contre la

sécheresse et la désertification, qu'elle propose de mettre en œuvre les méthodes du marketing moderne dans des stratégies de développement commercial.

La Convention se veut également plus prospective en fonction des résultats de l'Uruguay Round et insiste sur les perspectives à long terme.

Elle tente d'introduire plus de souplesse dans divers mécanismes, fixe désormais sur plusieurs points des échéances, des délais, soucieuse ainsi d'abrégier les « pipe-lines ». Elle vise à responsabiliser les acteurs en présence ; le nombre de rapports à élaborer à différents niveaux en témoigne.

D'une certaine manière, le « dialogue des politiques » cher à E. Pisani, semble avoir fait long feu. La Convention insiste encore plus que les précédentes sur la maîtrise absolue des pays ACP sur les modèles, stratégies, options, projets, programmes de développement qu'ils entendent mettre en œuvre.

Elle accorde une attention croissante aux groupes sociaux les plus défavorisés.

Enfin, au niveau des stratégies de développement, l'intégration et la diversification des économies deviennent des axes privilégiés.

### Conclusion

Lomé IV a-t-elle une meilleure chance d'atteindre ses objectifs que les précédentes conventions dont le bilan, quelque difficile qu'il soit à établir en termes objectifs, s'est révélé décevant ? Il est certes trop tôt pour tenter une quelconque prévision à cet égard.

Toutefois, quelques brèves remarques valent d'être formulées. Au fil du temps, les Conventions ont inclus un nombre croissant de domaines, fruit souvent de la conjoncture économique. L'esprit des Conventions a toujours été tel que ces inclusions ne paraissent nullement indispensables puisqu'il a toujours été acquis que les pays ACP étaient maîtres de leurs stratégies et, dès lors, libres d'introduire des projets axés sur quelque domaine que ce soit. Cette volonté de cerner, dans les divers titres, chapitres, sections de la Convention, l'éventail des champs d'action à couvrir semble donc traduire un certain malaise ; certains craignant que les responsables des opérations à financer ne s'abritent derrière les textes formels pour refuser d'éventuelles contributions.

La nouvelle architecture des Conventions innovée à partir de Lomé III, si elle permet de cerner directement les objectifs essentiels et les instruments mis en œuvre, aboutit à une série de redondances qui alourdissent incontestablement le texte dans son ensemble. Est-il indispensable, par exemple, de répéter à longueur de titres ou de chapitres que les ACP décident en toute indépendance de leurs objectifs, modèles, stratégies de développement ? L'insistance à le répéter pourrait finir par devenir suspecte !

De plus, à vouloir englober tous les axes de développement et les voies de coopération possible, la Convention aboutit à un certain nombre de contra-

dictions ; ceci peut s'illustrer, entre autres, par l'article 220 de la Convention déjà cité : «La coopération pour le financement du développement a pour objectif ... d'appuyer et de favoriser les efforts des États ACP, visant à assurer leur développement social, culturel et économique intégré, autodéterminé, auto-centré et auto-entretenu à long terme, sur la base de l'intérêt mutuel et dans un esprit d'interdépendance...» [13], ce qui est, au moins en partie, incompatible. Autre exemple de ces contradictions : des mesures particulières sont prévues pour les pays les moins développés, enclavés et insulaires qui sont largement majoritaires au sein des ACP, de telle sorte que l'exception devient la règle...

Divers commentateurs ont déjà mis l'accent sur le fait que la Convention est devenue un catalogue des potentialités, un inventaire des espérances, un répertoire du possible, mais que, ce faisant, les axes fondamentaux de la coopération se trouvaient désormais occultés. Convention «fourre-tout» pour les uns, Convention multi-dimensionnelle pour les autres, il n'en est pas moins vrai que Lomé IV, malgré les déclarations de principe en matière de liberté des choix politiques, continue, comme les précédentes, à représenter, même si une certaine opacité a été jetée sur les finalités essentielles, un modèle de développement centré sur l'insertion des pays ACP au commerce européen et, dans une moindre mesure, au commerce mondial.

Enfin, le problème de la capacité des ACP d'utiliser l'ensemble des instruments inclus dans la Convention reste posé ; selon le porte-parole du Secrétariat des ACP, il reste non utilisé sur les F.E.D. précédents, plus de la moitié de l'actuelle dotation du F.E.D. !

Comme les conventions antérieures, elle n'est donc, en fait, qu'un cadre permissif, qu'un ensemble de potentialités complémentaires, tout au plus, de politiques de développement entreprises par ailleurs [14].

#### NOTES ET RÉFÉRENCES

- [1] Lomé IV, 1990-2000, contexte, innovations, améliorations. — *Europe Information, Développement*, mars 1990, p. 2.
- [2] Id., *ibid.*
- [3] Données économiques et financières sur l'Afrique, Programme des Nations Unies pour le développement. — Banque Mondiale, New York - Washington, 1990, p. 92.
- [4] Les chiffres correspondants, pour 1978, sont respectivement de 2,6% et 3%. ACP Statistiques de base, 1988. — Eurostat, Office des Publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg, 1989, pp. 66-67.
- [5] KOSZEREK, D. 1987. Échanges entre la Communauté et les États ACP en 1986. — *Le Courrier*, 105 (septembre-octobre 1987) : 62.
- [6] Changement dans la continuité? Les orientations de la Commission pour la nouvelle Convention ACP-CEE. — *Le Courrier*, 109 (mai-juin 1988), p. v.

- [7] Il y a lieu de rappeler à ce sujet que certains pays en développement, tels le Brésil et l'Indonésie, s'opposent aux préférences accordées aux ACP. La lettre de Solagral, n° 87, décembre 1989.
- [8] *Le Courier*, 125 (janvier-février 1991), p. III.
- [9] Convention de Lomé IV, *Le Courier*, 120 (mars-avril 1990), pp. 20-22. La population de la Namibie a été ajoutée aux données empruntées à cette source ; son estimation provient de : Bilan économique et social 1990, *Le Monde*, Dossiers et Documents, p. 107.
- [10] Convention ACP-CEE, Lomé III, *Le Courier*, 89 (janvier-février 1985), p. 28. Ce document fait état d'une population ACP de 368 millions de personnes à laquelle il convient d'ajouter celle de l'Angola évaluée à 9 millions de personnes. ACP Statistiques de base, 1988, *op. cit.*, p. 49.
- [11] Les demandes de modification sont à introduire 12 mois avant la fin de la première période de 5 ans et les négociations sur ces demandes seront entamées 10 mois avant la fin de la première période de 5 ans.
- [12] Après consultation par la CEE du Comité du F.E.D.
- [13] Convention de Lomé IV, *op. cit.*, p. 56.
- [14] Ce point de vue a été développé antérieurement par l'auteur dans l'article suivant : BOUVIER, P. 1989. Qu'attendre du système Lomé ? Ni le meilleur, ni le pire. *Le Courier*, 113 (janvier-février 1989) : 10-13.

## Séance du 19 mars 1991

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le vice-directeur, Mme P. Boelens-Bouvier, assistée de Mme L. Peré-Claes, secrétaire des séances.

*Sont en outre présents* : Le R.P. J. Denis, MM. A. Duchesne, A. Huybrechts, J. Jacobs, E. Lamy, M. Luwel, A. Rubbens, J. Sohier, Mme Y. Verhasselt, membres titulaires ; MM. F. Bézy, F. de Hen, V. Drachoussoff, S. Plasschaert, membres associés ; M. J. Comhaire, membre correspondant ; MM. A. Lederer et R. Sokal, membres de la Classe des Sciences techniques.

*Absents et excusés* : MM. R. Anciaux, R. Devisch, M. d'Hertefeldt, Mme A. Dorsinfang-Smets, MM. M. Graulich, J.-P. Harroy, A. Maesen, L. Pétilion, F. Reyntjens, P. Salmon, A. Stenmans, J. Vanderlinden, J.-L. Vellut ; MM. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire et J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

### **Le développement des petites et moyennes entreprises dans les pays en voie de développement en général et en Afrique noire en particulier**

M. A. Huybrechts présente une étude à ce sujet.

MM. J. Comhaire, A. Rubbens, R. Sokal, E. Lamy, S. Plasschaert et Mme P. Boelens-Bouvier interviennent dans la discussion.

La Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 133-142).

### **Rwanda 1962-1989. Bilan socio-économique d'un régime**

M. F. Bézy présente son étude, intitulée comme ci-dessus et déjà publiée dans la série *Études et Documents* de l'Institut d'Étude des Pays en développement, Université Catholique de Louvain, janvier 1990, 58 pp.

MM. A. Huybrechts, V. Drachoussoff, S. Plasschaert, A. Rubbens, E. Lamy, J. Sohier et R. Sokal interviennent dans la discussion.

### **Concours annuel 1993**

La Classe arrête comme suit le texte des première et deuxième questions du Concours 1993 :

## Zitting van 19 maart 1991

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de vice-directeur, Mevr P. Boelens-Bouvier, bijgestaan door Mevr. L. Peré-Claes, secretaris der zittingen.

*Zijn bovendien aanwezig* : E.P. J. Denis, de HH. A. Duchesne, A. Huybrechts, J. Jacobs, E. Lamy, M. Luwel, A. Rubbens, J. Sohier, Mevr. Y. Verhasselt, werkende leden ; de HH. F. Bézy, F. de Hen, V. Drachoussoff, S. Plasschaert, geassocieerde leden ; de H. J. Comhaire, corresponderend lid ; de HH. A. Lederer en R. Sokal, leden van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. R. Anciaux, R. Devisch, M. d'Hertefeldt, Mevr. A. Dorsinfang-Smets, de HH. M. Graulich, J.-P. Harroy, A. Maesen, L. Pétilion, F. Reyntjens, P. Salmon, A. Stenmans, J. Vanderlinden, J.-L. Vellut ; de HH. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris en J.-J. Symoens, vast secretaris.

### **«Le développement des petites et moyennes entreprises dans les pays en voie de développement en général et en Afrique noire en particulier»**

De H. A. Huybrechts stelt hierover een studie voor.

De HH. J. Comhaire, A. Rubbens, R. Sokal, E. Lamy, S. Plasschaert en Mevr. P. Boelens-Bouvier komen tussen in de bespreking.

De Klasse beslist deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 133-142).

### **«Rwanda 1962-1989. Bilan socio-économique d'un régime»**

De H. F. Bézy stelt zijn studie voor, getiteld als hierboven en reeds gepubliceerd in de reeks *Études et Documents* van het «Institut d'Étude des Pays en Développement, Université Catholique de Louvain», januari 1990, 58 pp.

De HH. A. Huybrechts, V. Drachoussoff, S. Plasschaert, A. Rubbens, E. Lamy, J. Sohier en R. Sokal komen tussen in de bespreking.

### **Jaarlijkse wedstrijd 1993**

De Klasse stelt als volgt de tekst vast van de eerste en tweede vragen van de Wedstrijd 1993 :

*Première question* : On demande une étude socio-historique sur une communauté arabo-swahili dans un pays d'Afrique.

*Deuxième question* : On demande une analyse critique de l'évolution des courants d'idées tiers mondistes jusqu'à ce jour.

#### **Bibliothèque africaine**

La Bibliothèque africaine est à nouveau accessible, rue Belliard 65, 1040 Bruxelles, de 9 h 00 à 16 h 30.

La séance est levée à 16 h 30.



*Eerste vraag* : Men vraagt een socio-historische studie over een Arabo-Swahili gemeenschap in een Afrikaans land.

*Tweede vraag* : Men vraagt een kritische analyse van de evolutie van de «tiers mondistische» gedachtenstromingen tot op heden.

#### **Afrikaanse Bibliotheek**

De Afrikaanse Bibliotheek is weer toegankelijk, Belliardstraat 65, 1040 Brussel, van 9 h 00 tot 16 h 30.

De zitting wordt gegeven te 16 h 30.

## Le développement des petites et moyennes entreprises dans les pays en voie de développement en général et en Afrique noire en particulier \*

par

A. HUYBRECHTS \*\*

MOTS-CLÉS. — Afrique ; Développement ; Petites et moyennes entreprises.

RÉSUMÉ. — L'importance des petites et moyennes entreprises (PME) dans le processus du développement socio-économique est mise en évidence : contribution majeure à la transformation progressive des mentalités et des comportements, création d'emplois et de revenus, maximisation des ressources disponibles, facteur de diversification sectorielle et géographique, effets multiplicateurs, moindre extraversion, moindre dépendance et moindre vulnérabilité conjoncturelle. Les obstacles et contraintes relèvent de trois causes : l'ignorance du problème qui inspire des politiques et des institutions inappropriées, l'insuffisance des ressources financières des entreprises et le manque de compétences techniques et de gestion. L'appui au développement des PME exige des institutions et des politiques, un financement des PME et divers types de formation.

SAMENVATTING. — *De ontwikkeling van de kleine en middelgrote ondernemingen in de ontwikkelingslanden in het algemeen en in Zwart-Afrika in het bijzonder.* — Het belang van de kleine en middelgrote ondernemingen (KMO's) in het socio-economische ontwikkelingsproces wordt in het daglicht gesteld : belangrijke bijdrage tot de geleidelijke verandering in de mentaliteit en de gedragingen, creëren van arbeidsplaatsen en inkomens, maximalisering van de beschikbare hulpbronnen, faktor van sectoriële en geografische diversificatie, multiplicatie-effecten, minder extraversie, minder afhankelijkheid en minder conjuncturele kwetsbaarheid. De hindernissen en de beperkingen komen voort uit drie oorzaken : de onwetendheid over het probleem waardoor onaangepaste beleidvoeringen en instellingen ontstaan, de onvoldoende financiële middelen van de ondernemingen en het tekort aan technische en beleidsvaardigheden. De steun aan de ontwikkeling van de KMO's vereist instellingen en beleidvoeringen, financiering van de KMO's en verschillende types opleidingen.

SUMMARY. — *The development of small and medium-sized enterprises in developing countries in general and particularly in black Africa.* — The importance of small and medium-sized enterprises (SME) in the process of socio-economic development is

\* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences morales et politiques tenue le 19 mars 1991.

\*\* Membre titulaire de l'Académie, Hertogweg 41, B-1970 Wezembeek-Oppem (Belgique).

shown : a major contribution to the progressive changing of attitude and behaviour, job creation, revenue creation, maximising of available resources, a factor of sectorial and geographic diversification, multiplying effects, less extroversion and less conjunctural vulnerability. Obstacles and constraints have three causes : ignorance of the problem which inspires inappropriate policies and institutions, insufficiencies in the financial resources of enterprises and the lack of technical and managerial competence. Help for the development of SMEs requires institutions and policies, financing SMEs and training.

### 1. Importance

Les économies des pays en voie de développement sont constituées pour une part très appréciable, compte tenu de l'existence d'un secteur de grandes entreprises qui reste très limité (voire quasi inexistant dans de nombreux pays), d'une masse d'unités de production, essentiellement agricoles et familiales mais également artisanales et commerciales, et progressivement d'entreprises industrielles et de service, généralement de petite dimension et de technicité élémentaire. Le développement économique moderne suppose qu'elles se transforment en véritables entreprises, qu'elles se développent et accroissent leur productivité. L'expansion des PME constitue un processus de développement qui n'est exclusif d'aucune autre stratégie et qui s'articule notamment particulièrement bien avec la priorité qui doit revenir dans de nombreux cas — en Afrique noire notamment — au développement rural et au développement auto-centré.

1.1. Le développement des PME, tout particulièrement celui des très petites entreprises, y compris le secteur informel notamment, constitue une contribution majeure à l'évolution des mentalités et des comportements socio-économiques : création d'une classe moyenne d'entrepreneurs nationaux, diffusion de la culture technique et de l'esprit d'entreprise tout en préservant au mieux les valeurs culturelles nationales. Les futurs entrepreneurs se forment bien plus dans les petites et les moyennes entreprises que dans les grandes entreprises, en s'initiant aux techniques de base et en acquérant des compétences de direction (mais sans grand apport en matière de gestion, point faible par excellence des PME). On ne saurait assez insister sur le rôle des petites entreprises pour jeter un pont entre l'économie traditionnelle, le secteur informel et le secteur moderne, et réduire ainsi la désarticulation des économies sous-développées. Les grandes entreprises industrielles ne constituent en effet souvent qu'une façade moderniste plaquée sur des collectivités qui restent foncièrement traditionnelles, et n'assimilent que très malaisément et lentement les valeurs et les comportements de la société industrielle.

1.2. L'expansion des PME est intensivement génératrice d'emplois et de revenus largement répartis. Se concentrant plutôt sur des technologies moins modernes, mais plus appropriées aux conditions locales, les petites entreprises

prélèvent proportionnellement moins de capital, facteur de production rare dans le Tiers Monde, et utilisent davantage de main-d'œuvre, facteur abondant, les PME tendent à optimiser l'investissement productif (faible niveau de frais structurels). Ces entreprises orientées d'abord et en majorité vers les biens de consommation et quelques moyens de production simples, créent des circuits d'échange internes multipliant à leur tour ces conséquences bénéfiques en termes d'emploi et de revenu.

1.3. Une fois créées, les PME n'ont plus guère besoin d'interventions publiques. Leur dynamisme, leur flexibilité (initiative, souplesse, rapidité de réaction), leur nombre et la multiplicité de leurs formes sont des atouts naturels tels qu'elles parviennent à s'adapter aux évolutions incessantes de l'environnement économique, commercial et technique, et à trouver, mobiliser et exploiter des ressources en capitaux, en hommes et en savoir-faire qui, sans elles, ne contribueraient pas au développement. Ce faisant, elles atteignent une rentabilité et dégagent une épargne en moyenne supérieures à celles des grandes entreprises, tout en réinvestissant plus largement leurs profits. Inversement, les petites entreprises ont moins d'exigences en matière d'infrastructures économiques publiques, réduisant d'autant les besoins d'investissements à couvrir par le budget de l'État.

1.4. Les PME sont enfin un facteur de diversification sectorielle (densité accrue du tissu économique et multiplication des liaisons intersectorielles), d'atténuation des déséquilibres géographiques (les PME et les petites industries rurales peuvent notamment contribuer à freiner l'exode rural), de développement des effets multiplicateurs, de moindre extraversion, de moindre dépendance à l'égard d'entreprises étrangères et de moindre vulnérabilité conjoncturelle. La croissance endogène, par opposition à la prépondérance de quelques grandes entreprises agricoles ou minières exportatrices est, par excellence, facteur de diversification des circuits d'investissement, de production et de consommation.

## **2. Obstacles et contraintes**

Le développement des PME se trouve freiné dans les pays sous-développés par une série de contraintes très sévères relevant de trois ordres de raisons.

2.1. Le premier obstacle et le plus fondamental est l'ignorance même du problème qui se pose et de ce fait l'inadéquation des politiques de développement, des institutions et des dispositions légales ou réglementaires à la problématique de la petite et moyenne entreprise, sinon de l'entreprise tout court.

2.1.1. On peut se réjouir depuis une quinzaine d'années en Asie et une dizaine d'années en Afrique de constater une conscience croissante du

problème et de la priorité qui devrait revenir au développement d'un tissu de PME. Tant les pays bénéficiaires de l'aide extérieure que les donneurs d'aide, Banque Mondiale en tête, sont devenus conscients de l'importance du développement des PME et de la priorité à accorder aux interventions qui y contribuent. Ce revirement est évidemment très progressif et on en reste encore trop souvent au niveau des déclarations de principe, des discours, sinon des vœux pieux et les idéologies étatisantes adoptées à l'aube des indépendances sont souvent tenaces (s'exprimant notamment à travers l'inertie ou l'incompréhension des administrations). Mais il est incontestable qu'il s'opère un changement des mentalités et que les choses commencent à bouger.

2.1.2. Alors que le monde des entreprises est une nébuleuse dont l'appréhension est fort malaisée, cette complexité et cette difficulté se trouvent sérieusement ignorées ou, à tout le moins, insuffisamment perçues par les responsables publics et administratifs. En Afrique, ce fait se trouve à l'origine de très nombreux échecs qui contribuent à freiner les interventions publiques dans le secteur PME. Dans la plupart des pays asiatiques, les responsables publics ont montré qu'ils n'ignorent pas ces problèmes. De nombreux programmes cherchent à répondre aux besoins financiers et techniques des nouveaux entrepreneurs. La véritable difficulté est, par contre, de réconcilier cet interventionnisme avec un climat de liberté économique, seul terrain favorable au développement de la libre entreprise.

2.1.3. On a pris conscience de l'importance du contexte économique global et des politiques économiques qui sont menées dans le pays où se situent les entreprises et auquel s'appliquent la coopération extérieure. Ce cadre d'ensemble et ces politiques économiques influencent considérablement les PME, leur développement et leurs performances. On constate en particulier que l'environnement institutionnel et réglementaire est souvent défavorable aux PME, les structures administratives très inadaptées à la problématique de l'entreprise et, de ce fait, incapables d'affronter efficacement les problèmes : elles pêchent à la fois par excès (ingérence excessive, lourdeur et formalisme bureaucratiques, politisation des règles du jeu) et par défaut (de compétence, de motivation, de moyens adaptés). Elles perçoivent mal la réalité et sont elles-mêmes mal perçues, dépourvues de crédibilité auprès des chefs d'entreprises qu'elles sont censées informer et aider...

Par ailleurs, il a été démontré que les politiques de développement axées sur la demande et débouchant sur un accroissement d'ensemble des revenus constituent un meilleur stimulant pour les PME, en augmentant leurs débouchés, que des interventions axées sur l'offre, c'est-à-dire sur la fourniture directe d'aide aux PME.

2.2. L'insuffisance des ressources financières des PME, en fonds propres et en possibilités de crédits adéquats — tant par rapport à leurs besoins d'in-

vestissement que de trésorerie — affecte gravement les PME des pays moins développés. Le problème du financement apparaît en premier quand on aborde la problématique PME, mais il n'est certainement pas le seul ni peut-être même le plus important, la formation et la motivation des promoteurs ayant sans doute plus d'importance encore.

Un problème majeur est le niveau très bas de l'épargne des entrepreneurs potentiels. L'incapacité de dégager un surplus entre dépenses et revenus est non seulement à la base de l'absence de fonds propres, mais aussi des arriérés importants. Les taux de réussite des programmes de crédit qui font d'une épargne préalable une condition pour l'obtention d'un crédit sont une illustration, *a contrario*, de ce principe.

Une contrainte que l'on rencontre pratiquement toujours est l'abstention du réseau bancaire commercial. Sa réticence à l'égard du crédit aux PME s'explique du fait qu'il estime ces interventions insuffisamment rémunératrices : elles sont trop lourdes, trop chères à administrer et trop risquées. En effet, les petites entreprises fournissent difficilement les informations dont les banquiers estiment avoir besoin pour instruire le dossier de prêt, elles n'offrent guère de surface financière, n'ont que peu ou pas de garanties à offrir, leur activité est souvent aléatoire, les taux de non-remboursement sont parfois excessifs et les arriérés de paiements importants. Mais la gestion stricte des banques privées est de nature à améliorer cette situation. L'intérêt des banques commerciales est éveillé progressivement lorsque certaines conditions sont remplies : le taux d'intérêt est rémunérateur, il existe des contacts préalables entre l'entrepreneur et la banque (constitution d'une épargne), et le projet est susceptible d'apporter des recettes annexes (trésorerie, escompte, change, par exemple).

2.3. Le manque de compétences techniques et de gestion (commerciale, financière...) constitue le troisième obstacle majeur, plus contraignant dans les pays en voie de développement qu'ailleurs du fait de l'insuffisance au départ de la scolarisation de base (sans alphabétisation, toute la gestion est nécessairement problématique : songeons à la simple comptabilité...) et de la faiblesse de tous les niveaux d'enseignement (secondaire, technique, professionnel...). Ici encore, la situation est plus grave en Afrique noire que partout ailleurs. En Asie, la scolarisation a été beaucoup plus développée et il s'agit essentiellement d'enseigner des rudiments de gestion d'une petite entreprise. Notons au passage deux lacunes fréquentes : l'absence ou la faiblesse de l'étude préalable des débouchés sur lesquels peut compter l'entreprise et les difficultés que rencontre l'identification de la technologie la plus appropriée, du fournisseur correspondant et des conditions d'acquisition les meilleures.

### 3. Secteurs d'intervention et types de mesures de promotion

De la liste des obstacles découle celle des mesures visant à promouvoir la création et le développement des PME.

3.1. S'agissant des institutions et des politiques, il faut souligner, en tout premier lieu, la nécessité d'avoir une politique d'ensemble cohérente avec des objectifs accessibles et définis avec précision, une vision claire des liaisons inter-sectorielles et la perception des contraintes qui se présenteront. Elle doit s'appuyer sur un climat de liberté économique favorable à l'initiative privée en général et aux moins grandes entreprises tout spécialement, sur un arsenal suffisant de dispositions incitatives efficaces ou à tout le moins neutres (non pénalisantes ou discriminatoires) à l'égard des PME (fiscalité, licences d'importation et allocation de devises, contrôle des prix, constitution d'entreprises, codes des investissements, attribution des commandes publiques...). Il faudra le plus souvent modifier le cadre institutionnel qui n'est pas adapté aux PME en veillant à établir une claire répartition des tâches entre institutions intervenantes, et ajuster le cadre réglementaire dont les procédures sont plus ou moins bien acceptées par les grandes entreprises mais insupportables aux PME (formalités complexes, délais, arbitraire). Il doit être bien clair que des actions ponctuelles sont vouées à l'échec : une politique générale de promotion des PME doit d'autant plus impérativement se trouver à la base des interventions que celles-ci sont de nature extrêmement variées, avec de multiples interconnexions.

Lorsqu'intervient la coopération étrangère, il est particulièrement important d'insister sur la prise en compte préalable et attentive du contexte socio-culturel du pays d'accueil. Il faut tenir compte du niveau de développement économique atteint par le pays, des politiques économiques du passé et de leurs séquelles, de l'environnement socio-économique avec une insistance toute particulière sur le contexte sociologique. Cette imbrication dans la collectivité est déterminante pour la réussite de l'intervention (technologie, nature du produit, gestion...).

En exécution de la politique économique générale et pour concrétiser la volonté de développer les PME nous trouverons toujours l'un ou l'autre organisme public national d'information et de promotion des PME dont la tâche est loin d'être aisée, car il doit s'avérer opérationnel dans un contexte difficile et se doter auprès des chefs d'entreprises d'une crédibilité qui ne lui est pas octroyée au départ et ne s'acquiert que progressivement, malaisément. La conception, la création, la mise en place de ce genre d'organisme et l'appui à lui fournir relèvent de l'«institution building», supposant une préparation minutieuse (qui requiert une expérience préalable approfondie des actions d'appui aux PME) [1] \*.

---

\* Les chiffres entre crochets [ ] renvoient aux notes, p. 142.



Notons en passant la question des parcs industriels ou zones artisanales à l'égard desquels il faut se montrer extrêmement circonspect, car leur apport à l'expansion des PME n'est pas évident et leur gestion semée d'embûches : une étude de faisabilité préalable particulièrement serrée s'impose. L'échec de la plupart des zones industrielles créées en Asie indique que les études de faisabilité ont systématiquement surévalué leurs estimations en matière de taux d'occupation. Beaucoup de micro-entreprises craignent les possibilités de contrôle de leurs activités.

Soulignons le rôle important des associations professionnelles de PME (pour leur information, notamment à l'exportation, la défense de leurs intérêts, la prestation de services communs...), l'intervention souvent efficace des organisations non gouvernementales dans le développement des très petites entreprises (coopératives en particulier), et l'importance des questions de débouchés et de commercialisation (promotion commerciale spécifique à la PME).

L'aide à la création d'entreprises doit se fonder sur un critère déterminant : la crédibilité du promoteur et la viabilité de son projet ou de son entreprise lorsqu'elle existe déjà. L'accent doit être mis sur l'identification de chefs d'entreprise potentiels, le renforcement de leurs motivations et de leurs compétences, ensuite sur l'analyse critique de leurs projets, enfin sur les moyens de leur prêter appui (information, formation, crédit, assistance à la gestion technique et commerciale). Mais il ne faut ni décider à leur place, ni les diriger, ni les subsidier (à travers les conditions du crédit notamment). Il faut également instaurer une coopération étroite avec les banques commerciales.

3.2. Les problèmes de financement des PME sont ceux qui viennent d'abord à l'esprit des responsables. Effectivement, les PME éprouvent des besoins financiers pressants pour constituer leur capital (capital propre ou fonds empruntés) et alimenter leur fonds de roulement [2]. Toutes les aides extérieures, Banque Mondiale en tête toujours, octroient des lignes de crédit destinées à être redistribuées sous forme de crédits aux PME. Elles ont complété, pendant un certain temps, leur aide financière aux Banques de développement par une assistance technique correspondante.

Le problème qui se pose est de veiller à ce que les marchés financiers fonctionnent correctement et à ce que les intermédiaires du crédit soient adaptés à leur mission. Ce problème est lié par ailleurs à celui de la collecte de l'épargne (de la petite épargne surtout). Les banques de développement sont généralement à exclure (elles ne sont pas équipées pour ce rôle). Il faut élargir l'éventail des instruments de collecte de l'épargne et de distribution du crédit qui seraient offerts par les banques existantes et par d'autres relais financiers, et créer des incitants à l'épargne. Des institutions de type coopératif (Banques populaires) semblent parmi les intermédiaires financiers les plus indiquées, surtout aussi longtemps que les banques commerciales s'abstiennent. Mais il faudrait toutefois essayer d'impliquer progressivement les banques



privées dans le système. Les institutions de prêt doivent être proches des emprunteurs, donc décentralisées et présentes largement en dehors de la capitale et même des villes principales. De plus, l'éloignement physique va souvent de pair avec la distance sociale : plus l'agence bancaire est grande et imposante, moins le petit promoteur est tenté d'y mettre les pieds. L'accès au crédit et l'adaptation du réseau de distribution aux besoins et moyens des PME sont plus importants que le volume des ressources mises en œuvre. Un autre élément important est la nécessité de créer un mode de refinancement qui supplée au manque de capitaux à long terme et qui soit non discriminatoire. Des fonds de garantie, dont il faut assurer la dotation initiale, pourraient également jouer un rôle appréciable (à condition d'éviter que leur existence n'incite les institutions financières à être moins vigilantes dans la récupération de leurs créances...).

Le secteur informel présente des contraintes propres particulièrement sévères, mais il revêt une importance majeure (du fait de son ampleur et de son rôle charnière dans ces économies désarticulées). Il faudra prévoir des mesures spéciales pour les très petites entreprises du monde rural et du secteur informel urbain et s'appuyer à cet égard sur les organisations non gouvernementales.

L'expérience du crédit aux PME enseigne une série de règles à respecter :

- Procéder à une étude préalable du système financier du pays avant toute innovation ;
- Impérativement décentraliser et, si possible, diversifier le petit crédit ;
- S'efforcer d'alimenter, progressivement et en partie au moins, le crédit par l'épargne locale : il ne faut donc pas perdre de vue le problème complémentaire à celui du petit crédit, de la collecte de la petite épargne rurale ou urbaine ;
- Savoir que le crédit aux PME nécessite des marges plus importantes pour les raisons exposées plus haut (risques plus élevés, gestion plus lourde, etc.) ; si, politiquement, des taux d'intérêt plus élevés vont à l'encontre des intentions politiques, une méthode de subvention est nécessaire ; le principe des subsides est acceptable si :
  - Le but est de ramener le taux d'intérêt consenti aux PME au niveau des taux pratiqués pour les autres crédits de même nature (et non pas de les faire baisser en dessous des taux du marché) ;
  - Le subside est versé à l'intermédiaire financier ;
  - Le subside n'est versé qu'en cas de remboursement du crédit (il ne doit y avoir aucune subsidiation des impayés).
- Ne jamais brader le crédit aux PME, c'est-à-dire bannir les taux d'intérêt inférieurs aux taux du marché ; l'aide doit porter sur d'autres aspects de la PME (formation, appui à la gestion, etc.) ;
- Commencer par des prêts courts pour n'en accorder de longs qu'une fois établie la solvabilité des débiteurs ;

- Prévoir une utilisation optimale de la marge entre le taux d'intérêt sur la ligne de crédit octroyée en général à des termes concessionnels par le donneur d'aide et le taux d'intérêt appliqué aux bénéficiaires finals ;
- La clé de la réussite est le chef d'entreprise : sa personnalité et sa motivation l'emportent sur les avantages présumés de son projet. Il faut donc l'identifier, l'aider à entreprendre et notamment le former sur le tas sans jamais le transformer en assisté ;
- Il n'existe pas de formule standard : chaque système d'assistance doit être taillé à la mesure du cas traité.

3.3. S'agissant de la formation technique ou de gestion, il est également nécessaire de procéder à une analyse préalable des besoins, en établissant des priorités, en situant ces besoins dans leur contexte socio-culturel spécifique et en gardant une liaison étroite à la fois avec les structures d'enseignement déjà établies et avec les entreprises demanderesse de formation. Il faut songer à la formation de formateurs adéquats et à une formation complémentaire du personnel bancaire qui a beaucoup à apprendre pour l'instruction et le suivi de dossiers PME [3].

3.4. Un dernier créneau d'intervention est l'évaluation des programmes et projets réalisés en faveur des PME. Il peut s'agir d'évaluation *ex-ante* (notamment l'évaluation des capacités des institutions en charge des programmes de promotion) ou, plus souvent, d'évaluation *ex-post*. Leur spécificité requiert également une solide expérience du domaine couvert.

Les évaluations réalisées à ce jour pour compte des aides multilatérales ou bilatérales critiquent en général :

- La conception même des programmes ou projets, erronée ou insuffisante du fait d'une préparation médiocre et d'une instruction superficielle : définition imprécise des objectifs et des bénéficiaires, prise en compte insuffisante de l'environnement socio-culturel ou des contraintes politiques et/ou administratives ;
- La qualité insuffisante des institutions chargées de la mise en œuvre et incapables notamment d'assurer un suivi régulier ;
- La prise en compte insuffisante du temps que requiert une réalisation satisfaisante et durable des interventions dans ce secteur difficile ;
- Le manque de suivi de la part du donneur d'aide qui ne contrôle pas son projet, ne prévoit et n'applique pas de mesures correctives lorsqu'elles se révèlent nécessaires et ne procède pas à l'indispensable évaluation finale ;
- La faiblesse de la « réserve de recrutement » d'entrepreneurs nationaux ;
- La mise à l'écart des banques commerciales existantes, qui ont pourtant dans leur portefeuille une masse d'entrepreneurs potentiels ;

- Le manque d'intégration dans le système financier, ce qui entraîne de graves distorsions ;
- L'utilisation de ressources financières à long terme pour refinancer des crédits commerciaux non prioritaires.

S'agissant plus particulièrement du crédit aux PME, les évaluations font apparaître le plus souvent :

- Des résultats inférieurs aux prévisions en termes d'emplois créés, d'exportations réalisées et d'effets induits par la création des PME ;
- Un glissement quasi irrésistible du système des prêts aux petites entreprises vers des entreprises de dimension moyenne et de nature plus capitalistique ;
- Une tendance à la politisation de l'octroi des prêts ;
- Des taux généralement élevés de non-remboursement et d'arriérés de paiement ;
- Des difficultés de financement en matière de fonds de roulement, ce qui entraîne un regrettable glissement des crédits d'investissement, finançant des équipements productifs vers des crédits de fond de roulement, finançant des stocks ;
- La faiblesse de la gestion des PME bénéficiaires des prêts.

#### NOTES

- [1] La préparation de la création ou de la réorganisation d'une institution nationale d'aide aux PME comprend trois phases successives :
- 1° L'identification des problèmes et des besoins, des moyens nécessaires et du contexte d'intervention en vue d'esquisser les axes de développement possibles des PME et les grandes lignes d'un programme d'action ;
  - 2° Une enquête globale complétée par des enquêtes sectorielles plus approfondies en vue de préciser le programme d'action : mesures législatives ou réglementaires, structures d'intervention ;
  - 3° Un appui à la mise en place des structures d'aide.
- [2] Une distinction fondamentale doit être faite entre la constitution des fonds propres (qui doit rester principalement la responsabilité de l'entrepreneur), et les crédits (d'investissement ou de fonds de roulement). Les projets dans lesquels l'entrepreneur n'assume aucun risque financier sont voués à l'échec.
- [3] Pour la formation du personnel bancaire, il est impératif que celle-ci soit partie intégrante du cycle de formation interne des institutions assistées. Dans le cas contraire, la filière «PME» risque d'être considérée comme une carrière de seconde zone.

**CLASSE DES SCIENCES  
NATURELLES ET MÉDICALES**

---

**KLASSE VOOR NATUUR-  
EN GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN**

## Séance du 22 janvier 1991

(Extrait du procès-verbal)

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

*Sont en outre présents* : MM. I. Beghin, G. Boné, J. Decelle, M. De Smet, A. Fain, C. Fieremans, H. Nicolaï, P. Raucq, J. Semal, R. Tavernier, P. Van der Veken, J. Van Riel, H. Vis, membres titulaires ; MM. J. Bolyn, M. De Dapper, A. de Scoville, R. Frankart, J.-C. Micha, C. Schyns, G. Stoops, membres associés ; M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

*Absents et excusés* : MM. J. Alexandre, P. Gigase, P. Gourou, J.-M. Henry, J. Jadin, P. G. Janssens, A. Lawalrée, M. Lechat, J. Lepersonne, D. Le Ray, J. Mortelmans, J. Opsomer, M. Reynders, A. Saintraint, C. Sys, E. Tollens, R. Vanbreuseghem.

### **La lutte contre la maladie du «greening» des agrumes**

M. J.-J. Bourge, chef du projet du Fonds européen de Développement au Sénégal, invité par le Bureau de l'Académie, présente une étude à ce sujet.

MM. A. Fain, P. Van der Veken, J. Decelle et P. Raucq interviennent dans la discussion.

Après le départ de M. Bourge, la Classe désigne MM. J. Decelle et J. Meyer en qualité de rapporteurs.

### **«The Belgian-Kenyan Project in Marine Sciences and Possibilities of Oyster-Culture in Kenya»**

Une étude à ce sujet a été présentée par M. Ph. Polk, invité par le Bureau, à la séance du 18 décembre 1990.

La Classe désigne MM. J.-C. Micha et P. Van der Veken en qualité de rapporteurs.

### **Les politiques sanitaires africaines : continuités ou rupture?**

M. W. Van Lerberghe a présenté, sur invitation du Bureau, une communication intitulée comme ci-dessus à la séance de la Classe tenue le 27 juin 1989.

## Zitting van 22 januari 1991

(Uittreksel van de notulen)

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

*Zijn bovendien aanwezig* : De HH. I. Beghin, G. Boné, J. Decelle, M. De Smet, A. Fain, C. Fieremans, H. Nicolai, P. Raucq, J. Semal, R. Tavernier, P. Van der Veken, J. Van Riel, H. Vis, werkende leden ; de HH. J. Boly, M. De Dapper, A. de Scoville, R. Frankart, J.-C. Micha, C. Schyns, G. Stoops, geassocieerde leden ; de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. J. Alexandre, P. Gigase, P. Gourou, J.-M. Henry, J. Jadin, P. G. Janssens, A. Lawalrée, M. Lechat, J. Lepersonne, D. Le Ray, J. Mortelmans, J. Opsomer, M. Reynders, A. Saintraint, C. Sys, E. Tollens, R. Vanbreuseghem.

### «La lutte contre la maladie du 'greening' des agrumes»

De H. J.-J. Bourge, hoofd van het project van het Europees Fonds voor Ontwikkeling in Senegal, stelt, op uitnodiging van het Bureau van de Academie, een studie voor over dit onderwerp.

De HH. A. Fain, P. Van der Veken, J. Decelle en P. Raucq komen tussen in de discussie.

Na het vertrek van de H. J.-J. Bourge, duidt de Klasse de HH. J. Decelle en J. Meyer als verslaggevers aan.

### «The Belgian Kenyan-Project in Marine Sciences and Possibilities of Oyster-Culture in Kenya»

Een studie over dit onderwerp werd voorgesteld door de H. Ph. Polk, op uitnodiging van het Bureau, tijdens de zitting van 18 december 1990.

De Klasse duidt de HH. J.-C. Micha en P. Van der Veken als verslaggevers aan.

### «Les politiques sanitaires africaines : continuité ou rupture?»

De H. W. Van Lerberghe stelde, op uitnodiging van het Bureau, een mededeling voor getiteld zoals hierboven tijdens de Klassezitting van 27 juni 1989.

Les deux rapporteurs désignés par la Classe, MM. I. Beghin et H. Vis, maintiennent les avis opposés qu'ils avaient déjà exprimés à la séance du 27 novembre 1990, au sujet de l'opportunité de la publication du travail de M. Van Lerberghe.

Après délibération, la Classe décide, par un vote à main levée, la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances*. L'auteur sera invité à en abrégier le texte et à adapter son style aux normes usuelles dans les publications de l'Académie.

### **Symposium sur l'Enfance dans le Tiers Monde**

Le Bureau de l'Académie a décidé de faire écho au discours prononcé par S.M. le Roi Baudouin au Sommet mondial pour les droits de l'enfant, tenu au siège des Nations Unies, à New York, en septembre 1990.

Un Symposium sera organisé, à l'occasion de la Journée Mondiale de l'Enfance, et le haut patronage du Roi y sera sollicité.

Les membres de la Classe disposés à faire partie du Comité organisateur sont priés d'en faire part au secrétariat de l'Académie. MM. H. Vis et P. Raucq acceptent dès à présent de faire partie de ce Comité.

La séance est levée à 16 h 45.

De twee verslaggevers aangeduid door de Klasse, de HH. I. Beghin en H. Vis, blijven op hun tegengestelde standpunt dat ze reeds innamen tijdens de zitting van 27 november 1990, in verband met de geschiktheid tot publikatie van het werk van de H. Van Lerberghe.

Na beraadslaging besluit de Klasse, door stemming met handopsteken, deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen*. De auteur zal verzocht worden de tekst in te korten en zijn stijl aan te passen aan de gebruikelijke normen van de publikaties van de Academie.

### **Symposium over het Kind in de Derde Wereld**

Het Bureau van de Academie heeft besloten gehoor te geven aan de redevoering van Z.M. Koning Boudewijn tijdens de Wereldtop voor de rechten van het kind, gehouden op de zetel van de Verenigde Naties te New York in september 1990.

Een Symposium zal georganiseerd worden ter gelegenheid van de Werelddag van het Kind en de hoge bescherming van de Koning zal aangevraagd worden.

De leden van de Klasse die wensen deel uit te maken van het organiserend Comité worden verzocht dit te melden aan het secretariaat van de Academie. De HH. H. Vis en P. Raucq aanvaardden reeds deel uit te maken van dit Comité.

De zitting wordt gegeven te 16 h 45.



## Séance du 26 février 1991

(Extrait du procès-verbal)

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

*Sont en outre présents* : MM. I. Beghin, E. Bernard, J. Bouharmont, M. De Smet, J. D'Hoore, A. Fain, C. Fieremans, J. Jadin, J. Meyer, H. Nicolai, P. Raucq, C. Sys, R. Tavernier, P. Van der Veken, J. Van Riel, membres titulaires ; MM. J. Bolyn, M. De Dapper, A. de Scoville, R. Frankart, J.-P. Gosse, Ch. Susanne, M. Wéry, membres associés.

*Absents et excusés* : MM. J. Alexandre, P. Benoit, L. Eyckmans, P. Gigase, P. Gourou, J.-M. Henry, P.-G. Janssens, A. Lawalrée, J. Lepersonne, D. Le Ray, J.-C. Micha, J. Opsomer, A. Saintraint, J. Semal, G. Stoops, R. Vanbreuseghem, H. Vis.

### Transmission mère-enfant du virus VIH

Le Directeur accueille Mme S. Sprecher, responsable du diagnostic du SIDA à l'Institut Pasteur du Brabant, invitée par le Bureau de l'Académie à présenter une communication devant la Classe.

Mme S. Sprecher présente une étude intitulée comme ci-dessus.

MM. A. Fain et Ch. Susanne prennent part à la discussion.

### «The oceanographic Snellius-II expedition.

#### Botanical results. List of stations and collected plants»

À la séance de la Classe du 24 avril 1990, M. E. Coppejans a présenté une étude à ce sujet rédigée en collaboration avec M. W. F. Prud'homme van Reine.

Après avoir entendu les rapports de MM. P. Van der Veken et J.-J. Symoens, la Classe décide, sous réserve de quelques adaptations mineures, la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 153-194).

### Concours annuel 1993

La Classe décide de consacrer la troisième question du Concours 1993 à la pathogenèse d'une maladie d'une plante cultivée tropicale.

Elle désigne MM. J. Meyer et J. Semal pour rédiger le texte de la question.

## Zitting van 26 februari 1991

(Uittreksel van de notulen)

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

*Zijn bovendien aanwezig* : De HH. I. Beghin, E. Bernard, J. Bouharmont, M. De Smet, J. D'Hoore, A. Fain, C. Fieremans, J. Jadin, J. Meyer, H. Nicolaï, P. Raucq, C. Sys, R. Tavernier, P. Van der Veken, J. Van Riel, werkende leden ; de HH. J. Bolyn, M. De Dapper, A. de Scoville, R. Frankart, J.-P. Gosse, Ch. Susanne, M. Wéry, geassocieerde leden.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. J. Alexandre, P. Benoit, L. Eyckmans, P. Gigase, P. Gourou, J.-M. Henry, P.-G. Janssens, A. Lawalrée, J. Lepersonne, D. Le Ray, J.-C. Micha, J. Opsomer, A. Saintraint, J. Semal, G. Stoops, R. Vanbreuseghem, H. Vis.

### «Transmission mère-enfant du virus VIH»

De Directeur verwelkomt Mevr. S. Sprecher, verantwoordelijke voor de diagnose van AIDS aan het Instituut Pasteur van Brabant, die uitgenodigd werd door het Bureau van de Academie om een mededeling voor de Klasse voor te stellen.

Mevr. S. Sprecher stelt een studie voor getiteld als hierboven.

De HH. A. Fain en Ch. Susanne nemen deel aan de bespreking.

### «The oceanographic Snellius-II expedition. Botanical results. List of stations and collected plants»

Tijdens de zitting van de Klasse van 24 april 1990 heeft de H. E. Coppejans een studie over dit onderwerp voorgesteld, opgesteld in samenwerking met de H. W. F. Prud'homme van Reine.

Na de verslagen van de HH. P. Van der Veken en J.-J. Symoens gehoord te hebben besluit de Klasse deze studie, onder voorbehoud van enkele geringe aanpassingen, te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 153-194).

### Jaarlijkse wedstrijd 1993

De Klasse besluit de derde vraag van de Wedstrijd 1993 te wijden aan de pathogenese van een ziekte van een tropische gekweekte plant.

Zij duidt de HH. J. Meyer en J. Semal aan om de tekst van de vraag op te stellen.

La Classe décide de consacrer la quatrième question du Concours 1993 aux macromycètes tropicaux.

Elle désigne MM. J.-J. Symoens et P. Van der Veken pour rédiger le texte de la question.

#### **Distinction honorifique**

Par arrêté royal du 18 janvier 1991, M. J. Delhal a été promu au grade de grand officier de l'Ordre de la Couronne.

#### **Soutien de l'Académie à M. J. Aloni**

Par lettre adressée au Secrétaire perpétuel, M. J. Aloni, membre correspondant de la Classe, remercie l'Académie pour le soutien que celle-ci lui a apporté lors de sa détention. Le Parquet général de Kinshasa a rendu un non-lieu et M. Aloni a été libéré le 29 décembre 1990.

#### **Mission FAO de M. E. Bernard**

M. E. Bernard a effectué une mission de cinq semaines, au titre de «High Level Consultant in Agrometeorology», dans le cadre des nouveaux grands programmes de la FAO, notamment du Programme «Environnement, changement du climat, agriculture et développement durable».

Il en entretiendra la Classe au cours d'une prochaine séance.

#### **Colloque international sur la Trypanosomiase**

Un Colloque international sur la Trypanosomiase se tiendra à l'Institut de Médecine tropicale Prince Léopold, à Anvers, les 12 et 13 décembre 1991.

Renseignements : Institut de Médecine tropicale Prince Léopold  
Secrétariat du Colloque  
Nationaalstraat 155  
2000 Antwerpen

La séance est levée à 16 h 30.

De Klasse besluit de vierde vraag van de Wedstrijd 1993 te wijden aan de tropische macromyceten.

Zij duidt de HH. J.-J. Symoens en P. Van der Veken aan om de vraag op te stellen.

### **Eervolle onderscheiding**

Bij koninklijk besluit van 18 januari 1991 werd de H. J. Delhal bevorderd tot de graad van grootofficier in de Kroonorde.

### **Steun van de Academie aan de H. J. Aloni**

In een brief aan de Vaste Secretaris dankt de H. J. Aloni, corresponderend lid van de Klasse, de Academie voor de steun die zij heeft gegeven tijdens zijn hechtenis. Het Parket van Kinshasa heeft een buitenvervolginstelling uitgesproken en de H. Aloni werd vrijgelaten op 29 december 1990.

### **FAO-zending van de H. E. Bernard**

De H. E. Bernard heeft een zending van vijf weken uitgevoerd als «High Level Consultant in Agrometeorology», in het kader van de nieuwe grote FAO-programma's, namelijk het Programma «Milieu, klimaatverandering, landbouw en duurzame ontwikkeling».

Hij zal er de Klasse over onderhouden tijdens een volgende zitting.

### **Internationaal Colloquium over de Trypanosomiase**

Een Internationaal Colloquium over de Trypanosomiase zal gehouden worden in het Prins Leopold Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, op 12 en 13 december 1991.

Inlichtingen : Prins Leopold Instituut voor Tropische Geneeskunde  
Secretariaat Colloquium  
Nationalestraat 155  
2000 Antwerpen

De zitting wordt gegeven te 16 h 30.

**The oceanographic Snellius-II expedition.  
Botanical results.  
List of stations and collected plants \***

by

E. COPPEJANS \*\* & W. F. PRUD'HOMME VAN REINE \*\*\*

KEY-WORDS. — Algae ; Coastal flora ; Indonesia ; Seagrasses ; Snellius-II expedition.

SUMMARY. — The Snellius-II oceanographic expedition took place between July 1984 and July 1985 in the E area of the Indonesian archipelago ; 450 researchers took part (200 Indonesians, 248 Dutch and 2 Belgians). Collection of benthic macroalgae and higher plants were mainly carried out on the reef flats, their rock pools and slopes, lagoons, sea-grass meadows and mangals. A total of 1500 herbarium numbers had been collected. They contain at least 300 different species of macroalgae, at least identified to genus. Up to now, the Dasycladales and Bryopsidales have been studied in detail and dealt with in various publications ; a publication on Gelidiales is in press. The present study gives a list of 73 collection stations and lists more than 300 taxa, including some new precise identifications, in particular for Caulerpaceae, Halimedaceae (Bryopsidales), Gelidiales and Corallinales.

RÉSUMÉ. — *L'expédition océanographique Snellius-II. Résultats botaniques. Liste des stations et plantes récoltées.* — L'expédition océanographique Snellius-II a eu lieu de juillet 1984 à juillet 1985 dans la partie E de l'archipel indonésien ; 450 chercheurs y ont participé (200 Indonésiens, 248 Néerlandais et 2 Belges). Les récoltes de macroalgues benthiques et de plantes supérieures (higher plants) ont surtout porté sur les platiers, les mares et les pentes des récifs, les lagons, les herbiers (seagrass-meadows) et les mangroves (mangals). Au total 1500 numéros d'herbier ont été récoltés. Ils comportent au moins 300 différentes espèces de macro-algues identifiées au moins jusqu'au niveau du genre. À ce jour, les Dasycladales et les Bryopsidales ont été étudiées en détail et traitées dans des publications ; une publication sur les Gélidiales est sous presse. Le présent travail donne la liste des 73 stations de récolte et mentionne plus de 300 taxons, y compris de nouvelles identifications précises, en particulier pour les Caulerpaceae, Halimedaceae (Bryopsidales), Gelidiales et Corallinales.

\* Paper read at the meeting of the Section of Natural and Medical Sciences held on 24 April 1990. Publication decided at the meeting of 26 February 1991. Definitive text received on 8 March 1991.

\*\* Laboratorium voor Morfologie, Systematiek en Ecologie van de Planten, Rijksuniversiteit Gent, K. L. Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent (Belgium).

\*\*\* Rijksherbarium, P.O. Box 9514, NL-2300 RA Leiden (The Netherlands).

SAMENVATTING. — *De oceanografische Snellius-II expeditie. Botanische resultaten. Lijst van stations en ingezamelde planten.* — De oceanografische Snellius-II expeditie vond plaats van juli 1984 tot juli 1985 in het oostelijk deel van de Indonesische archipel; 450 onderzoekers hebben eraan deelgenomen (200 Indonesiërs, 248 Nederlanders en 2 Belgen). De benthische macro-wieren en hogere planten werden voornamelijk ingezameld op de koraalplateaus, in de poelen en langs de hellingen van de riffen, de lagunes, de zee grasweiden en de mangroven. In totaal werden 1500 herbariumnummers verzameld. Zij bevatten minstens 300 verschillende soorten macrowieren die minstens tot op genusniveau geïdentificeerd werden. Tot op heden werden de Dasycladales en de Bryopsidales in detail bestudeerd en in publikaties behandeld; een publikatie over de Gelidiales is in druk. Dit werk geeft een lijst van de 73 inzamelplaatsen en vermeldt meer dan 300 taxa, met inbegrip van nieuwe precieze determinaties, vooral van Caulerpaceae, Halimedaceae (Bryopsidales), Gelidiales en Corallinales.

### Introduction

Previous oceanographic expeditions in the actual Indonesian waters took place in 1899-1900: the Siboga expedition, and in 1929-1930: the Snellius I-expedition. In 1980 Indonesia and The Netherlands jointly started organizing the Snellius II-expedition which took place from July 1984 to July 1985 in and around the Banda Sea in eastern Indonesia, but also covering part of East Java.

The research during this twelve-month expedition was carried out aboard the Dutch Tyro and 5 smaller Indonesian ships (one of them was the Samudera during the theme "coral reefs"). 450 researchers participated, of which 200 Indonesian, 248 Dutch and 2 Belgian scientists. The scientific crew changed on a monthly basis, according to the subject to be studied during a specific cruise.

The research was concentrated around 5 themes:

- Geology: along the Banda-arc (E of the Banda Sea) a series of volcanic islands have been formed by active plate-tectonics the Indian-Australian plate is subducted under the Indonesian segment of the Eurasian plate and the Pacific plate at a speed of more than  $1 \text{ cm.y}^{-1}$ , resulting in frequent earth and sea quakes as well as in active vulcanism. Main goals of this theme were: testing the existing plate-tectonic hypotheses with modern methodologies and enhancing the prediction of the chances of locating natural resources as oil or manganese.
- Ventilation of deep sea basins: some of the East Indonesian deep sea basins are up to 8-9000 m deep and rather well isolated from each other by ridges. Nevertheless this deep sea water is generally not anoxic in contrast to similar basins as the Black Sea; this proves a marked water flow from the Pacific to the Indian ocean through the Banda Basin. A good understanding of this phenomenon is also vital when considering deep sea dumping of harmful substances.

- Pelagic systems : during the NW monsoon (November-March) strong eastward currents force the watermasses to submerge in the eastern Banda Sea and western Arafura Sea, whereas during the SE monsoon (May-September) the water of the westward current in the area partly derives from upwelling. Nutrient supply is low during downwelling resulting in a low primary production by the phytoplankton and low fish stocks this situation is inverted during upwelling. Fish stock assessment was carried out in both seasons to have an idea of the production capacity in order to determine fishing quota.
- River inputs into ocean systems : two main aspects of the rivers Brantas and Solo (E. Java) were studied : the identification and quantification of major transported contaminants and evaluation of the input and distribution of these contaminants within the adjacent marine environment. Especially sedimentation in the coastal area and formation of mud flats and sand barriers were objects of study. Different marine organisms have been analyzed in order to get an idea were objects of study of the concentration of some of these contaminants.
- Coral reefs : during this theme two successive cruises have been made. The first one (3/9-2/10) was more exploratory, being based on research that could be executed rapidly in an as wide variety of biotopes as possible : apart from the reefs s.s. also associated environments, were studied : the border between land and sea, lagoons, as well as the deeper parts of the reef slope. Seven coral reef areas were selected for comparative study (fig. 1), because of the occurrence of different types of reefs and different physical environments. Methods of comprehensive reef survey programmes in Indonesia have been developed for fisheries and management purposes. The geological history of the reef areas has also been studied, including the study of fossil reefs on land and the history of sea level changes. The seaweeds and higher plants (including seagrasses) cited below were collected by J. Brouns, E. Coppejans, F. Heys, A. Kadi, W. Prud'homme van Reine, P. Zen.

The second cruise (5/10-3/11) was dedicated to research for which more time was needed at each locality : experiments were carried out to study the functioning of the seagrassbed-ecosystem, including productivity measurements and studies of degradation and mineralisation. This seagrass study group was composed of six scientists.

### **Material and methods**

This part of the field work was carried out in September 1984. The participating botanists were : Brouns, Coppejans, Heys, Kadi, Prud'homme van Reine and Zen ; the sampling places are indicated on fig. 1. They are :

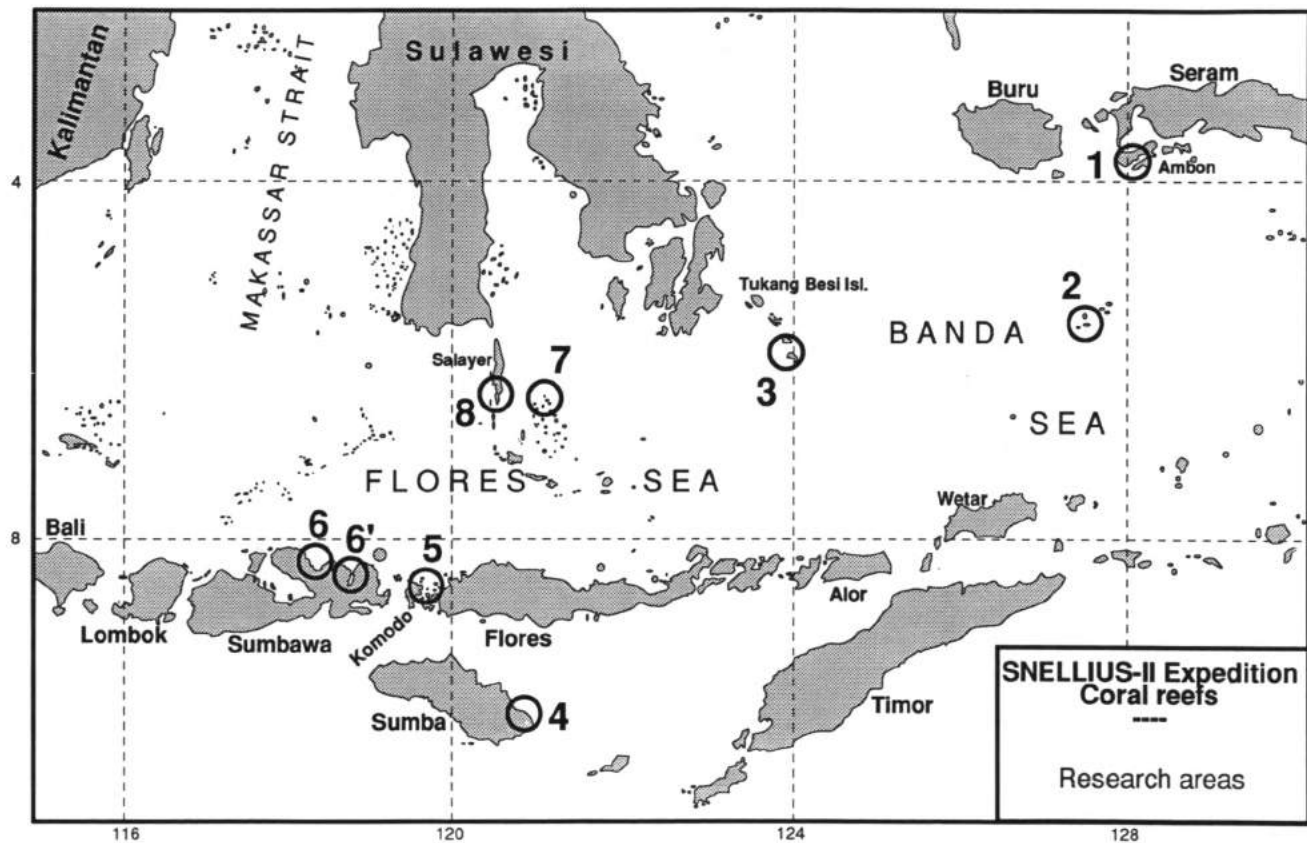


Fig. 1. — Collecting sites : 1. Ambon, 2. Pulau Maisel, 3. Tukang Besi Islands, 4. Sumba, 5. Komodo, 6, 6' Sumbawa, 7. Taka Bone Rate, 8. Selayar.



Ambon (1), Pulau Maisel (2), Tukang Besi Is. (3), Sumba (4), Komodo (5), Sumbawa (6, 6'), Taka Bone Rate (7) and Salayer (8). Collecting was concentrated on marine macro-algae from reef flats and pools, reef slopes, lagoons and mangals [As stated in BEECKMAN *et al.* (1990 : 59), we follow MACNAE (1968) and CHAPMAN (1975) leaving the term mangrove for the individual genera and species and describing the mangrove formations as "mangal"]. But higher plants were also collected from mangals, beach vegetation and seagrass meadows. Sampling in subtidal biotopes was done by snorkeling and scuba-diving.

#### List of the stations where plants were collected

The station numbers contain the theme number (4 = coral reefs) followed by a site number, in some cases followed by an additional letter to separate special biotopes.

Sta. 4.002 : Ambon, Ambon Bay, near Hative Besar, 3°41'S 128°8'E, broad sandflat merging into disturbed reef with dead corals, depth 0-5 m, visibility poor, 22/8 and 6/9/1984

Sta. 4.004 : Ambon, Ambon Bay, inner bay near Poka, 3°39'S 128°12'E

Sta. 4.004a : Mangals and adjacent beachrockflat, with coral rubble and small oysters, depth 0-1 m, 24/8 and 5/9/1984.

Sta. 4.004b : Scarce growth of seagrass (*Enhalus* and *Thalassia*), depth 2-3 m, 4/9/1984

Sta. 4.005 : Ambon, North coast, between Hita and Hila, 3°35 S, 128°10'E, sandy reef-platform with patch reef, scarce seagrasses, depth 1-6 m, visibility reasonable, 26/8/1984

Sta. 4.006 : Ambon, Ambon Bay, near Eri, 3°45'S 128°8'E, sandy bay with patch reef, depth 0-10 m, visibility reasonable, 29/8, 4-5/9/1984.

Sta. 4.007 : Ambon, Ambon Bay, inner bay near Guru-Guru, 3°38'S 128°12'E, littoral, 30/9/1984

Sta. 4.009 : Ambon, Ambon Bay, inner bay W of Halong, 3°39'S 128°3'E, 5/9/1984

Sta. 4.009a : depth 2-6 m, scarce living corals

Sta. 4.009b : depth 11-15 m, muddy bottom, coral rubble

Sta. 4.010 : Ambon, Ambon Bay, near Tawiri, 3°42'S 128°7'E, sandy bottom with *Acropora*, coral rubble, sponges, depth 1-5 m, 5-6/9/1984

Sta. 4.012 : Pulau-pulau Maisel, reef-platform N of Mai, 5°28'S 127°31'E, snorkeling and handcollecting at low tide. Depth at low tide 0 m, at high tide about 1.5 m, 7/9/1984 (Tyro)

Sta. 4.013 : Pulau-pulau Maisel, reef edge N of Mai, 5°28'S 127°31'E, snorkeling and scuba diving depth 1 to 30 m, 4/9/1984 (Samudera) and 7/9/1984 (Tyro)

Sta. 4.014 : Pulau-pulau Maisel, very shallow lagoon W of Mai, 5°28'S 127°31'E, mangal and seagrass beds, snorkeling, depth to 1.5 m, 7/9/1984 (Tyro)

Sta. 4.015 : Tukang Besi Islands, southern entrance Karang Kaledupa, 5°56'S 123°47'E, van Veen grab, depth 16 m, Foraminifera sand, some coral rubble, 8/9/1984

Sta. 4.016 : Tukang Besi Islands, southern reef of Karang Kaledupa, east of entrance, 5°56'S 123°48'E, gently sloping reef above sandy bottom, depth 1-10 m, scuba diving and snorkeling, 6-8/9/1984

Sta. 4.021 : Pulau-pulau Maisel, W of Kaurangka, 5°29'S 127°32'E, scuba diving, snorkeling (Samudera), 5/9/1984

Sta. 4.022 : Pulau-pulau Maisel, lagoon W of Laponda, 5°29'S 127°32'E, snorkeling, (Samudera), 5/9/1984

Sta. 4.023 : Tukang Besi Islands, near southcoast of Tomea, off Usku, 5°48'S 123°97'E, coastal reef, snorkeling (Samudera) 7/9/1984

Sta. 4.027 : Tukang Besi Islands, inner part of southwestern reef of Karang Kaledupa, 5°56'S 123°46'E, scuba diving, snorkeling, 9/9/1984

Sta. 4.028 : Tukang Besi Islands, southeastern part of lagoon of Karang Kaledupa, 5°56'S 123°47.5'E, snorkeling, 9/9/1984

Sta. 4.030 : Tukang Besi Islands, coastal reef westcoast Binongko, 5°55'S 123°59'E, scuba diving and snorkeling, reef gently sloping from 3 to 6 m, vertical below, 10/9/1984

Sta. 4.035 : Tukang Besi Islands, in harbour of Usku, southcoast of Tomea, 5°47'S 123°57'E, snorkeling (from Samudera only), 7/9/1984

Sta. 4.036 : Tukang Besi Islands, harbour of Taipabu, NW coast Binongko, 5°56'S 123°59'E, 10/9/1984

Sta. 4.040 : Tukang Besi Islands, coast of Binongko, 5°55'S 123°59'E, scuba diving, 10/9/1984

Sta. 4.044 : Tukang Besi Islands, SW of Taipabu, Binongko, 5°56'S 123°58.5'E, steeply sloping reef, down to 25 m, dense growth of stony and soft corals, scuba diving, 11/9/1984

Sta. 4.048 : NE coast of Sumba, E of Melolo, 9°54'S 120°42.5'E, sandy reef-platform and gradual slope, with scattered corals, scuba diving, snorkeling, depth to 12 m, 13/9/1984

Sta. 4.050 : NE coast of Sumba, E of Melolo, 9°54'S 120°42.8'E, depth 49-52 m, muddy bottom with some Foraminifera sand, rectangular dredge, 13/9/1984

Sta. 4.052 : NE coast of Sumba, E of Melolo, 9°55'S 120°45'E, edge of extensive, very gently sloping reef flat, scuba diving, snorkeling, depth 10-15 m, 13-14/9/1984

Sta. 4.053 : NE coast of Sumba, E of Melolo, 9°55'S 120°45'E, sandy middle part of extensive reef-platform, snorkeling, 13/9/1984

Sta. 4.054 : NE coast of Sumba, E of Melolo, 9°55'S 120°44'E, mangal, botanical survey, 14/9/1984

Sta. 4.059 : NE coast of Sumba, beach and stony littoral of Melolo, 9°52.5'S 120°40.3'E, 14-15/9/1984

Sta. 4.064 : NE coast of Sumba, 9°58'S 120°50'E, edge of coastal reef (nearly horizontal reef down to 7 m, below coralpatches and sand), scuba diving, snorkeling, to depth of 30 m, 16/9/1984

Sta. 4.065 : NE coast of Sumba, 9°58'S 120°49'E, reef flat with seagrass, scuba diving, snorkeling, 16/9/1984

Sta. 4.069 : E of Komodo, Teluk Slawi, northern cape of entrance, 8°36'S 119°31.2'E, snorkeling, scuba diving to 16 m, reef gently sloping to 8 m, below coral heads and sand, 17/9/1984

Sta. 4.072 : E of Komodo, Teluk Slawi, sublittoral, mangal, 8°35'S 119°31.5'E, 17/9/1984

Sta. 4.079 : E of Komodo, Selat Linta, 8°35'S 119°34.2'E, snorkeling, scuba diving, edge of coastal reef-platform, very gently sloping to a depth of 16 m, 18/9/1984

Sta. 4.084 : E of Komodo, Selat Linta, 8°35'S 119°34'E, snorkeling, scuba diving, centre of coastal reef-platform, 18/9/1984

Sta. 4.085 : E of Komodo, Selat Linta, 8°35'S 119°34'E, snorkeling, scuba diving and botanical survey of coastal mangal, 18/9/1984

Sta. 4.087 : E of Komodo, Selat Linta, of Tambunan Singkale, 8°32.3'S 119°35.8 E, snorkeling, 18/9/1984

Sta. 4.088 : E of Komodo, Selat Linta, 8°33.3'S 119°34'E, snorkeling, coastal reef-platform, 18/9/1984

Sta. 4.089 : E of Komodo, Selat Linta, 8°32.5'S 119°34'E, snorkeling, coastal reef-platform, 18/9/1984

Sta. 4.090 : E of Komodo, Selat Linta, 8°32'S 119°34'E, snorkeling, coastal reef-platform, nearshore, 18/9/1984

Sta. 4.091 : E of Komodo, Selat Linta, 8°32'S 119°34.5'E, snorkeling, coastal reef-platform, near shore, 18-19/9/1984

Sta. 4.092 : E of Komodo, Selat Linta, Makasser reef, 8°31.2'S 119°35.3'E, snorkeling, near small island with mangal, 18/9/1984

Sta. 4.096 : Komodo, NE cape, 8°29'S 119°34.1'E, scuba diving, snorkeling, edge of narrow coastal reef, sloping down to sandy bottom at 30 m, 19-20/9/1984

Sta. 4.097 : Komodo, NE cape, 8°29'S 119°34.1'E, littoral zone, rocks adjacent to sandy shore, 19-20/9/1984

Sta. 4.109 : NE of Komodo, 8°32.3'S 119°35.7'E, snorkeling, botanical collection, on offshore reef-platform, 19/9/1984

Sta. 4.110 : NE of Komodo, 8°29.3'S 119°35.3'E, snorkeling on reef-platform near small island (Bugies Island), 19/9/1984

Sta. 4.114 : N of Sumbawa, Bay of Sanggar, 8°19.2'S 118°14.4'E, snorkeling, scuba diving, on lagoon side of reef barrier, 21-22/9/1984

Sta. 4.115 : N of Sumbawa, Bay of Sanggar, 8°19.4'S 118°15.3'E, rectangular dredge, depth 60-75 m, calcareous nodules with Porifera and soft corals, 21/9/1984

Sta. 4.120 : N of Sumbawa, Bay of Sanggar, 8°20.5'S 118°15.7'E, snorkeling, scuba diving, coastal reef with seagrass, beach, 21-23/9/1984

Sta. 4.121 : N of Sumbawa, Bay of Sanggar, 8°20.3'S 118°15.8'E, snorkeling, scuba diving, coastal reef and sea grass, 21/9/1984

Sta. 4.122 : N of Sumbawa, Bay of Sanggar, 8°20.3'S 118°16.4'E, snorkeling, depth to 8 m, 21/9/1984

Sta. 4.123 : N of Sumbawa, Bay of Sanggar, 8°20.5'S 118°16.7'E, snorkeling, 21/9/1984  
Sta. 4.125 : N of Sumbawa, Bay of Sanggar, 8°20'S 118°14'E, coast, snorkeling, 21/9/1984

Sta. 4.129 : N of Sumbawa, Bay of Sanggar, 8°22'S 118°17.9'E, littoral and sublittoral close to Sanggar, snorkeling, 22/9/1984

Sta. 4.133 : NE Taka Bone Rate (Tiger Islands), coast of Tarupa Kecil, 6°29'S 121°8'E, littoral zone, sandy beach, beachrock, seagrass, 24-26/9/1984

Sta. 4.139 : NE Taka Bone Rate, of Tarupa Kecil, edge of reef flat, 06°30'S 121°8'E, scuba diving, snorkeling, 25-26/9/1984

Sta. 4.140 : NE Taka Bone Rate, of Tarupa Besar, 6°28'S 121°8'E, outer reef, scuba diving, depth to 30 m, 25/9/1984

Sta. 4.141 : NE Taka Bone Rate, N point of Tarupa Kecil, 6°29'S 121°7.6'E, snorkeling, 25/9/1984

Sta. 4.146 : NE Taka Bone Rate, Tarupa Besar, beach, reef-platform, 6°7.5'S 121°27.8'E, snorkeling, 26/9/1984

Sta. 4.147 : NE Taka Bone Rate, western edge of Taka Garlarang reef, 6°27'S 121°12.5'E, scuba diving, snorkeling, 27/9/1984

Sta. 4.150 : NE Taka Bone Rate, entrance of Taka Garlarang atoll, 6°28'S 121°18'E, edge of reef flat at inner part of atoll entrance, snorkeling, scuba diving, 27/9/1984

Sta. 4.151 : NE Taka Bone Rate (Tiger islands), middle of reef-platform of Taka Garlarang reef, 6°27'S 121°14'E, scuba diving, snorkeling, 27/9/1984

Sta. 4.152 : SW Salayer, NW coast of Pulau Guang, 6°21'S 120°27'E, reef-platform and coastal cliffs with caves, snorkeling, scuba diving, 28-29/9/1984

Sta. 4.157 : SW Salayer, E of Pulau Guang, 6°21'S 120°27.5'E, sheltered sandflat covered by seagrasses, snorkeling, scuba diving, 28/9/1984

Sta. 4.158 : SW Salayer, near Cape Batu Kerapo, 6°23'S 120°27'E, intertidal of bay surrounded by cliffs, rocky littoral, coral sand, dense seagrass-beds, snorkeling, scuba diving, 28-29/9/1984

Sta. 4.161 : SW Salayer, 6°22'S 120°28'E, bare black sand and coral sand with dense algal vegetation and large seagrasses, much silt, snorkeling, 28-29/9/1984

Sta. 4.169 : SW Salayer, reef N of Pulau Bahuluang, 6°27'S 120°25.8'E, edge of offshore reef, scuba diving, snorkeling, 30/9-1/10/1984

Sta. 4.171 : SW Salayer, N point of Pulau Bahuluang, 6°28'S 120°26.5'E, seagrass bed, snorkeling, 30/9-1/10/1984

Sta. 4.175 : SW Salayer, N of Pulau Bahuluang, 6°27.5'S 120°26'E, middle of reef-platform, snorkeling, 1/10/1984

Sta. 4.176 : SW Salayer, N of Pulau Bahuluang, 6°29'S 120°25.5'E, coastal reef-platform, snorkeling, 1/10/1984

#### Annotations to the specimens

- An. 1 : Littoral, shaded, calcareous rocks coast down the LON-LIPI building
- An. 2 : Sandy substrate, depth 6-7 m, outside seagrass-meadow
- An. 3 : Coral reef, depth 5 m
- An. 4 : On corals, depth 3-7 m
- An. 5 : Coastal vegetation. Small shrub
- An. 6 : Coastal vegetation. Shrub-like herb, 3 m high
- An. 7 : Coastal vegetation. Small tree, 8 m high, leaves with usually three small leaflets
- An. 8 : Coastal vegetation. Small tree, 10 m high, large leaves
- An. 9 : Coastal vegetation. Tree, till 15 m high, stem c. 50 cm in diam., quadrangular fruits
- An. 10 : Coastal vegetation. Shrub, yellow flowers
- An. 11 : Coastal vegetation. Shrub, with a small number of branches
- An. 12 : Coastal vegetation. Creeping herb
- An. 13 : Inland vegetation. Small, slightly lignified shrub
- An. 14 : From seagrass-meadow in lagoon
- An. 15 : From reef flat
- An. 16 : Coastal vegetation. Shrub, yellow flowers
- An. 17 : Reef slope, till depths of 20 m
- An. 18 : Reef flat
- An. 19 : In seagrass-meadow
- An. 20 : From reef flat
- An. 21 : From mixed seagrass-meadow
- An. 22 : From reef slope
- An. 23 : From reef flat
- An. 24 : From reef slope
- An. 25 : From reef flat
- An. 26 : From reef flat, on *Turbinaria conoides*
- An. 27 : From reef flat, on seagrass
- An. 28 : From reef flat
- An. 29 : From reef flat
- An. 30 : Coastal vegetation. Herb, small blue flowers

- An. 31 : Coastal vegetation. Herb, yellow white inflorescence  
An. 32 : Coastal vegetation  
An. 33 : Coastal vegetation. Herb, violet flowers  
An. 34 : From reef slope  
An. 35 : From seagrass-meadow  
An. 36 : Coastal vegetation. Tree, small white flowers  
An. 37 : From reef flat in front of mangal  
An. 38 : Coastal vegetation. Shrub, small black berries  
An. 39 : From *Rhizophora* and *Sonneratia*  
An. 40 : From *Bruguiera*  
An. 41 : From *Rhizophora*  
An. 42 : From *Sonneratia*  
An. 43 : Sublittoral  
An. 44 : With epiphytic, well-camouflaged crab  
An. 45 : From reef slope, on *Acropora* corals, 6-10 m deep  
An. 46 : Mangal  
An. 47 : On *Thalassodendron*  
An. 48 : From a small reef plateau in front of mangal  
An. 49 : From depth of 6 m  
An. 50 : From depth of 14 m  
An. 51 : Mangal  
An. 52 : From reef slope  
An. 53 : From reef flat  
An. 54 : From steep reef slope, c. 45°  
An. 55 : Coastal vegetation  
An. 56 : From *Acropora* reef  
An. 57 : From lagoon, till 20 m depth  
An. 58 : Coastal vegetation. Tree at the beach, with blue flowers  
An. 59 : Coastal vegetation. Small shrub  
An. 60 : Coastal vegetation. Small shrub, red flowers  
An. 61 : Coastal vegetation. Tree, c. 15 m high, yellow flowers and green juicy fruits  
An. 62 : Coastal vegetation. Tree, c. 10 m high, with white milky latex  
An. 63 : Coastal vegetation. Tree, c. 15 m high, rose flowers and puffed fruits.  
Many ants  
An. 64 : Coastal vegetation. Tree, c. 20 m high, many prickly green fruits  
An. 65 : Coastal vegetation. Herb, till 1.5 m high, with blue flowers  
An. 66 : Coastal vegetation. Tree or large shrub, with flesh-coloured flowers  
An. 67 : From rice-fields. Herb with whitish lilac flowers  
An. 68 : Ruderal herb, with light blue flowers  
An. 69 : Ruderal herb, yellow flowers  
An. 70 : Muddy and sandy seagrass area, mainly *Syringodium*  
An. 71 : Beach flora

- An. 72 : Beach flora. Small herb with thick leaves and light rose flowers.  
Used as vegetable
- An. 73 : From sandy areas
- An. 74 : From seagrass-meadow, mainly *Thalassodendron*
- An. 75 : Scuba diving, 30 m depth
- An. 76 : From reef crest
- An. 77 : Collected in front of the village
- An. 78 : Coastal vegetation. Small shrub with rosa flowers
- An. 79 : Coastal vegetation. Herb with yellow flowers and prickly fruits
- An. 80 : Coastal vegetation. Creeping herb
- An. 81 : Beach plant, used as vegetable
- An. 82 : Dodder-like plants
- An. 83 : Coastal vegetation. Shrub-like tree, with rosa-white flowers
- An. 84 : Coastal vegetation. Creeping herb with violet-lilac flowers
- An. 85 : Coastal vegetation. Creeping plant
- An. 86 : Coastal vegetation. Shrub with white umbel-like inflorescence
- An. 87 : Fruits, washed up at the beach
- An. 88 : Epizoic on *Acropora*
- An. 89 : Strong surf
- An. 90 : Coastal vegetation. Herb with yellow flowers
- An. 91 : Coastal vegetation. Herb with dark red flowers
- An. 92 : Coastal vegetation. Creeping herb with light yellow flowers
- An. 93 : Coastal vegetation. Small creeping herb, violet flowers
- An. 94 : From reef crest
- An. 95 : Coastal vegetation. Shrub-like tree with white flowers and white berries
- An. 96 : Coastal vegetation. Shrub, white flowers
- An. 97 : Coastal vegetation. Herb, till 2 m high, yellow flowers
- An. 98 : Coastal vegetation. Shrub, till 2 m high
- An. 99 : Coastal vegetation. Shrub-like tree, 3 m high, with greenish flowers
- An. 100 : Coastal vegetation. Creeping herb, yellow flowers
- An. 101 : Coastal vegetation. Herb, rose flowers
- An. 102 : Firm coastal grass
- An. 103 : Coastal vegetation. Small shrub, white flowers
- An. 104 : Coastal vegetation. Prickly herb, green flowers
- An. 105 : Coastal vegetation. Small *Juncus*-like
- An. 106 : Coastal vegetation. Herb with violet flowers
- An. 107 : Beach vegetation. Herb with violet flowers
- An. 108 : Coastal vegetation. Shrub with yellow trumpet-like flowers
- An. 109 : Coastal vegetation. Creeping herb with yellow flowers

## Results

In total 1676 herbarium numbers have been collected (numbered 10.000-11.676), mostly in 5 duplicates which are deposited in the Centre for Oceanological Research and Development in the Indonesian Institute of Sciences in Jakarta and in Ambon, 2 specimens in Leiden (L, Netherlands) and one in Ghent (GENT, Belgium). They include at least 300 different species of macro-algae which are mostly identified up to genus level (smaller epiphytes are not included in these numbers). Identification on species level is tedious because of the lack of a marine algal flora for this tropical region.

List of the collected plants

[sta = station ; an = annotation]

### ANGIOSPERMS

No collecting numbers for the seagrasses (Cymodoceaceae, Hydrocharitaceae) are available ; thus only identifications and station numbers are given for these plants.

Fam. Acanthaceae

*Barleria* sp.

10267 : sta 4.036, an 16.

cf. *Eranthemum* sp.

11454 : sta 4.157, an 55.

Fam. Aizoaceae

*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.

11198 : sta 4.120, an 72.

Fam. Apocynaceae

*Strophanthus* sp.

11157 : sta 4.129, an 66.

cf. *Tabernaemontana* sp.

11149 : sta 4.129, an 59.

*Thevetia peruviana* (Persoon) K. Schumann

10347 : sta 4.036, an 108.

Fam. Asclepiadaceae

11153 : sta 4.129, an 62.

Fam. Asteraceae

10547 : sta 4.048, an 33.

*Veronia arctae* Koster

11196 : sta 4.120, an 107 ; 11638 : sta 4.176, an 106.

*Wedelia biflora* (L.) DC.

10086 : sta 4.014, an 6 ; 11455 : sta 4.158, an 90 ; 11595 : sta 4.161, an 97.



Fam. Boraginaceae

*Heliotropium indicum* L.

11158 : 4.129, an 67.

*Messerschmidia argentea* (L.f.) Johnston

10091 : sta 4.014, an 11 ; 11457 : sta 4.158, an 55 ; 11594 : sta 4.161, an 96.

Fam. Casuarinaceae

*Casuarina equisetifolia* L.

11592 : sta 4.161, an 55.

Fam. Chenopodiaceae

*Salsola kali* L.

11636 : sta 4.176, an 104.

Fam. Combretaceae

*Lumnitzera racemosa* Willdenow

10985 : sta 4.097.

*Terminalia catappa* L.

11113 : sta 4.114, an 55.

Fam. Convolvulaceae

*Ipomoea* sp.

10348 : sta 4.036, an 109.

*Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet

11460 : sta 4.158, an 55 ; 11596 : sta 4.161, an 55.

*Merremia* sp.

11459 : sta 4.158, an 93.

*Operculina* sp.

11301 : sta 4.146, an 85.

Fam. Cucurbitaceae

*Momordica* sp.

11160 : 4.129, an 69.

Fam. Cymodoceaceae

*Cymodocea rotundata* Ehrenberg & Hemprich ex Ascherson

Sta 4.012, 4.014, 4.120, 4.121, 4.122, 4.123, 4.133, 4.150, 4.151, 4.157, 4.158.

*Cymodocea serrulata* (R. Brown) Ascherson & Magnus

Sta 4.065, 4.090, 4.091, 4.123.

*Halodule pinifolia* (Miki) den Hartog

Sta 4.036, 4.040.

*Halodule uninervis* (Forsskål) Ascherson

Sta 4.123, 4.141.

narrow leaved form : sta 4.005, 4.072, 4.092, 4.120, 4.121, 4.122, 4.133, 4.157, 4.158.

*Syringodium isoetifolium* (Ascherson) Dandy

Sta 4.092, 4.120, 4.121, 4.122, 4.123, 4.133, 4.157, 4.158.

*Thalassodendron ciliatum* (Forsskål) den Hartog

Sta 4.016, 4.028, 4.036, 4.040, 4.059, 4.065, 4.139, 4.150.

Fam. Cyperaceae

*Fimbristylis cymosa* R. Brown

11637 : sta 4.176, an 105.

Fam. Euphorbiaceae

*Euphorbia* sp.

11295 : sta 4.146, an 80 ; 11639 : sta 4.176, an 55.

*Euphorbia atoto* Forster f.

10085 : sta 4.014, an 5 ; 11197 : sta 4.120, an 71 ; 11296 : sta 4.146, an 80.

*Jatropha gossypifolia* L.

10546 : sta 4.048, an 32 ; 11150 : sta 4.129, an 60.

Fam. Fabaceae

*Canavalia maritima* Thouars

11300 : sta 4.146, an 84.

*Indigofera linifolia* Retzius

11047 : sta 4.089, an 55.

*Tephrosia* sp.

11291 : sta 4.146, an 55.

*Vigna marina* (Burman f.) Merrill

10093 : sta 4.014, an 12 ; 11458 : sta 4.158, an 92 ; 11599 : sta 4.161, an 100.

Fam. Goodeniaceae

*Scaevola sericea* Vahl

10092 : sta 4.014, an 11 ; 11299 : sta 4.146, an 83 ; 11593 : sta 4.161, an 95.

Fam. Hernandiaceae

*Hernandia nymphaeafolia* (Presl) Kubitzki

10094 : sta 4.014, an 13.

Fam. Hydrocharitaceae

*Enhalus acoroides* (L.f.) Royle

Sta 4.004, 4.005, 4.009, 4.053, 4.054, 4.059, 4.065, 4.088, 4.089, 4.090, 4.091, 4.092, 4.120, 4.121, 4.122, 4.123, 4.133, 4.157, 4.158, 4.161.

*Halophila decipiens* Ostenfeld

Sta 4.114.

*Halophila minor* (Zollinger) den Hartog

Has been observed, but more precise data are unavailable by now

*Halophila ovalis* (R. Brown) Hooker f.

Sta 4.005, 4.014, 4.016, 4.028, 4.036, 4.040, 4.053, 4.054, 4.059, 4.065, 4.072,

4.088, 4.089, 4.090, 4.091, 4.092, 4.120, 4.121, 4.122, 4.123, 4.133, 4.139, 4.141, 4.150, 4.151, 4.157, 4.158, 4.161.

*Thalassia hemprichii* (Ehrenberg) Ascherson

Sta 4.001, 4.004, 4.009, 4.012, 4.014, 4.016, 4.028, 4.087, 4.088, 4.089, 4.090, 4.091, 4.092, 4.120, 4.121, 4.122, 4.123, 4.133, 4.139, 4.155, 4.151, 4.157, 4.158, 4.161.

Fam. Lamiaceae

cf. *Salvia* sp.

11156 : sta 4.129, an 65.

Fam. Lauraceae

*Cassytha filiformis* L.

11298 : sta 4.146, an 82.

Fam. Lecythidaceae

*Barringtonia asiatica* (L.) Kurz

10089 : sta 4.014, an 9.

Fam. Lythraceae

*Pemphis acidula* J.R. & G. Forster

10818 : sta 4.092 ; 11292, 11293 : sta 4.146, an 78 ; 11635 : sta 4.176, an 103.

Fam. Malvaceae

*Thespesia populnea* (L.) Solander ex Correa

10984 : sta 4.097, an 55.

Fam. Myrsinaceae

*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco

10029 : sta 4.004a.

*Aegiceras floridum* Roemer & Schultes

10821 : sta 4.090, an 51.

Fam. Myrtaceae

*Osbornia octodonta* F. Mueller

10748 : sta 4.072.

Fam. Olacaceae

*Ximenia americana* L.

10571 : sta 4.054, an 36.

Fam. Pedaliaceae

*Josephinia imperatricis* Ventenat

11600 : sta 4.161, an 101.

Fam. Plumbaginaceae

*Aegialitis annulata* R. Brown

10572 : sta 4054, an 32.

Fam. Poaceae

*Spinifex littoreus* (Burman f.) Merrill

11634 : sta 4.176, an 102.

Fam. Rhizophoraceae

*Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lamarck

10575 : sta 4.054, an 32 ; 10820 : sta 4.090, an 51 ; 10823 : sta 4.085.

*Rhizophora apiculata* Blume

10031 : sta 4.004a.

*Rhizophora mucronata* Lamarck

10083 : sta 4.014 ; 10573 : sta 4.054, an 32 ; 10822 : sta 4.085.

*Rhizophora stylosa* Griffith

10747 : sta 4.072 ; 10819 : sta 4.090, an 51.

Fam. Rubiaceae

cf. *Borreria* sp.

10545 : sta 4.048, an 31.

*Dentella repens* J.R. & G. Forster

11159 : sta 4.129, an 68.

*Guettarda speciosa* L.

10088 : sta 4.014, an 8.

*Ixora* sp.

10595 : sta 4.054, an 38.

Fam. Sapindaceae

*Allophylus cobbe* (L.) Rauschel

10097 : sta 4.014, an 7.

*Schleichera oleosa* (Laureiro) Oken

11046 : sta 4.089, an 55 ; 11155 : sta 4.129, an 64.

Fam. Scrophulariaceae

*Buchnera* sp.

10544 : sta 4.048, an 30.

Fam. Sonneratiaceae

*Sonneratia alba* J.E. Smith

10030 : sta 4.004a ; 10084 : sta 4.014 ; 10574 : sta 4.054, an 32 ; 10691 : sta 4.065, an 46.

Fam. Sterculiaceae

*Kleinhovia hospita* L.

11154 : sta 4.129, an 63.

Fam. Surianaceae

*Suriana maritima* L.

10090 : sta 4.014, an 10 ; 11290 : sta 4.146, an 55.

Fam. Verbenaceae

*Clerodendrum inerme* Gaertner

11597 : sta 4.161, an 98.

*Gmelina asiatica* L.

11151 : sta 4.129, an 61.

*Lantana camara* L.

11456 : sta 4.158, an 91.

*Premna* sp.

11302 : sta 4.146, an 86 ; 11598 : sta 4.161, an 99.

*Vitex* sp.

11112 : sta 4.114, an 58.

Fam. Zygophyllaceae

*Tribulus cistoides* L.

11294 : sta 4.146, an 79.

ALGAE (classification as in SILVA *et al.*)

Only the identifications of the green algae belonging to the Dasycladales and the Bryopsidales (Fam. Caulerpaceae, Halimedaceae, Udoteaceae) as well as the red algae belonging to the Gelidiales and the Corallinales have been checked thoroughly.

CYANOPHYTA

10685 : sta 4.052, an 45 ; 10757, 10758 : sta 4.072, an 51 ; 10778 : sta 4.079, an 52 ; 10813 : sta 4.089 ; 10886, 10925, 10935, an 54, 10958, an 53 : sta 4.096 ; 10993 : sta 4.121 ; 11267 : sta 4.130, an 76.

O. NOSTOCALES

Fam. Oscillatoriaceae

*Symploca* Kützing

10926 : sta 4.096, an 54 ; 11087 : sta 4.114.

Fam. Rivulariaceae

*Calothrix* C. Agardh

10123 : sta 4.012.

CHLOROPHYTA

O. ULVALES

Fam. Ulvaceae

*Enteromorpha* Link

10149 : sta 4.014 ; 10332 : sta 4.036, an 19 ; 10439, 10454 : sta 4.052, an 28 ;

10510 : sta 4.048, an 29 ; 10569 : sta 4.053, an 35 ; 10673 : sta 4.059 ; 10866 : sta 4.084 ; 11417 : sta 4.147.

*Ulva* Linnaeus

*Ulva pertusa* Kjellman

10652 : sta 4.059.

*Ulva reticulata* Forsskål

10455 : sta 4.052, an 28 ; 10592 : sta 4.054 ; 10651 : sta 4.059 ; 10764 : sta 4.079, an 52 ; 10836 : sta 4.084.

*Ulva* spp.

10033 : sta 4.004a ; 10311 : sta 4.036, an 19 ; 10593 : sta 4.054 ; 10751 : sta 4.072, an 51 ; 10765 : sta 4.079, an 52 ; 10837 : sta 4.084.

## O. CLADOPHORALES

Fam. Anadyomenaceae

*Anadyomene* Lamouroux

10111 : sta 4.012 ; 10162, 10166 : sta 4.013 ; 10254 : sta 4.027 ; 10375 : sta 4.013, an 23 ; 10466 : sta 4.052, an 28 ; 10516 : sta 4.048, an 29 ; 10838 : sta 4.084 ; 10964 : sta 4.096, an 53 ; 11044 : sta 4.123 ; 11138 : 3 ; sta 4.129 ; 11263 : sta 4.139, an 76 ; 11379 : sta 4.151 ; 11497, 11520, an 94 ; 11559 : sta 4.161.

*Microdictyon* Decaisne

10153 : sta 4.014 ; 10163 : sta 4.013 ; 10188, an 14, 10202, an 14, 10216, an 15, 10219 : sta 4.016 ; 10246 : sta 4.027 ; 10282, an 17, 10295, an 18 : sta 4.030 ; 10421 : sta 4.022 ; 10490 : sta 4.048, an 29 ; 10654 : sta 4.059 ; 10842 : sta 4.084 ; 10887 : sta 4.096, an 54 ; 11165 : sta 4.035, an 70 ; 11243, an 74, 11264, an 76 : sta 4.139 ; 11278 : sta 4.133, an 77 ; 11305 : sta 4.150 ; 11372 : sta 4.151 ; 11644 : sta 4.175.

Fam. Cladophoraceae

*Chaetomorpha* Kützing

*Chaetomorpha crassa* (C. Agardh) Kützing

10533 : sta 4.048, an 29.

*Chaetomorpha* spp.

10003 : sta 4.007, an 1 ; 10115 : sta 4.012 ; 10148 : sta 4.014 ; 10349 : sta 4.036, an 21 ; 10382 : sta 4.013, an 23 ; 10423 : sta 4.022 ; 10448, 10457 : sta 4.052, an 28 ; 10591 : sta 4.054 ; 10702 : sta 4.065 ; 10753 : sta 4.072, an 51 ; 10847 : sta 4.084 ; 11028 : sta 4.125 ; 11271 : sta 4.133, an 77 ; 11614 : sta 4.158.

*Cladophora* Kützing

*Cladophora* spp.

10034 : sta 4.004a ; 10050 : sta 4.009a ; 10118 : sta 4.012 ; 10154 : sta 4.014 ; 10165, 10174 : sta 4.013 ; 10259 : sta 4.027 ; 10594 : sta 4.054 ; 10653, 10666 : sta 4.059 ; 10681 : sta 4.052, an 45 ; 10752 : sta 4.072, an 51 ; 10772 : sta 4.079, an 52 ; 10941 : sta 4.096, an 54 ; 11665 : sta 4.175.

## O. SIPHONOCLADALES

### Fam. Siphonocladaceae

#### *Boergesenia* J. Feldmann

#### *Boergesenia forbesii* (Harvey) J. Feldmann

10831 : sta 4.084.

#### *Boodlea* Murray & De Toni

10113, 10117 : sta 4.012 ; 10260 : sta 4.027 ; 10292 : sta 4.030, an 18 ; 10330, an 19, 10351 : an 21 ; sta 4.036 ; 10383, 10390 : sta 4.013, an 23 ; 10404 : sta 4.021, an 25 ; 10442 : sta 4.052, an 28 ; 10741 : sta 4.072, an 48 ; 10843 : sta 4.084 ; 10992 : sta 4.121 ; 11216, an 73 ; 11242, an 74 : sta 4.139 ; 11279 : sta 4.133, an 77 ; 11320 : sta 4.150 ; 11405 : sta 4.157 ; 11444 : sta 4.158, an 89.

#### *Cladophoropsis* Børgesen

#### *Cladophoropsis sundanensis* Reinbold

10017 : sta 4.004c, an 2

#### *Cladophoropsis vaucheriaeformis* (Areschoug) Papenfuss

10037, 10078 : sta 4.010.

#### *Cladophoropsis* spp.

10180 : sta 4.013 ; 10891 : sta 4.096, an 54 ; 10908 : sta 4.109 ; 11079 : sta 4.122, an 56 ; 11128 : sta 4.129 ; 11269 : sta 4.139.

#### *Struvea* Sonder

10054 : sta 4.009b ; 10329 : sta 4.036, an 19 ; 10961, 10976 : sta 4.096, an 53 ; 11082 : sta 4.122, an 56 ; 11511 : sta 4.161, an 94.

### Fam. Valoniaceae

#### *Dictyosphaeria* Decaisne ex Endlicher

#### *Dictyosphaeria cavernosa* (Forsskål) Børgesen

10112 : sta 4.012 ; 10155 : sta 4.014 ; 10190, 10195 : sta 4.016, an 14 ; 10210 : sta 4.016, an 15 ; 10249 : sta 4.027 ; 10376 : sta 4.013, an 23 ; 10403 : sta 4.021, an 25 ; 10585 : sta 4.054, an 37 ; 10735 : sta 4.072, an 48 ; 10800 : sta 4.089 ; 10832 : sta 4.084 ; 11027 : sta 4.125 ; 11193 : sta 4.023, an 25 ; 11235 : sta 4.139, an 74 ; 11306 : sta 4.150 ; 11367 : sta 4.151 ; 11391 : sta 4.157 ; 11558 : sta 4.161.

#### *Dictyosphaeria versluysii* Weber-van Bosse

10248 : sta. 4.027 ; 10389 : sta 4.013, an 23 ; 10402 : sta 4.021, an 25 ; 10443, 10456 : sta 4.052, an 28 ; 10518 : sta 4.048, an 29 ; 10991 : sta 4.121 ; 11073 : sta 4.122, an 56 ; 11139 : sta 4.129 ; 11234 : sta 4.139, an 74 ; 11307 : sta 4.150.

#### *Valonia* C. Agardh

#### *Valonia aegagropila* C. Agardh

10110 : sta 4.012 ; 10169 : sta 4.013 ; 10250 : sta 4.027 ; 10386 : sta 4.013, an 23.

#### *Valonia macrophysa* Kützting

11031 : sta 4.125.

*Valonia utricularis* (Roth) C. Agardh

10723 : sta 4.072, an 48 ; 10775 : sta 4.079, an 52 ; 10810 : sta 4.089 ; 10852 : sta 4.084 ; 10892 : sta 4.096, an 54 ; 10927 : sta 4.096, an 54 ; 11060 : sta 4.122 ; 11140 : sta 4.129 ; 11239 : sta 4.139, an 74 ; 11395 : sta 4.157 ; 11440 : sta 4.158, an 89 ; 11616 : sta 4.158.

*Valonia* sp.

10565 : sta 4.052

*Ventricaria* Olsen & J. West

*Ventricaria ventricosa* (J. Agardh) Olsen en J. West

10059 : sta 4.002, an 4 ; 10081 : sta 4.010 ; 10159 : sta 4.013 ; 10196 : sta 4.016, an 14 ; 10211, an 15, 10218 : sta 4.016 ; 10237 : sta 4.028 ; 10247 : sta 4.027 ; 10274 : sta 4.030, an 17 ; 10367 : sta 4.013, an 22 ; 10391 : sta 4.021, an 24 ; 10774 : sta 4.079 ; 11103 : sta 4.114, an 57 ; 11238 : sta 4.139, an 74 ; 11308 : sta 4.150 ; 11517 : an 94 ; 11575 : sta 4.161.

O. BRYOPSIDALES

Fam. Bryopsidaceae

*Bryopsis* Lamouroux

*Bryopsis pennata* Lamouroux var. *pennata*

10051 : sta 4.009a.

*Bryopsis pennata* Lamouroux var. *secunda* (Harvey) Collins & Harvey

10773 : sta 4.079, an 52 ; 10839 : sta 4.084 ; 10970 : sta 4.096, an 53.

*Derbesia* Solier

10048 : sta 4.009a ; 10602 : sta 4.054, an 41.

*Halicystis*-phase

10845 : sta 4.084.

Fam. Caulerpaceae

*Caulerpa* Lamouroux

The identifications of the Snellius II-expedition specimens belonging to this genus have not been published previously. An identification key, descriptions and illustrations will be published in a following issue of this Bulletin. At that occasion we will also argue for the use of ecads rather than varieties and/or forms. For purely taxonomical reasons we go on using the "traditional" nomenclature in the following list.

*Caulerpa brachypus* Harvey

10826 : sta 4.084.

fa *parvifolia* (Harvey) Cribb

11358 : sta 4.151.

*Caulerpa* cf. *cactoides* (Turner) C. Agardh

10620 : sta 4.059 ; 10878 : sta 4.096, an 54.

*Caulerpa cupressoides* (Vahl) C. Agardh



var. *cupressoides*

10414, 10415 : sta 4.022 ; 11211 (a,b) : sta 4.139, an 73 ; 11230 : sta 4.139, an 74 ; 11327 : sta 4.150.

var. *flabellata* Børgesen

10130a : sta 4.014.

var. *lycopodium* Weber-van Bosse

fa *disticha* Weber-van Bosse

10417 : sta 4.022 ; 11039 : sta 4.123 ; 11049 : sta 4.122 ; 11362 : sta 4.151.

fa *disticha* Weber-van Bosse/fa *elegans* (Crouan frat.) Weber-van Bosse

10632 : sta 4.059 ; 10825 : sta 4.084.

fa *elegans* (Crouan frat.) Weber-van Bosse

10128, 10129 : sta 4.014 ; 10481, 10482 : sta 4.048, an 29 ; 10824 : sta 4.084 ;

11390 : sta 4.157 ; 11513 : sta 4.161, an 94 ; 11580 : sta 4.161.

var. *mamillosa* (Montagne) Weber-van Bosse

10099 : sta 4.012 ; 10384 : sta 4.013, an 23 ; 10396 : sta 4.021, an 25 ; 11191 : sta 4.023, an 25.

var. *urvilliana* (Montagne) nobis

10209 : sta 4.016, an 15 ; 10226 : sta 4.016 ; 10268 : sta 4.027 ; 11357 : sta 4.151.

*Caulerpa elongata* Weber-van Bosse

10827 : sta 4.084

*Caulerpa lentillifera* J. Agardh

10125 : sta 4.014 ; 10465 : sta 4.052, an 28 ; 10486, 10487 : sta 4.048, an 29 ;

10618 : sta 4.059 ; 10870, 10871 : sta 4.084 ; 11363 : sta 4.151 ; 11382, 11383 :

sta 4.157 ; 11492, 11576 : sta 4.161.

*Caulerpa microphysa* (Weber-van Bosse) J. Feldmann

10872 : sta 4.084 ; 10972 : sta 4.109 ; 11146, 11152 : sta 4.129 ; 11377 : sta

4.151 ; 11620 : sta 4.161.

*Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh

var. *corynephora* (Montagne) Weber-van Bosse

11370 : sta 4.151 ; 11491 : sta 4.158, an 89 ; 11578 (c) : sta 4.161.

var. *laetevirens* (Montagne) Weber-van Bosse

10869 : sta 4.084 ; 11386 : sta 4.157.

var. *lamourouxii* (Turner) Weber-van Bosse

11371 : sta 4.151 ; 11385 : sta 4.157 ; 11578(b), 11582 : sta 4.161.

var. *occidentalis* (J. Agardh) Børgesen

10788 : sta 4.079, an 53 ; 10868 : sta 4.084.

var. *peltata* (Lamouroux) Eubank

10484 : sta 4.048, an 29 ; 10554 : sta 4.048, an 34 ; 10564 : sta 4.052 ; 10808 :

sta 4.089 ; 10877 : sta 4.096, an 54 ; 10910 : sta 4.109, an 52 ; 10971 : sta

4.096, an 53 ; 11365 : sta 4.151 ; 11394 : sta 4.157.

fa *macrodisca* (Decaisne) Weber-van Bosse

11330 : sta 4.150.

var. *racemosa*

10126 : sta 4.014 ; 10416 : sta 4.022 ; 10440, 10462 : sta 4.052, an 28 ; 10483(a) : sta 4.048, an 29 ; 10631 : sta 4.059 ; 10695 : sta 4.065 ; 10716 : sta 4.072, an 48 ; 10867 : sta 4.084 ; 11016 : sta 4.125 ; 11328 : sta 4.150 ; 11369 : sta 4.151 ; 11384 : sta 4.157 ; 11514 : sta 4.161, an 94 ; 11578(a) : sta 4.161.

var. *turbinata* (J. Agardh) Eubank

10807 : sta 4.089 ; 10868 : sta 4.084 ; 10893, 10922 : sta 4.096, an 54 ; 10897 : sta 4.110, an 52 ; 11329, 11331 : sta 4.150 ; 11622 : sta 4.169.

var. *laetevirens/turbinata/peltata*

10251 : sta 4.027 ; 10418 : sta 4.022 ; 10909 : sta 4.109, an 52.

*Caulerpa serrulata* (Forsskål) J. Agardh

var. *boryana* (J. Agardh) Gilbert

10407 : sta 4.022.

var. *pectinata* (Weber-van Bosse) W.R. Taylor

11119, 11120 : sta 4.129.

var. *serrulata*

10097 : sta 4.012 ; 10127 : sta 4.014 ; 10187, 10201 : sta 4.016, an 14 ; 10208 : sta 4.016, an 15 ; 10224 : sta 4.016 ; 10270 : sta 4.030, an 17 ; 10294 : sta 4.030, an 18 ; 10387 : sta 4.013, an 23 ; 10441 : sta 4.052, an 28 ; 10407 : sta 4.022 ; 10463 : sta 4.052, an 28 ; 10485 : sta 4.048, an 29 ; 10630 : sta 4.059 ; 10694 : sta 4.065 ; 10717 : sta 4.072, an 48 ; 10862 : sta 4.084 ; 11017 : sta 4.125 ; 11118 : sta 4.129 ; 11190 : sta 4.023, an 25 ; 11210 : sta 4.139, an 73 ; 11232 : sta 4.139, an 74 ; 11284 : sta 4.133, an 77 ; 11326 : sta 4.150 ; 11359 : sta 4.151 ; 11387 : sta 4.157 ; 11429 : sta 4.158, an 89 ; 11475 : sta 4.152 ; 11577 : sta 4.161.

*Caulerpa sertularioides* (Gmelin) Howe

10464 : sta 4.052, an 28 ; 10480 : sta 4.048, an 29 ; 10629 : sta 4.059 ; 10715 : sta 4.072, an 48 ; 10806 : sta 4.089 ; 10828 : sta 4.084 ; 11018 : sta 4.125 ; 11051 : sta 4.122 ; 11104 : sta 4.114, an 57 ; 11117 : sta 4.129 ; 11388 : sta 4.157 ; 11581 : sta 4.161.

*Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh [incl. *C. mexicana* (Sonder) J. Agardh]

10305 : sta 4.028 ; 10619 : sta 4.059 ; 11121 : sta 4.129 ; 11231 : sta 4.139, an 74 ; 11325 : sta 4.150 ; 11361 : sta 4.151 ; 11389 : sta 4.157.

*Caulerpa verticillata* J. Agardh

10700 : sta 4.065 ; 11436 : sta 4.158, an 89 ; 11493, 11569 : sta 4.161 ; 11641 : sta 4.175.

Fam. Codiaceae

*Codium* Stackhouse

*Codium arabicum* Kützing

10471 : sta 4.052, an 28 ; 10613 : sta 4.059 ; 10696 : sta 4.065 ; 10905 : sta 4.109 ; 11166 : sta 4.035, an 70 ; 11607 : sta 4.158.

*Codium ovale* Zanardini

10749 : sta 4.072, an 48 ; 10881 : sta 4.096, an 54.

*Codium* spp.

10352 : sta 4.036, an 21 ; 10472 : sta 4.052, an 28 ; 10512, 10513, 10514 : sta 4.048, an 29 ; 10558 : sta 4.052 ; 10567 : sta 4.053, an 35 ; 10614, 10615 : sta 4.059 ; 10697, 10698 : sta 4.065 ; 10726 : sta 4.072, an 48 ; 10777 : sta 4.079, an 52 ; 10801, 10815 : sta 4.089 ; 10864, 10865 : sta 4.084 ; 10875, 10876 : sta 4.096, an 54 ; 10898, 10899 : sta 4.109, an 54 ; 10968, 10969 : sta 4.096, an 53 ; 10996 : sta 4.121 ; 11100 : sta 4.114, an 57 ; 11135, 11136, 11137 : sta 4.129, 11167 : sta 4.035, an 70 ; 11364 : sta 4.151 ; 11401 : sta 4.157 ; 11608, 11609 : sta 4.158 ; 11646 : sta 4.175.

Fam. Halimedaceae

*Halimeda* Lamouroux

The Snellius II collection of *Halimeda* has been analyzed anatomically specimen after specimen by KADI and checked by L. HILLIS-COLINVAUX, author of the world monograph of this genus (1980). Nevertheless some specimens could not be assigned undoubtedly to a species: either the morphology corresponds with the species description and (some of) the anatomical characters do not agree with it or vice versa. These species or specimens have been indicated with (*ad*).

*Halimeda ad copiosa* Goreau & Graham

10273 : sta 4.030, an 17 ; 10550 : sta 4.048, an 34 ; 11106 : sta 4.114, an 57 ; 11451 : sta 4.158, an 89 ; 11533 : sta 4.161, an 94.

*Halimeda cylindracea* Decaisne

10137 : sta 4.014 ; 11251, 11254 (*ad*) : sta 4.139, an 74 ; 11312 (*ad*) : sta 4.150 ; 11349 : sta 4.151 ; 11587 : sta 4.161.

*Halimeda discoidea* Decaisne

10200 (*ad*) : sta 4.016, an 14 ; 10298, 10299, 10300, 10301 : sta 4.030, an 18 ; 10400 : sta 4.021, an 25 ; 10503 : sta 4.048, an 29 ; 10795 : sta 4.089 ; 11123 : sta 4.129 ; 11181 : sta 4.023, an 25 ; 11352 : sta 4.151 ; 11382 (*ad*) : sta 4.157 ; 11448, 11449 : sta 4.158, an 89 ; 11584 : sta 4.161 ; 11626 : sta 4.169.

*Halimeda ad distorta* (Yamada) Colinvaux

11250 : sta 4.139, an 74 ; 11317 : sta 4.150.

*Halimeda gracilis* Harvey ex J. Agardh

10366 : sta 4.013, an 22.

*Halimeda ad incrassata* (Ellis) Lamouroux

10374 : sta 4.013, an 23.

*Halimeda lacunalis* W.R. Taylor

10185, 10186 : sta 4.016, an 14 ; 10233 (*ad*), 10234 : sta 4.016 ; 10245 (*ad*) : sta 4.027 ; 10272 : sta 4.030, an 17 ; 11252, 11255 : sta 4.139, an 74 ; 11311 : sta 4.150.

*Halimeda macroloba* Decaisne

10141, 10142, 10143 : sta 4.014 ; 10406 : sta 4.022 ; 10429 : sta 4.052, an 28 ;

10479 : sta 4.052, an 28 (fertile); 10504 : sta 4.048, an 29 (fertile); 10668 : sta 4.059; 10833 : sta 4.084; 10997 : sta 4.121; 11055 : sta 4.122; 11124 : sta 4.129; 11277 : sta 4.133, an 77; 11310 : sta 4.150; 11407 : sta 4.157; 11583 : sta 4.161 (fertile).

*Halimeda micronesica* Yamada

10198 : sta 4.016, an 14; 10205 : sta 4.016, an 15; 10232 : sta 4.016; 10241 : sta 4.027; 10297 : sta 4.030, an 18; 10368 : sta 4.013, an 22; 10704 : sta 4.065; 10790 : sta 4.089; 10943 : sta 4.096, an 53; 11177, 11182 : sta 4.023, an 25; 11256 : sta 4.139, an 74; 11316 : sta 4.150; 11408 : sta 4.157.

*Halimeda minima* (W.R. Taylor) Colinvaux

10184, 10197 (ad) : sta 4.016, an 14; 10228 10229, 10230 (ad) : sta 4.016; 10240 : sta 4.027; 10271 : sta 4.030, an 17; 10303 : sta 4.030, an 18; 10677 (ad) : sta 4.052, an 45; 10791 (ad) : sta 4.089; 10938 (ad) : sta 4.096, an 54; 11178 (ad), 11179 : sta 4.023, an 24.

*Halimeda opuntia* (L.) Lamouroux

10044 : sta 4.009a; 10058 : sta 4.002, an 4; 10103 : sta 4.012; 10134, 10136 : sta 4.014; 10357 : sta 4.036, an 21; 10373 : sta 4.013, an 23; 10502 (ad), 10505 (ad) : sta 4.048, an 29; 10551 (ad) : sta 4.048, an 34; 10559 : sta 4.052; 10670 : sta 4.059; 10676 : sta 4.052, an 45; 10705 : sta 4.065; 10727 : sta 4.072, an 48; 10792 : sta 4.089; 10999 : sta 4.121; 11037 : sta 4.123; 11056 : sta 4.122; 11108 : sta 4.114, an 57; 11126 : sta 4.129; 11175 : sta 4.023, an 24; 11200 : sta 4.139, an 73; 11253 : sta 4.139, an 74; 11258 (ad) : sta 4.139, an 76; 11354 : sta 4.151; 11409 : sta 4.157; 11450 : sta 4.158, an 89; 11485 (ad), 11486 (ad) : sta 4.152; 11534, 11536, 11537 : sta 4.161, an 94; 11589 : sta 4.161.

*Halimeda ad simulans* Howe

10100, 10101, 10102, 10104, 10105, 10106 : sta 4.012; 10139, 10140 : sta 4.014; 10302 : sta 4.030, an 18; 10506 : sta 4.048, an 29; 10834 : sta 4.084; 11036 : sta 4.123; 11125 : sta 4.129; 11315 : sta 4.150; 11353 : sta 4.151; 11588 : sta 4.161.

*Halimeda taenicola* W. R. Taylor

10193 : sta 4.016, an 14; 10207 : sta 4.016, an 15; 10235 : sta 4.016; 10244 : sta 4.027.

*Halimeda tuna* (Ellis & Solander) Lamouroux

10199 : sta 4.016, an 14; 10206 : sta 4.016, an 15; 10428 (ad) : sta 4.052, an 28; 10501 : sta 4.048, an 29; 10552 : sta 4.048, an 34; 10669 (ad) : sta 4.059; 10722 : sta 4.072, an 48; 10794 : sta 4.089; 11313 : sta 4.150; 11350 : sta 4.151; 11447, 11453 : sta 4.158, an 89; 11487 : sta 4.152; 11535 : sta 4.161, an 94; 11585, 11586 : sta 4.161; 11627 : sta 4.169.

Intermediates between *Halimeda tuna* and *H. gigas* Taylor

10761 : sta 4.079, an 52; 11314 : sta 4.150; 11351 : sta 4.151.

*Halimeda velasquezii* W.R. Taylor

10371 : sta 4.013, an 22; 10380 : sta 4.013, an 23.

*Halimeda* spp.

11107 : sta 4.114, an 57 ; 11180 : sta 4.023, an 25 ; 11452 : sta 4.158, an 89 ;  
11532 : sta 4.161, an 94.

Fam. Udoteaceae (see COPPEJANS & PRUD'HOMME VAN REINE 1989a)

*Avrainvillea* Decaisne

*Avrainvillea amadelpa* (Montagne) Gepp & Gepp

11085 : sta 4.114 ; 11286 : sta 4.140 ; 11360 : sta 4.151 ; 11509, 11543 : sta  
4.161, an 94.

*Avrainvillea erecta* (Berkeley) Gepp & Gepp — *A. obscura* (C. Agardh) J.  
Agardh-complex

10641 : sta 4.059 ; 10873 : sta 4.090 ; 11490 : sta 4.161.

*Avrainvillea lacerata* J. Agardh

11286 : sta 4.140 ; 11321 : sta 4.150.

*Avrainvillea longicaulis* (Kützing) Murray & Boodle

10160 : sta 4.013 ; 10280 : sta 4.030, an 17 ; 10385 : sta 4.013, an 23 ; 10664 :  
sta 4.059 ; 10864 : sta 4.084 ; 11496 : sta 4.161.

*Boodleopsis* Gepp & Gepp

*Boodleopsis pusilla* (Collins) W.R. Taylor, Joly & Bernatowicz

10004 : sta 4.007, an 1.

*Chlorodesmis* Harvey & Bailey

*Chlorodesmis fastigiata* (C. Agardh) Ducker

10621 : sta 4.059, an 44.

*Chlorodesmis hildenbrandtii* Gepp & Gepp

10782 : sta 4.079, an 52 ; 11332 : sta 4.150.

*Rhipilia* Kützing

*Rhipilia diaphana* W.R. Taylor

10284 : sta 4.030, an 17.

*Rhipilia nigrescens* Coppejans & Prud'homme van Reine

10285 : sta 4.030, an 17 ; 10932 : sta 4.096, an 54 ; 11223 : sta 4.139, an 74 ;  
11322 : sta 4.150 ; 11368 : sta 4.151 ; 11623 : sta 4.169.

*Rhipilia orientalis* Gepp & Gepp

10283 : sta 4.030, an 17 ; 10932 : sta 4.096, an 54 ; 11223 : sta 4.139, an 74 ;  
11623 : sta 4.169.

*Rhipiliopsis* Gepp & Gepp

*Rhipiliopsis gracilis* Kraft

10164 : sta 4.013.

*Tydemanina* Weber-van Bosse

*Tydemanina expeditionis* Weber-van Bosse

10785 : sta 4.079, an 52 ; 10894 : sta 4.096, an 52 ; 10998 : sta 4.121 ; 11324 :  
sta 4.150 ; 11396 : sta 4.157 ; 11624 : sta 4.171 ; 11647 : sta 4.175.

*Udotea* Lamouroux

*Udotea argentea* Zanardini var. *spumosa* Gepp & Gepp

11355 : sta 4.151 ; 11504, 11505, 11506, 11507, 11545 : sta 4.161, an 94.

*Udotea flabellum* Howe

10225 : sta 4.016 ; 10255 : sta 4.027 ; 11245, 11266 : sta 4.139, an 74, 11285 : sta 4.133, an 77 ; 11334, 11335 : sta 4.150 ; 11356 : sta 4.151.

*Udotea glaucescens* Harvey

11247 : sta 4.139, an 74.

*Udotea javensis* Gepp & Gepp

10874 : sta 4.090 ; 11032 : sta 4.125 ; 11089 : sta 4.114 ; 11415 : sta 4.157 ; 11508 : sta 4.161, an 94 ; 11618 : sta 4.158 ; 11661 : sta 4.175 ; 11667 : sta 4.176.

*Udotea orientalis* Gepp & Gepp

10281 : sta 4.030, an 17 ; 10296 : sta 4.030, an 18 ; 11034 : sta 4.123 ; 11510, an 94, 11544 : sta 4.161 ; 11615 : sta 4.158.

O. DASYCLADALES (see COPPEJANS & PRUD'HOMME VAN REINE 1989b)

Fam. Dasycladaceae

*Bornetella* Munier-Chalmas

*Bornetella nitida* (Harvey) Munier-Chalmas

10527 : sta 4.048, an 29 ; 11494, 11561 : sta 4.161 ; 11601 : sta 4.158.

*Bornetella oligospora* Solms-Laubach

10358 : sta 4.036, an 21 ; 10467 : sta 4.052, an 28 ; 10907 : sta 4.109 ; 11041 : sta 4.123 ; 11062 : sta 4.122 ; 11096 : sta 4.114, an 57 ; 11148 : sta 4.129 ; 11168 : sta 4.035, an 70 ; 11260 : sta 4.139, an 76 ; 11406 : sta 4.157.

*Cymopolia* Lamouroux

*Cymopolia vanbosseae* Solms-Laubach

11033 : sta 4.125 ; 11143 : sta 4.129.

*Neomeris* Lamouroux

*Neomeris annulata* Dickie

10957 : sta 4.096, an 53 ; 11442 p.p. : sta 4.158, an 89 ; 11570 : sta 4.161.

*Neomeris bilimbata* Koster

10212 : sta 4.016, an 15 ; 11336 : sta 4.150 ; 11656 : sta 4.175.

*Neomeris vanbosseae* Howe

10470 : sta 4.052, an 28 ; 10525 : sta 4.048, an 29 ; 10655 : sta 4.059 ; 11021 : sta 4.125 ; 11040 : sta 4.123 ; 11097 : sta 4.114, an 57 ; 11144 : sta 4.129 ; 11213, an 73, 11244, an 74 : sta 4.139 ; 11442 p.p. : sta 4.158, an 89.

Fam. Polyphysaceae

*Acetabularia* Lamouroux

*Acetabularia dentata* Solms-Laubach

10975 : sta 4.096, an 53 ; 11145 : sta 4.129 ; 11414 : sta 4.157 ; 11562 : sta 4.161.

*Acetabularia ryukyensis* Okamura & Yamada var. *philippinensis* (Gilbert) Valet

11500 : sta 4.161.

*Polyphysa* Lamouroux

*Polyphysa parvula* (Solms-Laubach) Schnetter & Bula Meyer

10917 : sta 4.096 ; an 54.

PHAEOPHYTA

O. ECTOCARPALES

Fam. Myrionemataceae

*Microspongium* Reinke

10032 : sta 4.004a.

*Myrionema* Greville

10021 : sta 4.004a.

O. SPHACELARIALES

Fam. Sphacelariaceae

*Sphacelaria* Lyngbye

*Sphacelaria tribuloides* Meneghini

10121 : sta 4.012 ; 10580 : sta 4.053.

O. DICTYOTALES

Fam. Dictyotaceae

*Dictyopteris* Lamouroux

10322 : sta 4.036, an 19 ; 10531 : sta 4.048, an 29 ; 10623 : sta 4.059 ; 10699, an 47, 10701 : sta 4.065 ; 10771 : sta 4.079, an 52 ; 10974 : sta 4.096, an 53 ; 11006 : sta 4.114 ; 11038 : sta 4.123 ; 11091, 11101 : sta 4.114, an 57 ; 11273 : sta 4.133, an 77 ; 11393 : sta 4.157.

*Dictyota* Lamouroux & *Dilophus* J. Agardh

10012 : sta 4.007, an 1 ; 10015 : sta 4.004c, an 2 ; 10027 : sta 4.004a ; 10157 : sta 4.014 ; 10179 : sta 4.013 ; 10323, an 19, 10360, 10361, 10362, 10363, 10364, an 21 : sta 4.036 ; 10408, 10424 : sta 4.022 ; 10431, 10451, 10452, 10453 : sta 4.052, an 28 ; 10523, an 29, 10526, an 29, 10557, an 34 : sta 4.048 ; 10625, 10626, 10627, 10628 : sta 4.059 ; 10693 : sta 4.065 ; 10721 : sta 4.072, an 48 ; 10770 : sta 4.079, an 52, 10803 : sta 4.089 ; 10830, 10860 : sta 4.084 ; 10939, an 54, 10978, an 53 : sta 4.096 ; 10994, 10995 : sta 4.121 ; 11053, 11054, 11080, an 56 : sta 4.122 ; 11102 : sta 4.114, an 57 ; 11127 : sta 4.129 ; 11169, 11170 : sta 4.035, an 70 ; 11208 : sta 4.139, an 73 ; 11274 : sta 4.133, an 77 ; 11376 : sta 4.151 ; 11489 : sta 4.152 ; 11529, an 94, 11530, an 94, 11552, 11553, 11554, 11555 : sta 4.161 ; 11610 : sta 4.158 ; 11663 : sta 4.175 ; 11671, 11676 : sta 4.176.

*Lobophora* J. Agardh

*Lobophora variegata* (Lamouroux) Womersley

10223, 10266 : sta 4.016 ; 10320 : sta 4.036, an 19 ; 10776 : sta 4.079, an 52 ; 10889, 10923 : sta 4.096, an 54 ; 11002, 11105 : sta 4.114, an 57 ; 11304 : sta 4.150.

*Padina* Adanson

10306 : sta 4.036, an 19 ; 10339 : sta 4.044 ; 10427, 10469 : sta 4.052, an 28 ;

10509 : sta 4.048, an 29 ; 10658, 10659 : sta 4.059 ; 10712, 10713 : sta 4.072, an 48 ; 10769 : sta 4.079 an 52 ; 10835 : sta 4.084 ; 10952 : sta 4.096 an 53 ; 11005 : sta 4.121 ; 11014 : sta 4.125 ; 11058, 11078, an 56 : sta 4.122 ; 11099 : sta 4.114, an 57 ; 11122 : sta 4.129 ; 11404 : sta 4.157 ; 11441 : sta 4.158, an 89 ; 11549, 11550 : sta 4.161 ; 11603, 11604 : sta 4.158.

*Spatoglossum* Kützing

10534 : sta 4.018, an 29 ; 10612, an 43 ; 10624 : sta 4.059.

## O. DICTYOSIPHONALES

Fam. Chnoosporaceae

*Chnoospora* J. Agardh

10098 : sta 4.012 ; 10131 : sta 4.014 ; 10318 : sta 4.036, an 19 ; 10411 : sta 4.022 ; 10799 : sta 4.089 ; 10967 : sta 4.096, an 53.

*Colpomenia* (Endlicher) Derbès & Solier

*Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier

10636 : sta 4.059.

*Hydroclathrus* Bory

*Hydroclathrus clathratus* (C. Agardh) Howe

10095 : sta 4.012 ; 10313 : sta 4.036, an 19 ; 10377 : sta 4.013, an 23 ; 10528 : sta 4.048, an 29 ; 10719 : sta 4.072, an 48 ; 10811 : sta 4.089 ; 11048 : sta 4.122 ; 11215 : sta 4.139, an 73.

*Rosenvingea* Børgesen

*Rosenvingea intricata* (J. Agardh) Børgesen

10617 : sta 4.059 ; 10718 : sta 4.072, an 48.

*Rosenvingea orientalis* (J. Agardh) Børgesen

10319 : sta 4.036, an 19 ; 10530 : sta 4.048, an 29 ; 10644 : sta 4.059.

*Rosenvingea* sp.

10497 : sta 4.048, an 29.

## O. FUCALES

Fam. Cystoseiraceae

*Cystophyllum* J. Agardh

*Cystophyllum trinode* (Forsskål) J. Agardh

10447, 10476 : sta 4.052, an 28 ; 10542 : sta 4.048, an 29 ; 10663 : sta 4.059 ; 11064 : sta 4.122 ; 11141 : sta 4.129.

*Hormophysa* Kützing

*Hormophysa cuneiformis* (Gmelin) P.C. Silva

10660 : sta 4.059.

Fam. Sargassaceae

*Sargassum* C. Agardh

*Sargassum cristaefolium* C. Agardh



10316 : sta 4.036, an 19 ; 10433 : sta 4.052, an 28 ; 10532 : sta 4.048, an 29 ;  
10662 : sta 4.059, 11174 : sta 4.035, an 70 ; 11613 : sta 4.158.

*Sargassum* spp.

10317 : sta 4.036, an 19 ; 10449 : sta 4.052, an 28 ; 10576 : sta 4.053 ; 10586 :  
sta 4.054, an 37 ; 10645, 10661 : sta 4.059 ; 11542, 11571, 11572 : sta 4.161.

*Turbinaria* Lamouroux

*Turbinaria conoides* (J. Agardh) Kützing

10394 : sta 4.021, an 25 ; 10410 : sta 4.022 ; 10581 : sta 4.054, an 37.

*Turbinaria murrayana* Barton

10814 : sta 4.089.

*Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh

10042 : sta 4.009a ; 10144 : sta 4.014 ; 10242 : sta 4.027 ; 10291 : sta 4.030,  
an 18 ; 10393 : sta 4.021, an 25 ; 10409 : sta 4.022 ; 10430 : sta 4.052, an 28 ;  
10529 : sta 4.048, an 29 ; 11020 : sta 4.125 ; 11059 : sta 4.122 ; 11130 : sta  
4.129 ; 11189 : sta 4.023, an 25 ; 11249 : sta 4.139, an 74 ; 11348 : sta 4.150.

## RHODOPHYTA

### Cl. Florideophyceae

#### O. ACROCHAETIALES

Fam. Acrochaetiaceae

*Rhodochorton* Nägeli

10072 : sta 4.002.

#### O. NEMALIALES

Fam. Nemaliaceae

*Trichogloea* Kützing

10634 : sta 4.059.

Fam. Helminthocladiaceae

*Liagora* Lamouroux

10243 : sta 4.027 ; 10381 : sta 4.013, an 23 ; 10398 : sta 4.021, an 25 ; 10450 :  
sta 4.052, an 28 ; 10492 : sta 4.048, an 29 ; 10577 : sta 4.053 ; 10633 : sta  
4.059 ; 10946, 10947 : sta 4.096, an 53 ; 10989 : sta 4.121 ; 11022, 11024 : sta  
4.125 ; 11042 : sta 4.123 ; 11185 : sta 4.023, an 25 ; 11226, 11227 : sta 4.139,  
an 74.

#### O. BONNEMAISONIALES

Fam. Galaxauraceae

*Actinotricha fragilis* (Forsskål) Børgesen

10062 : sta 4.002, an 4 ; 10343 : sta 4.044 ; 10353 : sta 4.036, an 21 ; 10521 :  
sta 4.048, an 29 ; 10667 : sta 4.059 ; 10738 : sta 4.072, an 48 ; 10900 : sta 4.110 ;

10963 : sta 4.096, an 53 ; 11023 : sta 4.125 ; 11129 : sta 4.129 ; 11323 : sta 4.150 ; 11432 : sta 4.158, an 89 ; 11488 : sta 4.152 ; 11527 : sta 4.161, an 94.

*Galaxaura* Lamouroux

*Galaxaura fasciculata* Kjellman

10494 : sta 4.048, an 29 ; 10988 : sta 4.121 ; 11035 : sta 4.123 ; 11115 : sta 4.129 ; 11183 : sta 4.023, an 25.

*Galaxaura marginata* (Ellis & Solander) Lamouroux

10221 : sta 4.016 ; 10279 : sta 4.030, an 17 ; 10895 : sta 4.109, an 52 ; 10920 : sta 4.096, an 54 ; 10955 : sta 4.096, an 53 ; 11173 : sta 4.035, an 70 ; 11176 : sta 4.023, an 24 ; 11225 : sta 4.139, an 74 ; 11318 : sta 4.150 ; 11399 : sta 4.157 ; 11421 : sta 4.158, an 89 ; 11467 : sta 4.152.

*Galaxaura* sp.

10043 : sta 4.009a ; 10063 : sta 4.002, an 4 ; 10191, an 14, 10204, an 14, 10215, an 15, 10222 : sta 4.016 ; 10277, an 17, 10288, an 18, 10289, an 18, 10290, an 18 : sta 4.030 ; 10436, 10475 : sta 4.052, an 28 ; 10495, an 29, 10496, an 29, 10548, an 34, 10549, an 34 : sta 4.048 ; 10607, 10638, an 43, 10640 : sta 4.059 ; 10679 : sta 4.052, an 45 ; 10766, 10767, 10768 : sta 4.079, an 52 ; 10896 : sta 4.110, an 52 ; 10921 : sta 4.096, an 54 ; 10987 : sta 4.121 ; 11012 : sta 4.125 ; 11071 : sta 4.122, an 56 ; 11114, 11116 : sta 4.129 ; 11184 : sta 4.023, an 25 ; 11248 : sta 4.139, an 74 ; 11287 : sta 4.140 ; 11397, 11398 : sta 4.157, 11418, 11419, 11420, 11443 : sta 4.158, an 89 ; 11465, 11466, 11483 : sta 4.152 ; 11605, 11606 : sta 4.158 ; 11633 : sta 4.152 ; 11645 : sta 4.175.

*Scinaia Bivona-Bernardi*

10672 : sta 4.059 ; 10879, 10880 : sta 4.096, an 54.

## O. GELIDIALES

Fam. Gelidiaceae

*Gelidiella* Feldmann & Hamel

*Gelidiella acerosa* (Forsskål) Feldmann & Hamel

10468 : sta 4.052, an 28 ; 10596 : sta 4.054 ; 10657 : sta 4.059 ; 10812 : sta 4.089 ; 10849, 10850 : sta 4.084 ; 10979 : sta 4.096, an 53 ; 11015 : sta 4.125 ; 11067 : sta 4.122 ; 11131 : sta 4.129 ; 11528 : sta 4.161, an 94 ; 11547 : sta 4.161.

*Gelidiella lubrica* (Kützting) Feldmann & Hamel

10203, an 14, 10213, an 15, 10236 : sta 4.016 ; 11224 : sta 4.139, an 74.

*Gelidiella myrioclada* (Børgesen) Feldmann & Hamel

11262 : sta 4.139, an 76.

*Gelidium* Lamouroux

*Gelidium amboniense* Hatta & Prud'homme van Reine

10006 : sta 4.007, an 1.

*Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis var. *minusculum* Weber-van Bosse

10019, sta 4.004a ; 10605 : sta 4.054, an 42 ; 11092 : sta 4.114.

## O. CRYPTONEMIALES

### Fam. Peyssonneliaceae

#### *Peyssonnelia* Decaisne

10018 : sta 4.006, an 3 ; 10047 : sta 4.009a ; 10060 : sta 4.002, an 4 ; 10076, 10077 : sta 4.010 ; 10161, 10175 : sta 4.013 ; 10275, an 17, 10276, an 17, 10293, an 18 : sta 4.030 ; 10336, 10337, 10338 : sta 4.044 ; 10356 : sta 4.036, an 21 ; 10674, 10675 : sta 4.052, an 45 ; 10689 : sta 4.050 ; 10706 : sta 4.064 ; 10779 : sta 4.079, an 52 ; 10933, 10934 : sta 4.096, an 54 ; 10977 : sta 4.096, an 53 ; 11001 : sta 4.114 ; 11029 : sta 4.125 ; 11043 : sta 4.123 ; 11076 : sta 4.122, an 56 ; 11088 : sta 4.114 ; 11257 : sta 4.139, an 75 ; 11268 : sta 4.139, an 76 ; 11340, 11342 : sta 4.150 ; 11425, 11426 : sta 4.158, an 89 ; 11472, 11474, 11501 : sta 4.152 ; 11522 : sta 4.161, an 94 ; 11648, 11650 : sta 4.175 ; 11668 : sta 4.176.

### Fam. Cryptonemiaceae

#### *Carpopeltis* Schmitz

10649 : sta 4.059.

#### *Cryptonemia* J. Agardh

10167, 10183 : sta 4.013 ; 10491 : sta 4.048, an 29 ; 11476, 11477 : sta 4.152 ; 11675 : sta 4.176.

#### *Grateloupia* C. Agardh

#### *Grateloupia filicina* (Lamouroux) C. Agardh

10635 : sta 4.059.

#### *Halymenia* C. Agardh

#### *Halymenia durvilleae* Bory

10444 : sta 4.052, an 28 ; 10610 : sta 4.059 ; 10793 : sta 4.089 ; 11423 : sta 4.158, an 89 ; 11479 : sta 4.152 ; 11621 : sta 4.169 ; 11643 : sta 4.176.

#### *Halymenia* spp.

10214 : sta 4.016, an 15 ; 10498 : sta 4.048, an 29 ; 10608, 10609, 10611 : sta 4.059 ; 10762 : sta 4.079, an 52 ; 10942 : sta 4.096, an 53 ; 11009 : sta 4.125.

#### *Kallymenia* J. Agardh

(?) 11654, (?) 11655 : sta 4.175.

## O. CORALLINALES

### Fam. Corallinaceae

#### *Amphiroa* Lamouroux

10064 : sta 4.002, an 4 ; 10369 : sta 4.013, an 22 ; 10524, an 29, 10556, an 34 : sta 4.048 ; 10579 : sta 4.053 ; 10665 : sta 4.059 ; 10683 : sta 4.052, an 45 ; 10742 : sta 4.069 ; 10789 : sta 4.079, an 53 ; 10796, 10797 : sta 4.089 ; 10856, 10857, 10858 : sta 4.084 ; 10912, 10913, 10914 : sta 4.109 ; 10928, 10929 : sta 4.096, an 54 ; 11003 : sta 4.114 ; 11026 : sta 4.125 ; 11065, 11066, 11070, an 56 : sta 4.122 ; 11093, 11094 : sta 4.114 ; 11412, 11413 : sta 4.157 ; 11438,

11439 : sta 4.158, an 89 ; 11538, an 94, 11539, an 94, 11564 : sta 4.161 ; 11649 : sta 4.175.

*Fosliella* Howe

10158C : sta 4.012.

*Haliptilon* (Decaisne) Lindley

11430 : sta 4.158, an 89 ; 11468 : sta 4.152.

*Jania* Lamouroux

10172 : sta 4.013 ; 10269 : sta 4.027 ; 10278 : sta 4.030, an 17 ; 10315, 10326 : sta 4.036, an 19 ; 10412 : sta 4.022 ; 10538, 10539 : sta 4.048, an 29 ; 10783 : sta 4.079, an 52 ; 10979 : sta 4.096, an 53 ; 11045 : sta 4.123 ; 11172 : sta 4.035, an 70 ; 11192 : sta 4.023, an 25 ; 11218, an 73, 11261, an 76 : sta 4.139.

*Lithophyllum* Philippi

10304 : sta 4.030, an 18 ; 10392 : sta 4.021, an 24 ; 10686 : sta 4.050 ; 11339 : sta 4.150 ; 11650 : sta 4.175.

*Lithophyllum kotschyanum* Unger

10563, 10684 : sta 4.052, an 45.

*Lithophyllum moluccense* Foslie

10365 : sta 4.036, an 21 ; 10397 : sta 4.021, an 25 ; 10709 : sta 4.065 ; 11540 : sta 4.161, an 94.

*Lithophyllum pallescens* (Foslie) Foslie

10911A : sta 4.109.

*Lithothamnion* Heydrich

10119 : sta 4.012 ; 10686 : sta 4.050 ; 10911, 10912 : sta 4.109.

*Mastophora* Decaisne

10977 : sta 4.096, an 53 ; 11540 : sta 4.161, an 94 ; 11650 : sta 4.175.

*Mesophyllum* Lemoine

10076C : sta 4.010 ; 10686 : sta 4.050.

*Mesophyllum madagascariensis* (Foslie) Adey

10911 : sta 4.109.

*Mesophyllum prolifer* (Foslie) Adey

11464 : sta 4.152.

*Mesophyllum purpurascens* (Foslie) Adey

11466 : sta 4.158, an 89.

*Neogoniolithon* Setchell & Mason

10397 : sta 4.021, an 25 ; 11081 : sta 4.122, an 56 ; 11228 : sta 4.139, an 74.

*Neogoniolithon fosliei* (Heydrich) Setchell & Mason.

11081A : sta 4.122, an 56.

*Porolithon* (Foslie) Foslie

*Porolithon gardineri* (Foslie) Foslie

10334 : sta 4.030, an 18 ; 10365 : sta 4.036, an 21.

*Spongites* Kützing

10182 : sta 4.013 ; 10370 : sta 4.013, an 22 ; 10263 : sta 4.027 ; 10392 : sta 4.021, an 24 ; 11081 : sta 4.122, an 56 ; 11632 : sta 4.169.

*Spongites onkodes* (Heydrich) Penrose & Woelkerling

10264 : sta 4.016 ; 10372 : sta 4.013, an 22 ; 10392 : sta 4.021, an 24 ; 10563A : sta 4.052 ; 11081C : sta 4.122, an 56 ; 11337 : sta 4.150.

*Sporolithon* Heydrich

10264 : sta 4.016.

*Corallinaceae* sp.

10061 : sta 4.002, an 4 ; 10076 : sta 4.010 ; 10158 : sta 4.012 ; 10265 : sta 4.015 ; 10287 : sta 4.030, an 17 ; 10685 : sta 4.052, an 45 ; 10709 : sta 4.065 ; 11338 : sta 4.150 ; 11228 : sta 4.139, an 74 ; 11339 : sta 4.150 ; 11446 : sta 4.158, an 89.

## O. GIGARTINALES

Fam. Rhizophyllidaceae

*Portieria* Zanardini

*Portieria hornemannii* (Lyngbye) P.C. Silva

10906 : sta 4.110, an 52 ; 10940, an 54, 10950, an 53 : sta 4.096 ; 11072 : sta 4.122, an 56.

*Portieria* sp.

10986 : sta 4.121 ; 11011 : sta 4.125 ; 11052 : sta 4.122 ; 11134 : sta 4.129 ; 11427 : sta 4.158, an 89 ; 11478 : sta 4.152 ; 11669 : sta 4.176.

*Predaea* De Toni

10341 : sta 4.044 ; 10692 : sta 4.064 ; 10930 : sta 4.096, an 54 ; 11098 : sta 4.114, an 57 ; 11630 : sta 4.169 ; 11640 : sta 4.175.

*Sarconema* Zanardini

10736 : sta 4.072.

Fam. Nemastomaceae

*Titanophora* (J. Agardh) J. Feldmann

10809 : sta 4.089.

Fam. Gracilariaceae

*Ceratodictyon* Zanardini

*Ceratodictyon intricatum* (C. Agardh) R.E. Norris

10536 : sta 4.048, an 29 ; 10798 : sta 4.089 ; 10990 : sta 4.121 ; 11068 : sta 4.122.

*Ceratodictyon repens* (Kützing) R.E. Norris

10535 : sta 4.048, an 29 ; 11473 : sta 4.152.

*Ceratodictyon spongiosum* Zanardini

10344 : sta 4.036, an 21 ; 10515 : sta 4.048, an 29 ; 10733 : sta 4.072, an 48 ; 11057 : sta 4.122 ; 11147 : sta 4.129 ; 11282 : sta 4.133, an 77 ; 11563 : sta 4.161.

*Ceratodictyon variabilis* (Greville ex J. Agardh) R.E. Norris

10046 : sta 4.009a ; 10073, 10074 : sta 4.002, an 4 ; 10082 : sta 4.010 ; 10555 : sta 4.048, an 34 ; 10560 : sta 4.052 ; 10744 : sta 4.079 ; 10848, 10851 : sta 4.084 ; 10904 : sta 4.109 ; 10960 : sta 4.096, an 53 ; 11437 : sta 4.158 ; 11674 : sta 4.176.

*Eucheuma* J. Agardh

*Eucheuma* cf. *edule* (Kützing) Weber-van Bosse

10861 : sta 4.084.

*Eucheuma denticulatum* (N.L. Burman) Collins & Hervey

10432, 10460 : sta 4.052, an 28 ; 10637 : sta 4.059.

*Eucheuma* spp.

10350 : sta 4.036, an 21 ; 10461 : sta 4.052, an 28 ; 10616 : sta 4.059 ; 10918, 10919 : sta 4.096, an 53.

*Gracilaria* Greville

*Gracilaria eucheumoides* Harvey

10080 : sta 4.010 ; 11548 : sta 4.161.

*Gracilaria salicornia* (C. Agardh) Dawson

10041 : sta 4.009a ; 10321 : sta 4.036, an 19 ; 10438, 10478 : sta 4.052, an 28 ; 10541 : sta 4.048, an 29 ; 10588 : sta 4.054 ; 10643 : sta 4.059 ; 10732 : sta 4.072, an 48 ; 11061 : sta 4.122 ; 11276 : sta 4.133, an 77 ; 11392 : sta 4.157 ; 11499 : sta 4.161 ; 11519, an 94, 11546 : sta 4.161.

*Gracilaria* spp.

10069 : sta 4.002, an 4 ; 10578 : sta 4.053 ; 10590 : sta 4.054 ; 10737 : sta 4.072, an 48 ; 10853 : sta 4.084 ; 10890 : sta 4.096 ; 11133 : sta 4.129 ; 11345 : sta 4.150 ; 11557 : sta 4.161.

*Hydropuntia* Montagne

*Hydropuntia fastigiata* (Chang & Xia) Wynne

10309 : sta 4.036, an 19 ; 10437, 10477 : sta 4.052, an 28 ; 10520 : sta 4.048, an 29 ; 10589 : sta 4.054 ; 10648 : sta 4.059 ; 11275 : sta 4.133, an 77 ; 11400 : sta 4.157.

*Plocamium* Lamouroux

10763 : sta 4.079, an 52.

Fam. Caulacanthaceae

*Catenella* Greville

*Catenella caespitosa* (Withering) L. Irvine

10008 : sta 4.007, an 1 ; 10035 : sta 4.004a.

*Catenella nipae* Zanardini

10023 : sta 4.004a ; 10600 : sta 4.054, an 40.

*Caulacanthus* Kützing

10517, 10553 : sta. 4.048, an 29 ; 10678 : sta 4.052, an 45 ; 10802 : sta 4.089 ; 11433 : sta 4.158, an 89.

*Hypnea* Lamouroux

10070 : sta 4.002, an 4 ; 10079 : sta 4.010 ; 10109, 10114 : sta 4.012 ; 10133, 10147 : sta 4.014 ; 10176 : sta 4.013 ; 10312, 10324, 10328 : sta 4.036, an 89 ; 10434, 10435, 10458 : sta 4.052, an 28 ; 10519 : sta 4.048, an 29 ; 10568 : sta 4.053, an 35 ; 10584 : sta 4.054, an 37 ; 10646, 10647 : sta 4.059 ; 10724, 10725, 10740 : sta 4.072, an 48 ; 10854 : sta 4.084 ; 10936, an 54, 10937, an 54, 10965,

an 53, 10966, an 53 : sta 4.096 ; 11004 : sta 4.121 ; 11007 : sta 4.114 ; 11075 : sta 4.122, an 56 ; 11111 : sta 4.114, an 97 ; 11132 : sta 4.129 ; 11163 : sta 4.035, an 70 ; 11206 : sta 4.139, an 73 ; 11270 : sta 4.133, an 77 ; 11403 : sta 4.157 ; 11611, 11619 : sta 4.158.

Fam. Phyllophoraceae

*Phyllophora* Greville

? 10945 : sta 4.079, an 53.

Fam. Gigartinaceae

*Gigartina* Stackhouse

10011 : sta 4.007, an 1 ; 10170 : sta 4.013 ; 10220 : sta 4.016 ; 10511 : sta 4.048, an 29 ; 10639 : sta 4.059 ; 10944 : sta 4.096, an 53 ; 11259 : sta 4.139.

## O. RHODYMENIALES

Fam. Rhodymeniaceae

*Botryocladia* (J. Agardh) Kylin

10882 : sta 4.096, an 54 ; 11373 : sta 4.151 ; 11502 : sta 4.152 ; 11651 : sta 4.175.

*Fauchea* Montagne & Bory

10650 : sta 4.059 ; 10687 : sta 4.050.

*Rhodymenia* Greville

10075 : sta 4.002, an 4 ; 10168, 10171 : sta 4.013 ; 10346 : sta 4.036, an 21 ; 10499 : sta 4.048, an 29 ; 10688 : sta 4.050 ; 10708 : sta 4.065 ; 10739 : sta 4.072, an 48 ; 10859 : sta 4.084 ; 10883, an 54, 10884, an 54, 10983, an 53 : sta 4.096 ; 11084 : sta 4.122, an 56 ; 11411 : sta 4.157 ; 11428 : sta 4.158, an 89 ; 11471, 11480, 11481 : sta 4.152 ; 11498, 11531, an 94 ; 11560 : sta 4.161 ; 11617 : sta 4.158 ; 11653 : sta 4.175 ; 11670, 11673 : sta 4.176.

Fam. Lomentariaceae

*Lomentaria* Lyngbye

10522 : sta 4.048, an 29 ; 11343 : sta 4.150.

Fam. Champiaceae

10682 : sta 4.052, an 45 ; 11482 : sta 4.152.

*Champia* Desvaux

10178 : sta 4.013 ; 10310 : sta 4.036, an 19 ; 10401 : sta 4.021, an 25 ; 10493 : sta 4.048, an 29 ; 10841 : sta 4.084 ; 10888 : sta 4.096, an 54 ; 10973 : sta 4.096, an 53 ; 11083 : sta 4.122, an 56 ; 11142 : sta 4.129 ; 11162 : sta 4.035, an 70 ; 11186 : sta 4.023, an 25 ; 11217 : sta 4.139, an 73 ; 11240 : sta 4.139, an 74 ; 11366 : sta 4.151 ; 11515 : sta 4.161, an 94 ; 11628 : sta 4.169.

## O. CERAMIALES

10173 : sta 4.013.

Fam. Ceramiaceae

11469 : sta 4.152 ; 11625 : sta 4.171 ; 11659 : sta 4.175 ; 11666 : sta 4.176.

*Antithamnion* Nägeli

10728, an 49, 10729, an 50 : sta 4.069 ; 10931, an 54, 10954, an 53 : sta 4.096 ;  
11484 : sta 4.152.

*Centroceras* Kützing

*Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne

10045 : sta 4.009a ; 10331 : sta 4.036, an 19.

*Ceramiella* Børgesen

*Ceramiella huysmansii* (Weber-van Bosse) Børgesen

10053 : sta 4.009b.

*Ceramium* Roth

10067 : sta 4.002, an 4 ; 10355 : sta 4.036, an 21 ; 10603 : sta 4.054, an 41 ;  
11188 : sta 4.023, an 25 ; 11212 : sta 4.139, an 73.

*Griffithsia* C. Agardh

10419 : sta 4.022.

*Haloplegma* Montagne

10189 : sta 4.016, an 14 ; 10959 : sta 4.086, an 53 ; 11221 : sta 4.139, an 74 ;  
11652 : sta 4.175.

*Spyridia* Harvey

*Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey

10096 : sta 4.012 ; 10145 : sta 4.014 ; 10314 : sta 4.036, an 19 ; 10508 : sta  
4.048, an 29 ; 10583 : sta 4.054, an 37 ; 10780 : sta 4.079, an 52 ; 10855 :  
sta 4.084 ; 11202 : sta 4.139, an 73 ; 11402 : sta 4.157.

*Spyridia* sp.

10420 : sta 4.022 ; 11272 : sta 4.133, an 77 ; 11518 : sta 4.161, an 94.

*Wrangelia* C. Agardh

*Wrangelia argus* (Montagne) Montagne

10951 : sta 4.096, an 53.

*Wrangelia* sp.

10399 : sta 4.021, an 27 ; 10413 : sta 4.022 ; 11241 : sta 4.139, an 74.

Fam. Delesseriaceae

*Caloglossa* (Harvey) J. Agardh

*Caloglossa lepriurii* (Montagne) J. Agardh

10005 : sta 4.007, an 1 ; 10028 : sta 4.004a

*Claudea* Lamouroux

11445 : sta 4.158, an 89 ; 11462 : sta 4.152.

*Martensia* Hering

10488 : sta 4.048, an 29 ; 10711 : sta 4.072, an 48 ; 10817 : sta 4.084 ; 11281 :  
sta 4.133, an 77.

*Vanvoorstia* Harvey

10710 : sta 4.072, an 48 ; 10844 : sta 4.084 ; 10903 : sta 4.109 ; 11077 : sta  
4.122, an 56 ; 11657 : sta 4.175.

*Zellera* Martens



*Zellera tawallina* Martens

10217 : sta 4.016 ; 10286 : sta 4.030, an 18 ; 10335 : sta 4.044 ; 10680 : sta 4.052, an 45 ; 11010 : sta 4.125 ; 11220 : sta 4.139, an 74 ; 11283 : sta 4.133, an 77 ; 11289 : sta 4.140 ; 11463 : sta 4.152.

Fam. Dasyaceae

*Dasya* C. Agardh + *Eupogodon* Kützing

10786 : sta 4.079, an 53 ; 11019 : sta 4.125 ; 11187 : sta 4.023, an 25 ; 11214, an 73, 11236, an 74, 11237, an 74 : sta 4.139 ; 11288 : sta 4.140.

*Dictyurus* Bory

11222 : sta 4.139, an 74.

*Heterosiphonia* Montagne

10056 : sta 4.009b ; 10231 : sta 4.016 ; 10474 : sta 4.052, an 28 ; 10500 : sta 4.048, an 29.

Fam. Rhodomelaceae

11629 : sta 4.169.

*Acanthophora* Lamouroux

*Acanthophora muscoides* (Linnaeus) Bory

10040 : sta 4.009a ; 10426 : sta 4.022 ; 10787 : sta 4.079, an 53 ; 11201 : sta 4.139, an 73.

*Acanthophora spicifera* (Vahl) Børgesen

10107 : sta 4.012 ; 10146 : sta 4.014 ; 10345 : sta 4.036, an 21 ; 10378 : sta 4.013, an 23 ; 10445, 10473 : sta 4.052, an 28 ; 10489 : sta 4.048, an 29 ; 10642 : sta 4.059 ; 10714 : sta 4.072, an 48 ; 10956 : sta 4.096, an 53 ; 11164 : sta 4.035, an 70 ; 11207 : sta 4.139, an 73 ; 11280 : sta 4.133, an 77 ; 11380 : sta 4.157 ; 11495 : sta 4.161 ; 11523 : sta 4.161, an 94 ; 11565 : sta 4.161.

*Amansia* Lamouroux

*Amansia glomerata* C. Agardh

11000 : sta 4.114 ; 11672 : sta 4.176.

*Amansia* sp.

11090 : sta 4.114 ; 11551 : sta 4.161 ; 11602 : sta 4.158.

*Bostrychia* Montagne

*Bostrychia radicans* (Montagne) Montagne

10020 : sta 4.004a.

*Bostrychia tenella* (Lamouroux) J. Agardh (incl. *B. binderi* Harvey)

10000, 10001 : sta 4.007, an 1 ; 10024 : sta 4.004a ; 10599 : sta 4.054, an 39 ; 10750 : sta 4.072, an 51.

*Chondria* C. Agardh

*Chondria armata* (Kützing) Okamura

10948 : sta 4.096, an 53.

*Chondria* sp.

10116 : sta 4.012 ; 10135 : sta 4.014 ; 10257 : sta 4.027 ; 10262 : sta 4.027 ;

10327, an 19, 10354, an 21 : sta 4.036 ; 10962 : sta 4.096, an 53 ; 11203 : sta 4.139, an 73.

*Digenea* C. Agardh

*Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh

10227 : sta 4.016 ; 10256 : sta 4.027.

*Herposiphonia* Nägeli

10036 : sta 4.004a.

*Laurencia* Lamouroux

*Laurencia majuscula* (Harvey) Lucas

10622 : sta 4.059 ; 10805 : sta 4.089 ; 10902 : sta 4.109.

*Laurencia papillosa* (C. Agardh) Greville

10132 : sta 4.014 ; 10307 : sta 4.036, an 19, 10446, an 28, 10459, an 28 : sta 4.052 ; 10507 : sta 4.048, an 29 ; 10703 : sta 4.065 ; 10804 : sta 4.089 ; 10901 : sta 4.109 ; 11199 : sta 4.139, an 73 ; 11524, an 94, 11568 : sta 4.161.

*Laurencia* sp.

10007, 10014 : sta 4.007, an 1 ; 10026 : sta 4.004a ; 10068, 10071 : sta 4.002, an 4 ; 10181 : sta 4.013 ; 10150, 10152, 10156 : sta 4.014 ; 10252, 10253 : sta 4.027 ; 10308 : sta 4.036, an 19 ; 10342 : sta 4.044 ; 10379 : sta 4.013, an 23 ; 10405 : sta 4.021 ; 10537, 10540 : sta 4.048, an 29 ; 10561, 10562 : sta 4.052 ; 10587, an 37, 10597, 10598 : sta 4.054 ; 10671 : sta 4.059 ; 10707 : sta 4.064 ; 10730, 10731 : sta 4.072, an 48 ; 10863 : sta 4.084 ; 10885 : sta 4.096, an 54 ; 10915 : sta 4.109 ; 10924, an 54, 10953, an 53 : sta 4.096 ; 11030 : sta 4.125 ; 11069, 11074 : sta 4.122, an 56 ; 11086 : sta 4.114 ; 11194 : sta 4.023, an 25 ; 11195 : sta 4.120 ; 11204, an 73, 11205, an 73, 11229, an 74, 11265, an 76 : sta 4.139 ; 11309 : sta 4.150 ; 11381 : sta 4.157 ; 11424 : sta 4.158, an 89 ; 11516, an 94, 11521, an 94, 11566, 11567 : sta 4.161 ; 11660 : sta 4.175.

*Leveillea* Decaisne

*Leveillea jungermannioides* (Hering & Martens) Harvey

10124 : sta 4.012 ; 10138 : sta 4.014 ; 10325 : sta 4.036, an 19 ; 10829 : sta 4.084 ; 11574 : sta 4.161.

*Lophosiphonia* Falkenberg

*Lophosiphonia reptabunda* (Suhr) Kylin

10010 : sta 4.007, an 1 ; 10025 : sta 4.004a.

*Lophosiphonia* sp.

10604 : sta 4.054, an 42 ; 10759 : sta 4.072, an 51.

*Murrayella* Schmitz

*Murrayella pericladus* (C. Agardh) Schmitz

11009 : sta 4.007, an 1 ; 10022 : sta 4.004a ; 10258 : sta 4.027.

*Polysiphonia* Greville

10049 : sta 4.009a ; 10055 : sta 4.009b ; 10422 : sta 4.022 ; 10755, 10756 : sta 4.072, an 51 ; 10840 : sta 4.084 ; 11658 : sta 4.175.

*Tolypocladia* Schmitz

*Tolypiocladia calodictyon* (Harvey ex Kützing) P.C. Silva

10359 : sta 4.036, an 21 ; 11526, an 94, 11556 : sta 4.161.

*Tolypiocladia glomerulata* (C. Agardh) Schmitz

10108 : sta 4.012 ; 10720 : sta 4.072, an 48 ; 11525 : sta 4.161, an 94.

*Tolypiocladia* sp.

10425 : sta 4.022 ; 10582 : sta 4.054, an 37 ; 11109 : sta 4.114, an 57 ; 11171 : sta 4.035, an 70.

Familia *incertae sedis*

Fam. Wurdemanniaceae

*Wurdemannia* Harvey

*Wurdemannia miniata* (Sprengel) Feldmann & Hamel

10016 : sta 4.004c, an 2 ; 10784 : sta 4.079, an 52 ; 11341, 11346 : sta 4.150 ;

11378 : sta 4.151.

### Discussion

In her monumental work on the marine algae of the Siboga Expedition WEBER-VAN BOSSE (1928) published a list containing almost all seaweeds known from Malesian (now Indonesian) waters. The 587 species recorded had not all been collected during that expedition : several other collections were included as well, amongst which those of the Danish expedition to the Kei Islands (WEBER-VAN BOSSE 1926). This "Tableau des Chlorophyceae, Phaeophyceae et Rhodophyceae", as published by WEBER-VAN BOSSE (1928 : 484-500) was at the time of its publication as useful as the "Catalog of the Benthic Marine Algae of the Philippines" (SILVA *et al.*, 1987) is for modern marine phycological research in the Malesian region.

It would not be correct to compare the phycological results of the Siboga Expedition with those of the Snellius-II Expedition. All older collecting has been done by wading in the intertidal zone or by dredging ; during the Snellius-II Expedition collecting was done by hand by SCUBA-divers or snorkelers. During the Siboga Expedition seaweed collecting was done during a whole year and all over the Indonesian archipelago, whereas the phycologists of the Snellius-II Expedition only collected during one month and exclusively in the eastern part of Indonesia. Moreover, the collecting sites were situated in clear water (best development of corals) and only exceptionally in mangal areas or other eutrophicated areas which are more favourable for the development of seaweeds. During personal stays of E. Coppejans at Bali very numerous species of marine macro-algae have been collected which had not been seen during the Snellius-II Expedition. Therefore one should be aware of the fact that comparison between the results of both expeditions is hazardous. On the other hand we expect that the present list gives a good reflection of the flora of marine macro-algae of eastern Indonesia.

As the reliability of the determinations defines the relevance of a check-list, we preferred to include species identifications only where they have been controlled thoroughly. The list of genera will eventually stimulate future work and result in additional species identifications. Until then it would be risky to draw any conclusions about ecological changes in that region or to use the check-list for biogeographical purposes. We hope that this work might be the starting point of a renewed interest in Indonesian phycology, and that it will not take as long as before to see results of research on seaweeds in this area published.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the Netherlands Council of Oceanic Research (NRZ) for allowing the authors to join the expedition, Dr. F. Heys, Mrs. P. Zen and Mr. A. Kadi for their help during the field work and the preparation of the herbarium specimens. We also acknowledge the following persons for their assistance with identifications: P. Zen of the *Caulerpa* specimens, A. Kadi and Dr. L. Hillis-Colinvaux of the genus *Halimeda*, Mr. E. Verheij of the *Corallinaceae*, Mr. A.M. Hatta of *Gelidium*, *Gelidiella* and *Ceratodictyon*, Prof. Dr. I.A. Abott of *Gracilaria* and *Hydropuntia* (the latter as *Polycavernosa*), several Rijksherbarium staff members and Dr. P. Goetghebeur of the Angiosperms.

#### SELECTED BIBLIOGRAPHY

- BEECKMAN, H., GALLIN, E. & COPPEJANS, E. 1990. Indirect gradient analysis of the mangal formation of Gazi Bay (Kenya). — *Silva Gandavensis*, **54** : 57-72.
- BØRGESEN, F. 1935. A list of marine algae from Bombay. — *K. Danske Vidensk. Selsk. Skr. (Biol.)*, **12**(2) : 1-64.
- BØRGESEN, F. 1937. Contributions to a South Indian marine algal flora 1. — *J. Ind. Bot. Soc.*, **16**(6) : 1-57.
- BØRGESEN, F. 1937. Contributions to a South Indian marine algal flora 2. — *J. Ind. Bot. Soc.*, **16**(6) : 311-357.
- BØRGESEN, F. 1938. Contributions to a South Indian marine algal flora 3. — *J. Ind. Bot. Soc.*, **17**(1) : 205-242.
- CHAPMAN, V.J. 1975. Mangrove vegetation. — Cramer Lehre. 425 pp.
- COPPEJANS, E. & PRUD'HOMME VAN REINE W.F. 1989a. Seaweeds of the Snellius-II Expedition. Chlorophyta : Caulerpales (except *Caulerpa* and *Halimeda*). — *Blumea*, **34** : 119-142.
- COPPEJANS, E. & PRUD'HOMME VAN REINE W.F. 1989b. Seaweeds of the Snellius-II Expedition. Chlorophyta : Dasycladales. — *Neth. J. Sea Res.*, **23**(2) : 123-129.
- COPPEJANS, E. & PRUD'HOMME VAN REINE W.F. 1990. A note on *Rhipilia nigrescens* Coppejans & Prud'homme van Reine (Chlorophyta). — *Blumea*, **35** : 261-262.
- CORDERO, P.A. 1981. Studies on Philippine marine red algae. — *N. Mus. Philippines*, 1-258.
- CRIBB, A.B. 1983. Marine algae of the Southern Great Barrier Reef. — *Australian Coral Reef Soc. Handb.*, **2**, Brisbane.

- DAWSON, E.Y. 1944. The marine algae of the Gulf of California. — *Allan Hancock Found. Publ.*, 3 : 189-453.
- DAWSON, E.Y. 1954. Marine plants in the vicinity of Nha Trang, Viet Nam. — *Pac. Sci.*, 8(4) : 373-470.
- DAWSON, E.Y. 1956. Some marine algae of the Southern Marshall Islands. — *Pac. Sci.*, 10 : 25-66.
- DAWSON, E.Y. 1957a. An annotated list of marine algae from Eniwetok Atoll, Marshall Islands. — *Pac. Sci.*, 11 : 92-132.
- EGEROD, L.E. 1971. Some marine algae from Thailand. — *Phycologia*, 10 : 121-142.
- EGEROD, L.E. 1974. Report of the marine algae collected on the fifth Thai-Danish Expedition of 1966 : Chlorophyceae and Phaeophyceae. — *Bot. Mar.*, 17 : 130-157.
- EGEROD, L.E. 1975. Marine Algae of the Andaman Sea Coast of Thailand : Chlorophyceae. — *Bot. Mar.*, 18 : 41-66.
- EISSES, J. 1953. Seaweeds in the Indonesian trade. — *Indonesian J. Natur. Sci.*, 109 : 41-56.
- GEPP, A. & GEPP, E.S. 1911. The Codiaceae of the Siboga Expedition including a monograph of Flabellariaceae and Udotea. — *Siboga Expeditie*, 62 : 150 pp., 22 pl. Leiden.
- GILBERT, W.J. & DOTY, M.S. 1969. Some additional records of Philippine Marine Chlorophyta. — *Micronesica*, 5 : 121-130.
- GRUNOW, A. 1874. Algae der Fidschi-, Tonga-, und Samoa-Inseln, gesamt mit von Dr. A. Graeffe. — *J. Mus. Godeffroy*, 3 : 23-50.
- HATTA, A.M. & PRUD'HOMME VAN REINE, W.F. 1991. Taxonomic revision of Indonesian Gelidiales (Rhodophyta). — *Blumea*, 35 : in press.
- HILLIS-COLINVAUX, L. 1980. Ecology and Taxonomy of Halimeda : Primary producer of coral reefs. — *Adv. Mar. Biol.*, 17 : 1-327.
- LAWSON, G.W. & JOHN, D.M. 1987. The marine algae and coastal environment of tropical West Africa. — Cramer, Berlin, vi + 415 pp.
- LEWIS, J.A. 1984. Checklist and bibliography of benthic marine macro algae recorded from northern Australia. 1. Rhodophyta. — Dept. of Defence, report MRL-R-912, Melbourne, Victoria. 97 pp.
- LEWIS, J.A. 1985. Checklist and bibliography of benthic marine macro algae recorded from northern Australia. 2. Phaeophyta. — Dept. of Defence, report MRL-R-962, Melbourne, Victoria. 40 pp. (+ 3).
- LEWIS, J.A. 1987. Checklist and bibliography of benthic marine macro algae recorded from northern Australia. 3. Chlorophyta. — Dept. of Defence, report MRL-R-1063, Melbourne, Victoria. 55 pp.
- LEWIS, J.E. & NORRIS, N.J. 1987. A history and annotated account of the benthic marine algae of Taiwan. — *Smiths. Contrib. Mar. Sci.*, 29 : 30 pp.
- MACNAE, W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swampy and forests in the Indo-West-Pacific region. — *Adv. Mar. Biol.*, 6 : 73-269.
- MEÑEZ, E.G. 1961. The marine algae of the Hundred Islands, Philippines. — *Philipp. J. Sci.*, 90 : 37-86.
- MOOSA, M.K., KASTORO, W. & ROMINOHTORTO, K. 1980. Alga Bantik. — In : Berberapa biota laut di perairan Indonesia. Buku No. IV. Jakarta, p. 4-29.

- SILVA, P.C., MEÑEZ, E.G. & MOE, R.L. 1987. Catalog of the benthic marine algae of the Philippines. — *Smiths. Contrib. Mar. Sci.*, **27** : 1-179.
- SOEGIARTO, A. 1978. Indonesian seaweed resources : their utilization and management. — *In* : Proc. Int. Seaweed Symp. **9** : 463-471.
- TANAKA, J. & CHIHARA, M. 1988. Macroalgae in Indonesian mangrove forests. — *Bull. Nat. Sci. Mus. (Tokyo)*, Ser. B, **14** : 93-106.
- TAYLOR, W.R. 1943. Marine algae from Haiti collected by H.H. Bartlett in 1941. — *Pap. Mich. Acad. Sci.*, **28** : 143-163.
- TAYLOR, W.R. 1950. Plants of Bikini and other Northern Marshall Islands. — Univ. Michigan Press, Ann Arbor : 218 pp., 79 pl.
- TAYLOR, W.R. 1960. Marine algae of the Eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. — Ann Arbor.
- TRONO, G.C. Jr. 1968. The marine benthic algae of the Caroline Islands. 1. Chlorophyta and Cyanophyta. — *Micronesica*, **4**(2) : 1-206.
- TRONO, G.C. Jr. 1968. The marine benthic algae of the Caroline Islands. 2. Phaeophyta and Rhodophyta. — *Micronesica*, **5**(1) : 25-119.
- TRONO, G.C. Jr. 1972. Notes on some marine algae in the Philippines. — Kalikasan. — *Philipp. J. Biol.*, **1** : 126-147.
- TRONO, G.C. Jr. & DE LARA, A. 1981. Some marine benthic algae from Cabra and Lubang Islands, occidental Mindoro Philippines. — *Nat. Appl. Sci. Bull.*, **33**(1-2) : 1-49.
- TSUDA, R.T. 1972. Marine benthic algae of Guam. I. Phaeophyta. — *Micronesica*, **8** : 87-115.
- VANNAJAN, S. & TRONO, G.C. Jr. 1977. The marine benthic algae of Manila Bay. 1. Cyanophyta and Chlorophyta. — *Kalikasan*, **6** : 33-46.
- VANNAJAN, S. & TRONO, G.C. Jr. 1978. The marine benthic algae of Manila Bay. 2. Phaeophyta and Rhodophyta. — *Kalikasan*, **7** : 7-30.
- VELASQUEZ, G.T., TRONO, G.C. & DOTY, M.S. 1975. Algal species reported from the Philippines. — *Philipp. J. Sci.*, **101** : 115-169.
- WEBER-VAN BOSSE, A. 1921. Liste des algues du Siboga, 2. — *Siboga-Expeditie* **54**,b : 187-310.
- WEBER-VAN BOSSE, A. 1926. Algues de l'expédition danoise aux îles Kei. — *Vidensk. Medd. Dansk. Naturh. Foren.*, **81** : 57-155.
- WEBER-VAN BOSSE, A. 1928. Liste des algues du Siboga, 4. — *Siboga-Expeditie* **54**,d : 393-533.
- WOMERSLEY, H.B.S. & BAILEY, A. 1970. Marine algae of the Solomon Islands. — *Phil. Trans. Roy. Soc. B. Biol. Sci.*, **259** : 257-352.
- ZANEVELD, J.S. 1950. A review of three centuries of phycological work and collectors in Indonesia (1650-1950). — O.S.R.-publ. **21** : 1-16.

**Séance du 26 mars 1991**

---

**Zitting van 26 maart 1991**

## Séance du 26 mars 1991

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur, M. F. De Meuter, assisté de Mme L. Peré-Claes, secrétaire des séances.

*Sont en outre présents* : MM. I. Beghin, G. Boné, J. D'Hoore, J. Jadin, J. Mortelmans, H. Nicolaï, R. Tavernier, P. Van der Veken, J. Van Riel, membres titulaires ; MM. M. De Dapper, A. de Scoville, R. Dudal, J.-P. Gosse, A. Lawalrée, D. Le Ray, J.-C. Micha, C. Schyns, L. Soyer, G. Stoops, membres associés ; M. F. Malaisse, membre correspondant ; M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

*Absents et excusés* : MM. P. Benoit, J. Boly, J. Bouharmont, M. Deliens, M. De Smet, C. Fieremans, R. Frankart, P. Gigase, P. Gourou, J.-M. Henry, P. G. Janssens, M. Lechat, J. Lepersonne, J. Opsomer, P. Raucq, M. Reyniers, A. Saintraint, J. Semal, Ch. Susanne, J.-J. Symoens, C. Sys, E. Tollens, R. Vanbreuseghem, H. Vis, M. Wéry.

### Décès de M. Max Poll

Le Directeur annonce le décès de M. Max Poll, membre associé honoraire, survenu à Uccle le 13 mars 1991.

Il retrace brièvement la carrière scientifique du défunt.

La Classe désigne M. P. Basilewsky pour rédiger l'éloge de M. Poll.

### Décès de M. René Devignat

Le Directeur annonce le décès de M. René Devignat, membre associé honoraire, survenu à Moha le 21 mars 1991.

Il retrace brièvement la carrière scientifique du défunt.

La Classe désigne M. G. Boné pour rédiger l'éloge de M. Devignat.

### L'étude des Santalaceae de l'Afrique Centrale

M. A. Lawalrée présente une étude à ce sujet.

MM. P. Van der Veken, J.-C. Micha, I. Beghin, H. Nicolaï et F. Malaisse interviennent dans la discussion.

La Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 201-211).



## Zitting van 26 maart 1991

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de directeur, de H. F. De Meuter, bijgestaan door Mevr. L. Peré-Claes, secretaris der zittingen.

*Zijn bovendien aanwezig* : De HH. I. Beghin, G. Boné, J. D'Hoore, J. Jadin, J. Mortelmans, H. Nicolaï, R. Tavernier, P. Van der Veken, J. Van Riel, werkende leden ; de HH. M. De Dapper, A. de Scoville, R. Dudal, J.-P. Gosse, A. Lawalrée, D. Le Ray, J.-C. Micha, C. Schyns, L. Soyer, G. Stoops, geassocieerde leden ; de H. F. Malaisse, corresponderend lid ; de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. P. Benoit, J. Bolyn, J. Bouharmont, M. Deliens, M. De Smet, C. Fieremans, R. Frankart, P. Gigase, P. Gourou, J.-M. Henry, P. G. Janssens, M. Lechat, J. Lepersonne, J. Opsomer, P. Raucq, M. Reynders, A. Saintraint, J. Semal, Ch. Susanne, J.-J. Symoens, C. Sys, E. Tollens, R. Vanbreuseghem, H. Vis, M. Wéry.

### Overlijden van de H. Max Poll

De Directeur meldt het overlijden van de H. Max Poll, eregeassocieerd lid, overkomen te Ukkel op 13 maart 1991.

Hij schetst in het kort de wetenschappelijke carrière van de overledene.

De Klasse duidt de H. P. Basilewsky aan om de lofrede van de H. Poll op te stellen.

### Overlijden van de H. René Devignat

De Directeur meldt het overlijden van de H. R. Devignat, eregeassocieerd lid, overkomen te Moha op 21 maart 1991.

Hij schetst in het kort de wetenschappelijke carrière van de overledene.

De Klasse duidt de H. G. Boné aan om de lofrede van de H. Devignat op te stellen.

### «L'étude des Santalaceae de l'Afrique Centrale»

De H. A. Lawalrée stelt een studie over dit onderwerp voor.

De HH. P. Van der Veken, J.-C. Micha, I. Beghin, H. Nicolaï en F. Malaisse komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 201-211).

### **Transmission mère-enfant du virus HIV**

Une étude à ce sujet a été présentée par Mme S. Sprecher-Goldberger à la séance du 26 février 1991.

La Classe désigne MM. F. De Meuter et P. Piot en qualité de rapporteurs.

### **Concours annuel 1993**

La Classe arrête comme suit le texte des troisième et quatrième questions du Concours :

*Troisième question* : On demande une étude originale sur la pathogénèse d'une maladie d'une plante cultivée des pays chauds.

*Quatrième question* : On demande une étude originale concernant les macro-mycètes tropicaux.

### **Bibliothèque africaine**

La Bibliothèque africaine est à nouveau accessible, rue Belliard 65, 1040 Bruxelles, de 9 h 00 à 16 h 30.

La séance est levée à 16 h 10.

**«Transmission mère-enfant du virus HIV»**

Een studie over dit onderwerp werd op de zitting van 26 februari 1991 voorgesteld door Mevr. S. Sprecher-Goldberger.

De Klasse duidt de HH. F. De Meuter en P. Piot als verslaggevers aan.

**Jaarlijkse wedstrijd 1993**

De Klasse stelt als volgt de tekst van de derde en vierde vragen van de Wedstrijd 1993 vast :

*Derde vraag* : Men vraagt een oorspronkelijke studie over de pathogenese van een ziekte van een gecultiveerde plant van de warme landen.

*Vierde vraag* : Men vraagt een oorspronkelijke studie over tropische macro-myceten.

**Afrikaanse Bibliotheek**

De Afrikaanse Bibliotheek is weer toegankelijk, Belliardstraat 65, 1040 Brussel, van 9 h 00 tot 16 h 30.

De zitting wordt gegeven te 16 h 10.

## L'étude des Santalaceae de l'Afrique centrale \*

par

A. LAWALRÉE \*\*

MOTS-CLÉS. — Botanique ; Burundi ; Rwanda ; Santalaceae ; Zaïre.

RÉSUMÉ. — En 1948, on recensait pour l'Afrique centrale (Zaïre, Rwanda, Burundi) 10 *Santalaceae* : 1 *Osyris* et 9 *Thesium* ; on considérait qu'*Okoubaka*, dont on connaissait un taxon au Zaïre, relevait des *Octoknemaceae*. Depuis, *Okoubaka* a été classé dans les *Santalaceae*. On connaît aujourd'hui de la diton quelque 45 *Santalaceae* : 2 *Okoubaka*, 1 *Osyris*, 1 *Osyridicarpos* et quelque 41 *Thesium*. Leur situation évolutive est étudiée. *Okoubaka* et *Osyris* semblent originaires d'Asie ; *Osyridicarpos* et *Thesium*, d'Afrique du Sud. Nonobstant l'ampleur des progrès réalisés, il reste beaucoup de choses inconnues sur les *Santalaceae* de l'Afrique centrale, souvent même des choses élémentaires. Il en est de même pour maints groupes végétaux dans tous les pays. La systématique végétale est loin d'être terminée. Les responsables de la politique scientifique devraient favoriser ce domaine des recherches botaniques.

SAMENVATTING. — *De studie van de familie Santalaceae van Midden-Afrika.* — In 1948 telde men in Midden-Afrika (Zaïre, Rwanda, Burundi) 10 *Santalaceae* : 1 *Osyris* en 9 *Thesium* ; men beschouwde *Okoubaka*, waarvan één taxon bekend was in Zaïre, als behorende tot de *Oktoknemaceae*. Sindsdien werd *Okoubaka* in de *Santalaceae* geklasseerd. In het onderzoeksgebied kent men nu ongeveer 45 *Santalaceae* : 2 *Okoubaka*, 1 *Osyris*, 1 *Osyridicarpos* en ongeveer 41 *Thesium*. Hun ontwikkelings-toestand wordt bestudeerd. *Okoubaka* en *Osyris* lijken afkomstig uit Azië ; *Osyridicarpos* en *Thesium* uit Zuid-Afrika. Niettegenstaande de omvang van de geboekte vooruitgang, blijft er nog veel onbekend over de *Santalaceae* van Midden-Afrika, dikwijls zelfs elementaire dingen. Hetzelfde geldt voor vele plantengroepen in alle landen. De plantensystematiek is verre van voltooid. De verantwoordelijken voor de wetenschappelijke politiek zouden dit domein van het plantenonderzoek meer moeten steunen.

SUMMARY. — *The study of the Santalaceae of Central Africa.* — In 1948, 10 *Santalaceae* were counted in Central Africa (Zaire, Rwanda, Burundi) : 1 *Osyris* and 9 *Thesium* ; it was thought that *Okoubaka*, of which a taxon was known in Zaire, was part of the *Octoknemaceae*. Since then, *Okoubaka* has been classified in the *Santalaceae*. At present we know some 45 *Santalaceae* : 2 *Okoubaka*, 1 *Osyris*, 1

\* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 26 mars 1991.

\*\* Membre associé honoraire de l'Académie ; Avenue Van Elderen 3, B-1160 Bruxelles (Belgique).

*Osyridicarpos*, and some 41 *Thesium*. Their place in evolution is studied. *Okoubaka* and *Osyris* seem to have originated in Asia, *Osyridicarpos* and *Thesium* in South Africa. Despite the great progress made, there are many things — often elementary — that remain unknown about the *Santalaceae* of Central Africa, this situation being similar for many vegetal groups in any country. Vegetal systematics is far from being finished, and those responsible for scientific policy should favour this branch of botanical research.

### 1. Historique des recherches sur les Santalaceae de l'Afrique centrale

Il y aura bientôt cinquante ans que j'ai commencé à m'intéresser aux Santalaceae de l'Afrique centrale (Zaïre, Rwanda, Burundi). En 1943, Walter Robyns m'offrit d'étudier cette famille avec lui. Notre collaboration aboutit à publier en 1944 une revision des *Thesium* du Congo belge (on n'en connaissait pas du Ruanda-Urundi) et à rédiger le texte de la famille des Santalaceae pour le premier volume de la «Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi» (1948). Avant nous, les botanistes n'avaient signalé de ces pays comme Santalaceae qu'une espèce d'*Osyris* (sous plusieurs noms) et trois de *Thesium* : *T. doloense* Pilger, *T. filipes* A. W. Hill et *T. wittei* De Wildeman et Staner. Nous ajoutâmes six espèces de *Thesium*, nouvelles pour la science et regardées comme endémiques. Pour le genre *Thesium*, le matériel d'herbier de la dition alors disponible était de 29 spécimens ; cinq des nouvelles espèces n'étaient représentées chacune que par un unique spécimen.

Dans le premier volume de la «Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi», J. Louis et J. Léonard traitèrent les Octoknemaceae. Dans cette famille figurait le genre *Okoubaka* qui n'avait été connu jusqu'en 1947 que par un seul taxon, *O. aubrevillei* Pellegrin et Normand, de la Côte-d'Ivoire et du Ghana. La «Flore» en signalait une variété, le var. *glabrescentifolia* J. Léonard.

Le premier volume de la «Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi» suscita un renouveau d'intérêt chez les observateurs de terrain. Aussi, J. Léonard et Troupin purent-ils décrire en 1950 une nouvelle espèce d'*Okoubaka* fondée sur des échantillons et des notes de Michelson.

Les *Thesium* aussi attirèrent l'attention de plusieurs récolteurs. Ainsi, Paul Duvigneaud en recueillit un abondant matériel, notamment sur les sols métallifères du Katanga, et André Schmitz voua à ce genre une sollicitude spéciale aux alentours d'Élisabethville. Début 1952, Schmitz me fit part d'observations personnelles sur les espèces de cette région, notamment sur leur parasitisme, observations qui, si incomplètes qu'elles soient, demeurent les seules dont je dispose sur cette question.

Les herbiers nouveaux permirent à ROBYNS & LAWALRÉE (1950) de décrire 3 espèces nouvelles de *Thesium* (subsect. *Subglabra*) du Katanga et à LAWALRÉE (1950) de signaler au Congo belge 2 espèces connues de pays voisins : *T. atrum* A. W. Hill et *T. ussanguense* Engler (détermination erronée).

Durant la décennie qui suivit, le Jardin botanique de Bruxelles reçut pas mal d'échantillons nouveaux de *Thesium* centrafricains qui permirent une nouvelle mise au point : ROBYNS & LAWALRÉE (1961) proposèrent une clé pour déterminer les 25 espèces, dont 12 nouvelles pour la science, qu'ils reconnaissaient pour le Congo belge et le Ruanda-Urundi. Ils signalaient pour la première fois des *Thesium* au Rwanda et au Burundi, ainsi que la présence dans la dition de la section *Frisea* Reichenb. Cette section était représentée par 1 spécimen du Shaba (coll. Schmitz), 2 du Rwanda (coll. Michel, Troupin) et 4 du Burundi (coll. Michel, Reed, Van der Ben), soit au total 7 spécimens rangés dans 4 espèces nouvelles pour la science et endémiques. Dans le même article, Robyns et Lawalrée décrivaient 4 espèces nouvelles de la section *Thesium* sous-section *Fimbriata* A. W. Hill, dont on ne connaissait auparavant qu'une espèce (*T. filipes*) pour la dition, ainsi que 4 espèces nouvelles de la sous-section *Subglabra* A. W. Hill, ce qui portait à 16 le nombre des espèces de cette sous-section connues pour le territoire considéré.

Depuis 1961, beaucoup de spécimens de *Thesium* ont été recueillis, entre autres au Burundi par Lewalle et par Reekmans, au Shaba par Lisowski, Malaisse et Symoens. En 1969, j'ai signalé la présence au Shaba de *T. subaphyllum* Engler et d'une espèce nouvelle, *T. malaissei*, tous deux de la sous-section *Fimbriata*. En 1970, j'ai décrit du Shaba, où W. Robyns et A. Schmitz l'avaient recueillie indépendamment l'un de l'autre, une espèce nouvelle de la sous-section *Subglabra* : *T. pawlowskianum*. Enfin, en 1985 j'ai décrit d'Afrique centrale 10 espèces nouvelles de la sous-section *Fimbriata*.

Par ailleurs, Lisowski, Malaisse et Symoens ont ajouté à la Flore de l'Afrique centrale un genre nouveau de Santalaceae en trouvant au Shaba *Osyridicarpos schimperianus* (Hochst.) A. DC. ; on devait s'attendre à cette découverte, étant donné l'aire générale de cette espèce.

Les dernières revisions exhaustives de Santalaceae d'Afrique ont paru en 1911, lorsque J. G. Baker et A. W. Hill ont traité cette famille dans le «Flore of Tropical Africa», signalant entre autres 52 espèces de *Thesium*, et en 1915 dans le «Flora Capensis», où A. W. Hill distingua 128 espèces de *Thesium*, dont 4 seulement (*T. goetzeanum* Engler, *T. palliolatum* A. W. Hill, *T. resoides* A. W. Hill et *T. zeyheri* A. DC.) étaient connues aussi du territoire couvert par le «Flore of Tropical Africa».

Depuis ces travaux fondamentaux, plusieurs auteurs ont décrit des *Thesium* nouveaux de l'Afrique au sud du Sahara, en dehors de l'Afrique centrale.

En 1957, un botaniste suisse qui devait mourir à 36 ans, Hans Ulrich Stauffer (1929-1965), commença ses publications sur les Santalales par établir que le genre *Okoubaka* relevait de la famille des Santalaceae, le genre *Octoknema* de celle des Olacaceae, et qu'ainsi la famille des Octoknemaceae n'avait aucun fondement.

En 1961, le même Stauffer prouva que le genre *Osyris* ne comportait que 2 espèces, dont une seule dans notre dition, et que le genre *Osyridicarpos*

ne comportait qu'une seule espèce, *O. schimperianus*, si proche de certains *Thesium* que la distinction des deux genres ne se justifiait peut-être pas.

## 2. Les Santalaceae de l'Afrique centrale

Alors que la famille des Santalaceae n'était représentée que par 2 genres et 10 espèces dans le premier volume de la «Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi»(1948), on en connaît aujourd'hui de ces pays 4 genres et peut-être 41 espèces. Passons-les en revue.

### A. TRIBU DES SANTALEAE (=OSYRIDEAE)

#### a. Genre *Okoubaka* Pellegrin et Normand

Des 3 taxons connus de ce genre, *O. aubrevillei* Pellegrin et Normand var. *aubrevillei* vit dans les forêts équatoriales du Sierra Leone, de Côte-d'Ivoire, du Ghana, du Bénin et du Cameroun. Les deux autres taxons, *O. aubrevillei* var. *glabrescentifolia* J. Léonard et *O. michelsonii* J. Léonard et Troupin sont endémiques du district forestier central du Zaïre, où ils représentent seuls la famille des Santalaceae.

Les *Okoubaka* sont des arbres à feuilles caduques et bien développées. Ils ont en commun avec les autres Santalaceae les caractères du gynécée, la présence d'un faisceau de poils particuliers qui naissent de la face interne de chaque pétale et s'attachent au sommet du dos de l'anthere, et le fait que, par suite de leur parasitisme, ils font dépérir les autres arbres qui poussent près d'eux ; au Zaïre, les indigènes disent en dialecte turumbu d'*O. aubrevillei* var. *glabrescentifolia* qu'il est l'«akushawanga», c'est-à-dire l'arbre qui tue ses voisins ; les étiquettes de plusieurs herbiers le décrivent comme entouré d'une auréole sans ou presque sans végétation ligneuse vivante (herb. Donis 3264, 3265, 3339, 3340 et 3341).

#### b. Genre *Osyris* L.

La seule espèce centrafricaine de ce genre, *O. lanceolata* Hochst. et Steud. (synonyme : *O. quadripartita* Salzm. ex Decaisne), habite les forêts claires, les savanes boisées, les galeries forestières, généralement en des sites secs, entre 1200 et 2450 m d'altitude, dans les districts zaïrois des Lacs Édouard et Kivu et du Haut-Katanga, et dans le district du Ruanda-Urundi au Rwanda et au Burundi. En dehors de la dition, cet arbuste ou petit arbre à feuilles caduques a une grande aire géographique, allant de l'Afrique du Sud via l'Afrique orientale jusqu'en Abyssinie, en Algérie et au Maroc, dans la moitié sud de la péninsule ibérique et aux Baléares, et s'étendant en Asie méridionale jusque dans le sud de la Chine et le Siam.

Il n'existe qu'une seule autre espèce du genre, *O. alba* L., le Rouvet. Celui-ci se trouve dans tout le bassin méditerranéen ; son aire africaine est limitée vers le sud par le Sahara.

Les deux *Osyris* sont des hémiparasites sur racines ; ils sont polyphages et peuvent tuer les plantes qu'ils exploitent.

B. TRIBU DES THESIEAE

c. Genre *Osirydicarpos* A. DC.

Ce genre ne comprend qu'une seule espèce, *O. schimperianus* (Hochst. ex A. Richard) A. DC. Cet arbuste lianiforme de formations ligneuses est connu de quelques localités du Shaba, entre 1100 et 2400 m. Il est largement répandu dans les régions de savanes de l'Afrique orientale, de l'Abyssinie au Cap. On manque de données sur son parasitisme.

d. Genre *Thesium* L.

Le genre *Thesium* est de loin le plus important de la famille des Santalaceae. De ses quelque 300 espèces, 1 est australienne, 2 sont brésiliennes, 24 se rencontrent en Europe (HENDRYCH 1976), environ 80 existent en Afrique inter-tropicale et 150 en Afrique du Sud, les autres étant asiatiques.

Quelque 37 vivent en Afrique centrale. Ces *Thesium* sont vivaces ou annuels. Les premiers sont hémicryptophytes : leurs tiges aériennes se dessèchent en fin de saison et sont souvent détruites par le feu, leurs souches sont vivaces et quelquefois très fortes.

Les *Thesium* centrafricains se rencontrent uniquement dans des formations herbeuses. Au Shaba, il s'agit surtout :

- 1° de pelouses sèches sur sol sablonneux des hauts plateaux (Kundelungu, Bianco, Manika) ;
- 2° de dembos de plateaux, dépressions peu profondes, marécageuses en saison de pluie, au sol sablonneux ou de gravier latéritique couvrant un horizon de latérite souvent en voie de désagrégation (pâte argileuse compacte et imperméable) ;
- 3° de prairies sur argile compacte en bordure des vallées ;
- 4° de pentes rocailleuses à sol superficiel ;
- 5° de collines à sol métallifère vêtues d'une pelouse claire.

Les *Thesium* sont des hémiparasites radicicoles dont la polyphagie est bien connue pour les espèces européennes, qui parasitent surtout des Gramineae et des Papilionaceae. En Tunisie, *T. humile* Vahl, plante annuelle de petite taille, parasite en nature au moins 32 espèces d'Angiospermes appartenant à 13 familles différentes, les unes Dicotylées, les autres Monocotylées ; on a pu la cultiver sur 66 espèces d'Angiospermes relevant de 23 familles distinctes (CHABROLIN 1935).

Aux environs d'Élisabethville, Schmitz a observé des suçoirs de *Thesium* parasitant des racines d'Asteraceae (*T. bequaertii* Robyns et Lawalrée sur *Melanthera brownii* Sch.-Bip.), de Cyperaceae [*T. schweinfurthi* Engler sur



*Lipocarpha albiceps* Ridl., *T. quarrei* Robyns et Lawalrée sur *Fimbristylis complanata* (Retz.) Link], de Gramineae [*T. bequaertii* sur *Hyparrhenia cymbaria* (L.) Stapf, *T. quarrei* sur *Alloteropsis semialata* (R. Brown) Hitchc. var. *ecklonii* (Eyles) Stapf et sur *Tristachya* sp., *T. schweinfurthii* sur *Setaria angustifolia* Stapf et sur *Tristachya* sp., *T. sp.* sur *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf et sur *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv.] et de Lamiaceae [*T. quarrei* sur *Ocimum hockii* (De Wildeman) Robyns et Lebrun].

Schmitz a distingué trois modes de rencontre entre la racine d'un *Thesium* et celle d'un hôte :

- Dans le premier mode, la racine du *Thesium* longe celle de l'hôte sur une certaine longueur et lui enfonce des suçoirs séparés par des intervalles et peu volumineux ;
- Dans le deuxième mode, la racine du *Thesium* croise celle de l'hôte et forme autour de celle-ci une nodosité plus ou moins sphérique qui se déchire au moindre effort ;
- Dans le troisième mode, la racine du *Thesium* devient épaisse et englobe celle de l'hôte.

Les racines des *Thesium* émettent, sans montrer de géotropisme, de nombreuses ramifications dans tous les sens. Seules leurs parties jeunes peuvent s'unir à des racines-hôtes, qui doivent être jeunes elles aussi. Comme ces racines-hôtes ne peuvent fournir chacune que peu de sève par rapport au développement important de certains individus de *Thesium*, ceux-ci doivent parasiter de nombreuses racines-hôtes et finalement tuent les plantes qu'ils exploitent. Souvent, autour d'un *Thesium* de petite taille, les plantes parasitées sont moins vigoureuses et fleurissent peu, et les *Thesium* âgés sont entourés d'une aire dénudée pouvant atteindre 50 cm de diamètre et même davantage, dans laquelle on trouve des restes de plantes mortes.

En Afrique centrale, le genre *Thesium* est représenté par trois divisions infragénériques :

a) Pour la section *Frisea* Reichenb., aujourd'hui que je dispose de 19 spécimens d'herbier de la dition, je n'y reconnais qu'une seule espèce, *T. schweinfurthii* Engler (synonymes : *T. caepitosum*, *T. schmitzii*, *T. sphaerocarpum* et *T. urundiense* Robyns et Lawalrée). Cette espèce est connue du Shaba, du Rwanda et du Burundi ainsi que de toute l'Afrique orientale du Sudan et de l'Abyssinie jusqu'au Nyasaland.

b) La section *Thesium* sous-section *Fimbriata* A. W. Hill, représentée dans le premier volume de la «Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi» par le seul *T. filipes* connu alors par 8 spécimens d'herbier, est représentée aujourd'hui dans notre dition par 17 espèces connues par 72 spécimens d'herbier. Ces espèces ont des fleurs sessiles, disposées en épis et pourvues

chacune d'une bractée sous-tendante et de 2 bractéoles. Quatre espèces, vivaces, ont des feuilles bien visibles, longues de 5-30 mm et plus ou moins étalées (*T. robynii* Lawalrée, *T. lewallei* Lawalrée, *T. passerinoides* Robyns et Lawalrée et *T. malaissei* Lawalrée). Les autres ont des feuilles réduites à des écailles longues de 1-3,5 mm et si étroitement appliquées contre la tige qu'elles en sont presque invisibles. Ces dernières espèces sont soit vivaces, produisant chaque année plusieurs tiges par souche, soit annuelles et n'ayant qu'une tige. Parmi les espèces annuelles, les cotylédons persistent toute la vie de la plante au moins chez *T. amicum* Lawalrée, *T. subaphyllum* Engler, *T. lisowskii* Lawalrée et *T. symoensii* Lawalrée ; ces cotylédons sont linéaires, longs de 9-30 mm, étalés. Deux espèces annuelles, *T. annuum* Lawalrée et *T. subaphyllum* Engler, ont leur tige ailée.

c) La section *Thesium* sous-section *Subglabra* A. W. Hill est connue d'Afrique centrale par de nombreux spécimens d'herbier relevant peut-être de 19 espèces. Ces plantes ont des fleurs terminales entourées d'un involucre de 4 ou 5 bractéoles. Toutes sont vivaces et beaucoup peuvent former des souches très épaisses. Leur étude est en cours.

Comme maints autres genres, *Thesium* groupe des espèces à vaste aire géographique et d'autres dont l'aire est très restreinte.

### 3. Position phylogénétique des Santalaceae d'Afrique centrale

*Okoubaka* et *Osyris* appartiennent à la tribu des Santalaceae et peuvent être considérés comme primitifs au sein de la famille puisque leurs fleurs possèdent un disque, leur port est arborescent et leurs feuilles sont grandes et penninerves.

Par ses caractères organographiques et par l'anatomie de son bois, le genre *Okoubaka* est très proche du genre *Scleropyrum* Arnott, qui comprend six espèces, toutes de l'Indo-Malaisie. Vu son aire géographique, *Okoubaka* s'est sans doute différencié très anciennement, en Afrique équatoriale, à partir d'une souche silvicole d'origine asiatique.

*Osyris* a, lui aussi, une origine probablement asiatique, mais s'est adapté à des territoires différents.

Tout porte à croire que le genre *Thesium* est né en Afrique du Sud : c'est là qu'on trouve le plus grand nombre d'espèces, le plus grand nombre de différenciations (p.ex. des espèces à feuilles épineuses telles *T. spinosum* L. f. ou à rameaux épineux comme *T. horridum* Pilger et *T. hystricoides* A. W. Hill, des espèces à feuilles succulentes telles *T. elatius* Sond.) ; on y trouve aussi les états de caractères les plus primitifs du genre : port arbustif (*T. angulosum* A. DC., *T. euphorbioides* L., *T. fruticosum* A. W. Hill...), feuilles bien développées (*T. euphorbioides*), etc. Par contre, peut-être aucun *Thesium* sud-africain n'est-il annuel ; il faudrait toutefois vérifier ce point, notamment

pour *T. polygaloides* A. W. Hill et pour *T. spinulosum* A. DC. dont je n'ai vu que du matériel d'herbier incomplet.

De l'Afrique du Sud, le genre a migré dans le reste de son aire en formant de nouvelles espèces ; celles-ci sont presque toutes des plantes herbacées vivaces, comme la grande majorité des *Thesium* d'Afrique centrale. Plus tard se sont différenciées des espèces annuelles, à racine pivotante peu importante et à radicules très grêles, et cela dans deux lignées : a) dans le bassin méditerranéen, un phylum de la section *Imberbia* a formé *T. humile*, à feuilles bien développées et à cotylédons apparemment persistants ; b) en Afrique centrale et dans les pays voisins, au sein de la section *Thesium* sous-section *Fimbriata*, dans une lignée, les feuilles se sont réduites au point de ne plus pouvoir assurer une synthèse chlorophyllienne suffisante, ce qu'a pallié sans doute chez beaucoup d'espèces la présence de chlorophylle dans tout le corps végétatif ; certaines de ces espèces sont annuelles à racine pivotante peu importante et à radicules très grêles.

Est-ce pour pallier davantage l'insignifiance de leurs feuilles que, chez certaines au moins des espèces annuelles de ce second phylum, les cotylédons persistent jusqu'à la dissémination des akènes, et que chez deux espèces au moins (*T. annuum* et *T. subaphyllum*) la tige a pris des ailes vertes ?

Quant à *Osyridicarpos schimperianus*, il s'est différencié à partir d'un *Thesium* sud-africain primitif, puisqu'il est ligneux et qu'il possède des feuilles assez développées.

#### 4. Questions non résolues

De grands progrès ont été réalisés durant les cinquante dernières années, mais il reste beaucoup à découvrir ou à vérifier concernant les Santalaceae de l'Afrique centrale.

Il se pourrait, d'une part, que l'on trouve encore dans la dition des espèces nouvelles pour la science ou pour le territoire, d'autre part, que des espèces décrites de celui-ci se révèlent synonymes d'espèces décrites des pays voisins. La répartition géographique des divers taxons devra être mieux établie. Il est curieux que l'on ne connaisse de *Thesium* ni du district de l'Ubangui-Uele, ni de celui du Lac Albert, au Zaïre, alors qu'on en a observés en République centrafricaine et au Soudan, à peu de distance du Zaïre.

On n'a établi le nombre chromosomique pour aucune Santalacée centrafricaine. Pour le genre *Osyris*, le seul comptage que je connaisse se rapporte à un *O. alba* provenant des environs de Montpellier ( $2n =$  vraisemblablement 40). Pour le genre *Thesium*, les comptages, effectués essentiellement sur des plantes européennes, donnent plusieurs nombres de base :  $n = 4, 6, 7, 10$  et 13.

Quelques observations de Schmitz sur quelques *Thesium* des environs de Lubumbashi, tous vivaces, c'est tout ce qui existe sur le parasitisme des

Santalaceae de l'Afrique centrale. Aucune étude, par exemple, n'a été réalisée sur les connexions anatomiques entre ces plantes et leurs victimes. L'identité même de celles-ci reste presque totalement inconnue.

Nous ne savons rien du mode de pollinisation des Santalaceae de l'Afrique centrale. En Europe, on a signalé de la cleistogamie chez des *Thesium*. Quel est le rôle du faisceau de poils particuliers qui partent de la face interne des pétales et s'attachent au sommet de la face dorsale des anthères? Ces poils, ignorés de beaucoup d'auteurs, existent chez presque toutes les Santalacées. En Afrique, ils existent chez *T. penicillatum* A. W. Hill, mais ne s'y attachent pas aux anthères et ils manquent chez la section *Annulata* A. W. Hill du genre *Thesium*, qui groupe une quinzaine d'espèces d'Afrique du Sud; ils existent et s'attachent aux anthères chez toutes les autres espèces.

Nous manquons aussi de toute étude sur le chimisme des Santalaceae de l'Afrique centrale. Certains *Thesium* noircissent lors de leur dessiccation, à la façon de diverses Scrophulariaceae hémiparasites sur racines. En Tunisie, les feuilles des *Thesium humile* qui parasitent *Triticum aestivum* L. (= *T. vulgare* Vill.) sont riches en concrétions de silice, alors qu'on n'en trouve pas trace dans les *T. humile* qui parasitent des Papilionaceae [*Medicago ciliaris* (L.), All., *Vicia faba* L.]. La présence de certaines substances chimiques pourrait être en relation avec ce qu'a noté Schmitz aux environs d'Élisabethville : aucun herbivore n'y broute les *Thesium*.

Schmitz encore, ayant observé que les *Thesium* sont souvent accompagnés de nids de fourmis, s'est demandé si ces insectes n'étaient pas des agents de dissémination des akènes. Le stipe de l'akène ne jouerait-il pas chez certains *Thesium* le rôle d'un éléosome? Par ailleurs, aucune observation n'a été faite concernant la durée du pouvoir germinatif des akènes des *Thesium* centrafricains.

Les Santalaceae peuvent être, eux aussi, parasités. Chez des *Thesium* centrafricains, des insectes provoquent la transformation des fleurs en galls, et des champignons microscopiques peuvent attaquer les rameaux et les feuilles. Dans les deux cas, nous ignorons tout de l'identité des parasites.

Il serait donc funeste de croire et surtout de proclamer qu'il n'y a plus rien à faire concernant les Santalaceae de l'Afrique centrale. Au contraire, il reste beaucoup de recherches à mener, parfois des plus élémentaires. Cela vaut du reste pour tous les groupes végétaux et même pour tous les pays. Dans le cas étudié, quelque grands qu'aient été les mérites des amateurs et des observateurs occasionnels, les progrès furent surtout l'œuvre de botanistes qui purent se livrer à des recherches approfondies et les continuer pendant plusieurs années. C'est une constatation qu'on pourrait faire dans maints autres cas et qu'il faut rappeler aux responsables de la politique scientifique.

BIBLIOGRAPHIE

- BAKER, J. G. & HILL, A. W. 1911. Santalaceae. — *In* : THISELTON-DYER, W. T. (ed.), *Flora of Tropical Africa*, 6 (sect. 1), pp. 411-434.
- CHABROLIN, C. 1935. Monographie d'une Santalacée : le *Thesium humile*. — Thèses Fac. Sci. Univers. Paris, Sci. Natur., sér. A, 157, n° d'ordre 2437, 130 pp., 18 pl.
- HENDRYCH, R. 1976. *Thesium* in Flora Europaea (1964) and today. — *Preslia*, 48 : 107-112.
- HILL, A. W. 1915. The genus *Thesium* in South Africa, with a key and description of new species. — *Kew Bull.*, 1915 : 1-43, fig. 1-16.
- HILL, A. W. 1915. Santalaceae. — *In* : THISELTON-DYER, W. T. (ed.), *Flora Capensis*, 5 (sect. 2), pp. 135-212.
- LAWALRÉE, A. 1950. Complément à l'étude des *Thesium* du Congo belge. — *Bull. Soc. r. Bot. Belg.*, 83 : 51-53.
- LAWALRÉE, A. 1969. Deux *Thesium* (Santalaceae) du Katanga (Congo-Kinshasa). — *Bull. Jard. bot. nat. Belg.*, 39 : 179-182, 3 fig.
- LAWALRÉE, A. 1970. *Thesium pawlowskianum* sp. nov. (Santalaceae, Congo Kinshasa). — *Fragm. florist. et geobot.*, 16 : 39-41, 1 fig.
- LAWALRÉE, A. 1985. Espèces nouvelles d'Afrique centrale du genre *Thesium* L. sous-section *Fimbriata* A. W. Hill (Santalaceae). — *Bull. Jard. bot. nat. Belg.*, 55 : 17-25.
- LÉONARD, J. & TROUPIN, G. 1950. Observations sur le genre *Okoubaka* Pellegr. et Normand (Octoknemaceae). — *Bull. Jard. bot. État Brux.*, 20 : 11-14, fig. 4.
- LOUIS, J. & LÉONARD, J. 1948. Octoknemaceae. — *In* : Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi, Spermatophytes, 1, pp. 288-293, pl. XXX-XXXI, photo 11.
- PILGER, R. 1935. Santalaceae. — *In* : ENGLER, A., *Die Pflanzenfamilien*, ed. 2, 16b, pp. 52-91, fig. 27-43.
- ROBYNS, W. & LAWALRÉE, A. 1944. Révision des espèces congolaises du genre *Thesium*. — *Bull. Jard. bot. État Brux.*, 17 : 135-148.
- ROBYNS, W. & LAWALRÉE, A. 1948. Santalaceae. — *In* : Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi, Spermatophytes, 1, pp. 294-303, fig. 2, pl. XXXII.
- ROBYNS, W. & LAWALRÉE, A. 1950. Trois *Thesium* nouveaux du Congo belge. — *Bull. Jard. bot. État Brux.*, 20 : 157-160.
- ROBYNS, W. & LAWALRÉE, A. 1961. Nouvelle contribution à l'étude des *Thesium* (Santalaceae) du Congo et du Ruanda-Urundi. — *Bull. Jard. bot. État Brux.*, 31 : 511-528, fig. 57-60.
- STAUFFER, H. U. 1957. Santalales-Studien, I : Zur Stellung der Gattung *Okoubaka* Pellegrin et Normand. — *Ber. schweizer. bot. Gesellsch.*, 67 : 422-427, 1 fig.
- STAUFFER, H. U. 1961. Santalales-Studien, V-VIII. — *Vierteljahrschr. Naturf. Gesellsch. Zürich*, 106 : 387-418, 10 fig.

DISCUSSION

J.-C. Micha. — Les *Thesium* parasites ne sont pas broutés par les herbivores. Est-ce dû à l'existence de substances répulsives? Connait-on ces substances du point de vue biochimique?

**A. Lawalrée.** — Je ne connais pas d'étude sur la question, surtout en ce qui concerne les Santalacées centrafricaines. Pour l'ensemble de la famille, CRONQUIST (*An integrated system of classification of flowering plants*, 1981) dit que ces plantes accumulent des polyacétylènes (avec des acides gras acétyléniques dans les semences et dans les organes végétatifs), sont parfois tannifères (avec des proanthocyanines), mais ne possèdent ni acide ellagique, ni composés iridoïdes ; elles ne sont ni saponifères ni cyanogéniques ; on y trouve souvent de la silice et de l'oxalate de calcium.

**CLASSE DES SCIENCES TECHNIQUES**

---

**KLASSE VOOR  
TECHNISCHE WETENSCHAPPEN**

## Séance du 25 janvier 1991

(Extrait du procès-verbal)

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

*Sont en outre présents* : MM. F. Bultot, H. Deelstra, I. de Magnée, A. Deruyttere, P. Fierens, G. Froment, Mgr L. Gillon, MM. G. Heylbroeck, A. Lederer, J. Michot, R. Sokal, A. Sterling, R. Tillé, J. Van Leeuw, R. Wambacq, membres titulaires ; MM. P. Beckers, M. De Boodt, A. François, A. Lejeune, W. Loy, J. Roos, U. Van Twembeke, membres associés.

*Absents et excusés* : MM. J. Debevere, J. De Cuyper, P. De Meester, J.-J. Droesbeke, P. Evrard, P. Goossens, A. Jaumotte, L. Martens, A. Monjoie, J.-J. Peters, A. Prigogine, M. Snel, R. Thonnard, W. Van Impe ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

### Éloge de M. René Spronck

Le Directeur accueille les membres de la famille de M. René Spronck, invités à assister à l'éloge du Confrère disparu.

M. A. Lejeune fait ensuite l'éloge du défunt.

La Classe se recueille en souvenir du regretté Confrère.

Le texte de l'éloge paraîtra dans l'*Annuaire* 1991.

### «De doline, een wereldwijd verschijnsel»

M. W. Loy présente une étude à ce sujet.

MM. J. Van Leeuw, J. Roos, R. Sokal, A. Sterling, J. Michot, A. Deruyttere et U. Van Twembeke interviennent dans la discussion.

La Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 219-227).

### «Problemen van havens in ontwikkelde en ontwikkelingslanden»

M. H. Paelinck, directeur général de Van Ommeren Belgique, invité par le Bureau, a présenté une étude à ce sujet à la séance du 30 novembre 1990.

Après avoir entendu les rapports de MM. J. Van Leeuw et F. Suykens, la Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances*.



## Zitting van 25 januari 1991

(Uittreksel van de notulen)

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

*Zijn bovendien aanwezig* : De HH. F. Bultot, H. Deelstra, I. de Magnée, A. Deruyttere, P. Fierens, G. Froment, Mgr. L. Gillon, de HH. G. Heylbroeck, A. Lederer, J. Michot, R. Sokal, A. Sterling, R. Tillé, J. Van Leeuw, R. Wambacq, werkende leden ; de HH. P. Beckers, M. De Boodt, A. François, A. Lejeune, W. Loy, J. Roos, U. Van Twembeke, geassocieerde leden.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. J. Debevere, J. De Cuyper, P. De Meester, J.-J. Droesbeke, P. Evrard, P. Goossens, A. Jaumotte, L. Martens, A. Monjoie, J.-J. Peters, A. Prigogine, M. Snel, R. Thonnard, W. Van Impe ; M. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

### Lofrede van de H. René Spronck

De Directeur verwelkomt de leden van de familie van de H. René Spronck, die uitgenodigd werden de lofrede van de overleden Confrater bij te wonen.

De H. A. Lejeune spreekt vervolgens de lofrede van de overledene uit.

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

De tekst van de lofrede zal verschijnen in het *Jaarboek* 1991.

### De doline, een wereldwijd verschijnsel

De H. W. Loy stelt een studie over dit onderwerp voor.

De HH. J. Van Leeuw, J. Roos, R. Sokal, A. Sterling, J. Michot, A. Deruyttere en U. Van Twembeke komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 219-227).

### Problemen van havens in ontwikkelde en ontwikkelingslanden

De H. H. Paelinck, directeur-generaal van Van Ommeren België, heeft, op uitnodiging van het Bureau, een studie over dit onderwerp voorgesteld tijdens de zitting van 30 november 1990.

Na de verslagen van de HH. J. Van Leeuw en F. Suykens gehoord te hebben, besluit de Klasse deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen*.

### **Symposium sur l'Enfance dans le Tiers Monde**

Le Bureau de l'Académie a décidé de faire écho au discours prononcé par S.M. le Roi Baudouin au Sommet mondial pour les droits de l'enfant, tenu au siège des Nations Unies, à New York, en septembre 1990.

Un Symposium sera organisé, à l'occasion de la Journée Mondiale de l'Enfance, et le haut patronage du Roi y sera sollicité.

Les membres de la Classe disposés à faire partie du Comité organisateur, sont priés d'en faire part au secrétariat de l'Académie. M. P. Fierens accepte dès à présent de faire partie de ce Comité.

### **Réunion IGCP**

#### **«Gold and Platinum in Central Africa»**

Une réunion sur le thème «Gold and Platinum in Central Africa» sera organisée à Bujumbura (Burundi) les 11-13 septembre 1991.

Informations : Prof. W. Pohl

Institute of Geosciences

P.O. Box 3329

D-3300 Braunschweig (Allemagne)

### **Journée Vierendeel**

Le 15 mars 1991, le Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques de l'U.C.L. organise à Louvain-la-Neuve une Journée Vierendeel, avec inauguration d'une exposition Vierendeel, «inventeur» du pont sans diagonales.

La séance est levée à 16 h 30.

### **Symposium over het Kind in de Derde Wereld**

Het Bureau van de Academie heeft besloten gehoor te geven aan de redevoering van Z.M. Koning Boudewijn tijdens de Wereldtop voor de rechten van het kind gehouden op de zetel van de Verenigde Naties te New York in september 1990.

Een Symposium zal georganiseerd worden ter gelegenheid van de Werelddag van het Kind en de hoge bescherming van de Koning zal aangevraagd worden.

De leden van de Klasse die wensen deel uit te maken van het organiserend Comité worden verzocht dit te melden aan het secretariaat van de Academie. De H. P. Fierens aanvaardt reeds deel uit te maken van dit Comité.

### **Vergadering IGCP**

#### **«Gold and Platinum in Central Africa»**

Een vergadering over het thema «Gold and Platinum in Central Africa» zal georganiseerd worden te Bujumbura (Burundi) op 11-13 september 1991.

Informatie : Prof. W. Pohl

Institute of Geosciences

P.O. Box 3329

D-3300 Braunschweig (Duitsland)

### **Vierendeel-Dag**

Op 15 maart 1991 organiseert het «Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques» van de U.C.L. een Vierendeel-Dag te Louvain-la-Neuve, met in-huldiging van een tentoonstelling over Vierendeel, de «uitvinder» van de brug zonder diagonalen.

De zitting wordt geheven te 16 h 30.

## De doline, een wereldwijd verschijnsel \*

door

W. LOY \*\*

TREFWOORDEN. — Doline ; Grondwater ; Karst ; Subsidentie.

SAMENVATTING. — De doline bestaat uit een plaatselijke verzakking van de bodem, die te wijten is aan de oplosbaarheid van de ondergrond. Deze verzakking kan zich ogenblikkelijk voordoen of geleidelijk. Naast de oplosbaarheid van het gesteente, kunnen ook de plaatselijke tektoniek, het klimaat, de lithologie en het karakter van de waterlaag een rol spelen. De intensiteit van de bemaling, hetzij voor waterwinning, hetzij voor mijnbouw, heeft een directe invloed op het karakter van de aquifer. Door de bemaling wijzigt men immers meestal het karakter van een waterlaag : het artesisch karakter wordt freatisch. Zo kan er inderdaad een partieel vacuüm ontstaan tussen het vrije wateroppervlak van de freatische waterlaag en de ondoorlatende afdekking. Dit is een van de voornaamste oorzaken van de doline-vorming. Het is duidelijk dat bij die instortingen enorme schade veroorzaakt wordt aan wegen, leidingen, gebouwen en landbouw. Tegelijk verdwijnen soms grote watermassa's in de ondergrond die niet alleen afkomstig zijn van oppervlaktewater, maar ook van grondwaterlagen of van kunstmatige reservoirs. Daar de vorming van deze sinkholes bijna niet kan voorspeld worden, kan enkel gepoogd worden om die te voorkomen. Het meest aangewezen middel hiervoor bestaat in het slaan van boringen op oordeelkundig gekozen plaatsen. Zo wordt de atmosferische druk hersteld in de ondergrond.

RÉSUMÉ. — *La doline, un phénomène mondial.* — Une doline est un affaissement de terrain très localisé, dû à la solubilité du sous-sol. L'affaissement peut se produire instantanément ou progressivement. Abstraction faite de la solubilité des formations, il y a d'autres catalyseurs : la tectonique locale, le climat, la lithologie et la nature de la nappe aquifère. L'intensité des captages, soit pour les prises d'eau, soit pour l'exploitation minière, a une influence directe sur la nature de la nappe aquifère. Les captages changent souvent la nature de la nappe aquifère : la nappe artésienne devient phréatique. Cela peut créer un vide entre la nappe libre et la couche imperméable sus-jacente. C'est une des causes principales de formation des dolines. Il est évident que ces affaissements sont la cause d'énormes dégâts aux routes, conduites, bâtiments et agriculture. En même temps, de grandes quantités d'eau disparaissent dans le sous-sol, par l'entonnoir de la doline, drainant ainsi l'eau souterraine, l'eau de surface ou

\* Mededeling voorgelegd tijdens de zitting van de Klasse voor Technische Wetenschappen gehouden op 25 januari 1991.

\*\* Geassocieerd lid van de Academie ; Laboratorium voor Hydrogeologie, Instituut voor Aardwetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven, Redingenstraat 16, B-3000 Leuven (België).

l'eau des réservoirs artificiels. Puisque la naissance des dolines ne peut être prévue, il importe de les prévenir. Dans ce but, le moyen le plus efficace est d'empêcher la création d'un vide en réalisant quelques forages, judicieusement localisés, afin de rétablir la pression atmosphérique dans le sous-sol.

SUMMARY. — *The sinkhole, a world-wide phenomenon.* — The sinkhole consists of a localized collapsing of the topographical surface, due to underground solubility. The collapsing can be either sudden or gradual. Apart from solubility, other reasons why sinkholes occur are: the local tectonic characteristics, climate, lithology and the character of the aquifer. The intensity of the water withdrawal, either for the intake of water, or for mining, has a direct influence on the character of the aquifer. The withdrawal often change the character of the aquifer from artesian to phreatic. This allows a partial vacuum to develop between the water table and the impermeable upper layer. This is one of the major causes for the formations of sinkholes. It is obvious that these collapses result in enormous destruction and damage to roads, mains, buildings and agriculture. At the same time, huge quantities of water disappear underground, draining surface or groundwater and even artificial reservoirs. As the occurrence of these sinkholes can not be forecast, the only thing to do is to try to prevent them. The most adequate prevention found so far is to restore the underground atmospheric pressure by drilling some boreholes in judicious places.

### Inleiding

Wanneer men over erosie spreekt dan plaatst men dit gewoonlijk in een geologische tijdschaal waarvan de eenheid één miljoen jaar bedraagt. Wijzigingen van het aardoppervlak voltrekken zich gewoonlijk zeer langzaam. Actuele processen, zoals het zich verplaatsen van duinen, van zandbanken in zee verlopen reeds wat sneller. De reliëfverandering die zich het snelst voltrekt is de doline of sinkhole. Dit zijn wel omlinjnde, cirkelvormige of ovale verzakkingen in de topografie die plots gebeuren en veroorzaakt worden door het oplossen van de onderliggende geologische formaties. Wegens de algemene verspreiding van dit verschijnsel worden, naast de benaming doline of sinkhole, ook nog de termen «collapse» (China), «crown hole» (Noord-Amerika) en «cenote» (Midden- en Zuid-Amerika) gebruikt (fig. 1).

### Geologische configuratie

Het schoolvoorbeeld van een oplosbaar gesteente is de kalksteen. Deze formaties komen veel aan de oppervlakte voor o.m. in Yoegoslavië, van waar trouwens de benaming «karst» afkomstig is. Karst staat voor de verzamelnaam van de erosieverschijnselen in kalksteengebieden. Naast de veel voorkomende kalksteen, komen nog enkele andere zeer oplosbare gesteenten voor zoals mergel, gyps, zout en bepaalde vulkanische gesteenten. Wanneer deze kalkstenen gelegen zijn onder losse formaties, hebben deze laatste na verloop van tijd geen steunpunt meer. Inderdaad, door de daling van het waterpeil, natuurlijk



Fig. 1. — Sinkhole (Cenote de los Sacrificios) te Chichen-Itza, Yucatan  
(foto I. Wemaere).

of kunstmatig veroorzaakt, wordt de vorming van de holten in de hand gewerkt.

Beroofd van deze mechanische steun en van de hydrostatische druk, door de daling van het grondwater, zakken de bovenliggende formaties enkele meter naar beneden waardoor een sinkhole ontstaat.

Het voorkomen van kalksteen is niet beperkt tot een of ander continent. Het zuiden en het westen van de Verenigde Staten van Amerika, Zuid-Afrika en China zijn er voor bekend. In China beslaan deze gesteenten ongeveer 1 300 000 km<sup>2</sup>, 14% van de totale oppervlakte van het land, en vormen tegelijk het hoofdbestanddeel van de stratigrafie van het Cambrium tot het Trias. Hierbij komen dikten voor van 13 000 m.

#### Wanneer?

Het regionale grondwaterpeil daalt of stijgt door uiteenlopende oorzaken, die zowel van natuurlijke als van kunstmatige aard zijn. Bij deze laatste zijn o.m. de invloed van stedenbouw, de drainage en de onttrekking van grondwater te rangschikken. Een aquifer wordt aangeboord om water te winnen voor de landbouw en de distributie of om het mijnwater te bemalen. Door een groter gebruik van oppervlaktewater in het bekken van de Thames (o.m. in

de Londense agglomeratie), stijgt het grondwaterpeil opnieuw. Dit verschijnsel brengt dan andere technische en financiële problemen met zich mee.

In bepaalde gebieden heeft de daling van het grondwaterpeil geen, of bijna geen, invloed op de topografie. In andere gebieden brengt een daling van het waterpeil ernstige, om niet te zeggen dramatische, gevolgen met zich mee. Deze wijzigingen kunnen geleidelijk of plots gebeuren. Geleidelijke verzakkingen worden o.m. veroorzaakt door de exploitatie van steenkool, aardgas of grondwater. Voorbeelden van dit laatste zijn Venetië, Mexico-City, Shanghai en Tokyo. Tokyo ligt 4 m lager dan in 1920 door een daling van het waterpeil met 60 m. De toestand is nu gestabiliseerd door het waterpeil van 60 m op 30 m onder maaiveld te brengen.

Bij exploitatie van grondwater komen ook plotse verzakkingen voor, namelijk de vermelde sinkholes. In feite vormen de sinkholes een eerste fase van een karst-evolutie die eindigt met de tower-karst (fengling). Deze laatste is sterk ontwikkeld in de Devoon-kalksteen in de streek van Guilin in de provincie Guangxi. Deze sinkholes komen op een natuurlijke wijze voor en werden in China sinds het jaar 222 A.D. waargenomen en vanaf 30 juni 1498 geregistreerd.

De kansen van sinkhole-vorming worden verhoogd bij breukzones of kruisingen hiervan, bij contactzones tussen oplosbare en niet oplosbare formaties, alsook in de stromingsrichting van het water.

Meer en meer komen deze sinkholes ook kunstmatig voor. Dit wordt in de hand gewerkt zowel door de algemene verhoging van  $\text{CO}_2$  in de natuur als door de meer intense circulatie en grotere afpompings van het grondwater.

### Schade

Bij deze instorting (collapse) verplaatsen zich, naast het volume grond, ook enorme watermassa's. Dit water is afkomstig zowel van oppervlaktewater als van andere aquifers.

Naast deze «waterschade» wordt ook, door de verzakking zelf, mechanische schade veroorzaakt aan (gas)leidingen, gebouwen, landbouw, wegen (Alabama) en spoorwegen (USA).

### Vorming van het vacuüm

Drie hypothesen kunnen vooropgesteld worden voor de vorming van dit vacuüm in de ondergrond.

#### 1. Door de daling van het grondwater.

— Het vacuüm kan zich langzaam aan vormen door een bestendige daling van het grondwater. Hierdoor valt op de eerste plaats het brondebiet weg en verliezen de bestaande grotten hun water, tegelijk met de hydrostatische

druk. Het water van eventueel aanwezig hoger gelegen waterlagen krijgt vrije loop in het watervrije karstgebied en verplaatst het dak van de sinkhole in wording zich naar boven, m.a.w. de instortingen komen dichter en dichter bij het topografisch oppervlak.

Bij overexploitatie van een afgesloten aquifer, daalt het piëzometrisch peil van de waterlaag in de bovenliggende afdekkende lagen tot op de hoogte van het dak van de betreffende waterlaag. Hierdoor verliezen bepaalde aquifers hun artesisch karakter ( $> 1$  bar) en evolueren naar freatische aquifers (in evenwicht met de atmosferische druk). Indien het waterpeil nog lager daalt, wordt er onder de afdekkende lagen een gedeeltelijk vacuüm gecreëerd, dat de vorming van sinkholes uitlokt.

Op bepaalde plaatsen worden onderdrukken van 20 mbar gemeten (fig. 2), wat wil zeggen dat de bovenliggende ondoorlatende laag met een kracht van  $200 \text{ kg/m}^2$  naar beneden gezogen wordt. Hierbij wordt een debiet van 1260 liter lucht per uur in de boorput gezogen. Er schijnt een periodictiteit in de lucht-beweging te bestaan, die nog moet bepaald worden.



Fig. 2. — Meting van de onderdruk van 20 mbar die heerst op een diepte tussen 33 en 55 m onder maaiveld (+14 m) te Chin.

De sinkhole-vorming kan al dan niet geactiveerd worden door een periode van hoge pluviometrie of door de aanwezigheid van oppervlaktewater, die een supplementaire druk uitoefenen op de bovenliggende lagen.



— Het vacuüm wordt bekomen door een langzame daling van het waterpeil, maar nu onder een ondoorlatende laag die op een bepaalde plaats doorbreekt door het gewicht van de verzadigde grond en door het ontstane vacuüm. Deze doorbraak kan zowel op een natuurlijke manier (Florida) als op een kunstmatige manier (China) ontstaan.

### 2. *De schommelende atmosferische luchtdruk.*

Het is niet uitgesloten dat de luchtstroom die kan vastgesteld worden in sommige boorputten, te wijten is aan de veranderende bovengrondse barometrische druk. Wanneer de druk verhoogt breidt deze zich ook uit, waar mogelijk, in de ondergrond. Gezien de relatief kleine boordiameters of andere afsluitingen, verloopt een zekere tijd vooraleer de ondergrondse ruimte eenzelfde druk bereikt. Ondertussen kan zelfs de bovengrondse druk zijn afgenomen en kan een luchtstroom in tegengestelde zin verwacht worden. De defazering in de tijd is afhankelijk van het verloop van de bovengrondse drukveranderingen en het volume van de ondergrondse ruimte.

### 3. *Siphon- of hevel-effect.*

Het siphon- of hevel-effect kan eveneens deze schommelende waterstanden veroorzaken waardoor een luchtstroom ontstaat. Een combinatie van de drie fenomenen is niet *a priori* uit te sluiten.

## Voorspelling

De voorspelling van de vorming van sinkholes is noodzakelijk, niet alleen voor de veiligheid, maar ook voor het land- en waterbeheer. Verscheidene voorspellingsmethoden werden reeds getest :

- Het geofysisch onderzoek, waarbij vooral de gravimetrie aangewend wordt en die tot nog toe de meeste voldoening schijnt te geven ; seismisch onderzoek wordt met enig succes toegepast (de zone wordt juist bepaald, de juiste plaats echter blijft onzeker) ;
- De topografische opmeting kan een algemene verlaging van een gebied bepalen, maar de zeer plaatselijke verzakking zal noch bepaald, noch voorspeld kunnen worden ;
- Tektonisch onderzoek laat toe bepaalde as-lijnen, waarop dolines zich zullen vormen, te bepalen.

## Preventie

Om het ontstaan van deze sinkholes te verhinderen of althans te vertragen, bestaan er, voor zover bekend, twee methoden :

- De eerste bestaat in het geheel of gedeeltelijk stoppen van de onttrekkingen van het grondwater, zodat het grondwaterpeil niet verder daalt, m.a.w.

het waterpeil bereikt een evenwicht of stijgt. Deze stijging kan al dan niet bespoedigd worden door tegelijk kunstmatige infiltratie toe te passen of water onder druk in de ondergrond te pompen, indien voldoende oppervlaktewater voorradig is. Hierdoor worden de bestaande holtten terug gevuld met water en wordt de ondergrond terug stabiel, waardoor het voorkomen van de sinkholes in grote mate vermeden wordt. Gezien het huidige waterverbruik en de noodzaak van bemaling omwille van de mijnbouw, is deze oplossing eerder utopisch.

- De tweede methode bestaat er in ondergronds de atmosferische druk te behouden bij het dalen van het waterpeil. Het komt er dus op aan het vacuüm, ontstaan door de daling van het waterpeil, te vermijden. Dit kan bekomen worden door, op oordeelkundig gekozen plaatsen, boorputten te slaan die het contact verzekeren tussen de atmosfeer en de betreffende ondergrondse ruimte. Dit gebeurt reeds in China (Enko-Hunan) en in België (Ramegnies-Chin).

### Besluit

Bij formaties die micro-permeabel zijn (als zandlagen) kunnen eventuele verzakkingen gemakkelijker en juister berekend worden. Bij de besproken formaties met een macro-permeabiliteit kan dezelfde wetmatigheid niet toegepast worden.

De vorming van sinkholes is voor het ogenblik moeilijk te voorspellen. Schadegevallen van allerlei aard komen voor.

Een preventieve maatregel om deze instortingen te vertragen of te vermijden bestaat er in :

- De afpompung van het waterpeil te vermijden alsook de herhaalde schommelende waterstanden ;
- De atmosferische druk tussen de freatisch geworden aquifer en de bovenliggende ondoorlatende formatie zoveel en zo vlug mogelijk te herstellen. Hierbij zal het onderzoek verder toegespitst worden op het verband tussen grondwaterstand, opgepompte gebieden en barometrische druk. In dat verband wordt samengewerkt met M. Xu Weiguo uit Xian en M. Yuan Daoxin, Ministry of Geology and Mineral Resources, Guilin.

### DISCUSSIES

**J. Roos.** — Kan het grote verschil in voorkomen van dolines in Zuid-China, in vergelijking met Noord-China, enkel worden toegeschreven aan de invloed van de temperatuur op de oplosbaarheid van de gesteenten?

**W. Loy.** — De voornaamste oorzaak van doline-vorming is te wijten aan de oplosbaarheid van de kalksteen. Deze oplosbaarheid is functie van o.m. de zuurtegraad

van het grondwater en de temperatuur. Het gemiddelde jaarlijkse temperatuurverschil tussen Noord- (56° NB) en Zuid-China (18° NB) bedraagt ongeveer 30° C en speelt dus ook een rol. Daarnaast heeft de tektoniek ook een invloed op de oplosbaarheid.

**J. Van Leeuw.** — Volstaat het van de atmosferische druk te herstellen om de vorming van dolines te vermijden?

**W. Loy.** — De onderdruk is één van de oorzaken van dolines. Het herstellen van de atmosferische druk verhindert gedeeltelijk en vertraagt zeker de vorming ervan. Daarnaast spelen ook een rol: de grootte van de holten waar de kalksteen door oplossing in het grondwater weggespoeld werd, het ontbreken van de hydrostatische druk en het gewicht van de niet ondersteunde afdekkende lagen.

**R. Sokal.** — Kan men de pH van het water beïnvloeden?

**W. Loy.** — Gezien het onderzoek verloopt op regionale schaal zou de beïnvloeding van de pH heel moeilijk — en kostelijk — te realiseren zijn. Wel kan aangenomen worden dat de algemene verzuring, die in de natuur optreedt, dit verschijnsel alleen maar in de hand werkt.

**A. Sterling.** — Waar komt het weggelopen Scheldewater terug te voorschijn?

**W. Loy.** — Het water van de Schelde, dat via de dolines verdwijnt, loopt verticaal doorheen de verstoorde alluviale en tertiaire formaties in de grotten van de kalksteen. In dit geval stroomt het van het peil +12 m (bedding Schelde) tot op het peil -45 m (grondwaterpeil). Na verloop van tijd wordt het water opgepompt als distributie- of als industriewater in de streek van Lille-Tourcoing-Avelgem.

**J. Michot.** — Is het siphon-effect een mogelijke oorzaak van de wisseling van de richting van de luchtstroom?

**W. Loy.** — Het siphon-effect kan inderdaad een oorzaak zijn van een luchtstroom, die afwisselend in beide richtingen stroomt. Wanneer deze aquifer daarenboven geëxploiteerd wordt, doet deze activiteit de eventueel aanwezige siphons nog intenser functioneren. Een nauwkeurige waarneming van de periodiciteit van de in- en uitstromende lucht, samen met de meting van de heersende barometrische buitendruk, is noodzakelijk om het aandeel van de siphonerende werking te bepalen.

**A. Deruyttere.** — Kan men zich verzekeren tegen de schade veroorzaakt door de dolines?

**W. Loy.** — Ingevolge het aandringen van het stadsbestuur van Doornik, waar het gebied ligt met de grootste waarschijnlijkheid van doline-vorming, werd door het Ministerie van Binnenlandse Zaken aan een verzekeringsmaatschappij de opdracht gegeven hierover een studie te maken. Hierbij kwam ook de mogelijke tussenkomst van het Rampenfonds ter sprake. Dit fonds komt enkel tussen wanneer het fenomeen een onvoorspelbaar en uitzonderlijk karakter vertoont. De eerste voorwaarde valt voor de sinkholes te bewijzen.

**U. Van Twembeke.** — Met gravimeters wordt het wellicht mogelijk om sinkholes te localiseren.

**W. Loy.** — Gezien de graad van gevoeligheid van de recente gravimeters is het niet uitgesloten dat men de sinkholes-in-wording (onder maaiveld) kan localiseren. Ook oude mijngangen werden reeds gravimetrisch gelocaliseerd. Hiervoor werd ten ander reeds contact genomen met een universitair laboratorium.

## Séance du 22 février 1991

(Extrait du procès-verbal)

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

*Sont en outre présents* : MM. F. Bultot, J. Charlier, J. De Cuyper, J. Delrue, I. de Magnée, P. Fierens, Mgr L. Gillon, MM. G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, R. Sokal, A. Sterling, R. Thonnard, R. Tillé, J. Van Leeuw, membres titulaires ; MM. M. De Boodt, A. François, W. Loy, L. Martens, J.-J. Peters, U. Van Twembeke, membres associés ; M. P. Raucq, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales.

*Absents et excusés* : MM. P. Beckers, J. Debevere, H. Deelstra, P. De Meester, A. Deruyttere, J.-J. Droesbeke, P. Evrard, P. Goossens, A. Jaumotte, A. Lejeune, A. Montjoie, R. Paepe, A. Prigogine, J. Roos, M. Snel, R. Winand ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

### Éloge de M. Paul Grosemans

Le Directeur accueille les proches de M. Paul Grosemans, invités à assister à l'éloge de ce Confrère décédé à Uccle le 29 mai 1989.

M. Tillé prononce ensuite l'éloge du Confrère disparu et la Classe se recueille à sa mémoire.

Le texte de l'éloge sera publié dans l'*Annuaire* 1991.

### Peut-on se passer de l'électro-nucléaire après l'an 2000 ?

Mgr L. Gillon présente une communication à ce sujet.

Vu l'heure tardive, une seule question lui est posée.

### Concours annuel 1993

La Classe décide de consacrer la cinquième question du Concours 1993 à l'hydrologie tropicale.

MM. F. Bultot et J.-J. Peters sont désignés pour la rédaction de la question.

La Classe décide de consacrer la sixième question du Concours 1993 aux méthodes d'épuration des eaux applicable aux pays du Tiers Monde.

MM. R. Thonnard et M. De Boodt sont désignés pour la rédaction de la question.

## Zitting van 22 februari 1991

(Uittreksel van de notulen)

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

*Zijn bovendien aanwezig* : De HH. F. Bultot, J. Charlier, J. De Cuyper, J. Delrue, I. de Magnée, P. Fierens, Mgr. L. Gillon, de HH. G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, R. Sokal, A. Sterling, R. Thonnard, R. Tillé, J. Van Leeuw, werkende leden ; de HH. M. De Boodt, A. François, W. Loy, L. Martens, J.-J. Peters, U. Van Twembeke, geassocieerde leden ; de H. P. Raucq, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. P. Beckers, J. Debevere, H. Deelstra, P. De Meester, A. Deruyttere, J.-J. Droesbeke, P. Evrard, P. Goossens, A. Jaumotte, A. Lejeune, A. Monjoie, R. Paepe, A. Prigogine, J. Roos, M. Snel, R. Winand ; de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

### Lofrede van de H. Paul Grosemans

De Directeur verwelkomt de naasten van de H. Paul Grosemans, uitgenodigd om de lofrede bij te wonen van de overleden Confrater, overleden te Ukkel op 29 mei 1989.

De H. Tillé spreekt vervolgens de lofrede uit van de overleden Confrater. De Klasse neemt een ogenblik stilte waar te zijner nagedachtenis.

De tekst van de lofrede zal gepubliceerd worden in het *Jaarboek* 1991.

### «Peut-on se passer de l'électro-nucléaire après l'an 2000?»

Mgr. L. Gillon stelt een mededeling over dit onderwerp voor.

Gezien het late uur wordt hem slechts één vraag gesteld.

### Jaarlijkse wedstrijd 1993

De Klasse besluit de vijfde vraag van de Wedstrijd 1993 te wijden aan de tropische hydrologie.

De HH. F. Bultot en J.-J. Peters worden aangeduid om de vraag op te stellen.

De Klasse besluit de zesde vraag van de Wedstrijd 1993 te wijden aan de waterzuiveringsmethoden toepasselijk op de Derde Wereldlanden.

De HH. R. Thonnard en M. De Boodt worden aangeduid om deze vraag op te stellen.

### **Distinctions honorifiques**

M. P. Fierens a été promu au grade de grand officier de l'Ordre de Léopold par arrêté royal du 18 janvier 1991.

Les insignes de l'Étoile d'Or et d'Argent de l'Ordre du Trésor Sacré du Japon ont été remis à M. A. Jaumotte le 18 février 1991.

### **Distinction académique**

M. R. Paepe a été nommé membre d'honneur de l'Académie des Sciences de Hongrie.

La séance est levée à 17 h 00.

### **Eervolle onderscheidingen**

De H. P. Fierens werd bevorderd tot de graad van grootofficier in de Leopoldsorde bij koninklijk besluit van 18 januari 1991.

De insignes van de Gouden en Zilveren Ster van de Orde van de Heilige Schat van Japan werden overhandigd aan de H. A. Jaumotte op 18 februari 1991.

### **Academische onderscheiding**

De H. R. Paepe werd benoemd tot erelid van de Hongaarse Academie voor Wetenschappen.

De zitting wordt geheven te 17 h 00.



## Séance du 29 mars 1991

(Extrait du procès-verbal)

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

*Sont en outre présents* : MM. F. Bultot, J. De Cuyper, P. De Meester, G. Froment, G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, J. Michot, R. Paepe, R. Sokal, A. Sterling, R. Thonnard, R. Tillé, J. Van Leeuw, membres titulaires ; MM. J. Debevere, M. De Boodt, W. Loy, U. Van Twembeke, membres associés ; M. G. Valentini, membre correspondant.

*Absents et excusés* : MM. P. Beckers, H. Deelstra, A. Deruyttere, P. Evrard, P. Fierens, A. François, Mgr L. Gillon, MM. P. Goossens, A. Jaumotte, A. Lejeune, L. Martens, A. Monjoie, J.-J. Peters, A. Prigogine, J. Roos, M. Snel, R. Wambacq ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

### «Historische en actuele aspecten van de tijdmeting»

M. U. Van Twembeke présente une étude à ce sujet.

MM. P. De Meester, J. Van Leeuw, M. De Boodt et J.-J. Symoens interviennent dans la discussion.

La Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 235-263).

### Concours annuel 1993

La Classe arrête comme suit le texte des cinquième et sixième questions du Concours 1993 :

*Cinquième question* : On demande une étude hydrologique sur un bassin versant en zone intertropicale en vue de fournir des éléments du bilan hydrique utiles pour la gestion des ressources en eau et/ou pour la conception de projets de mise en valeur de ces ressources.

*Sixième question* : On demande une étude concernant l'optimisation du pouvoir de sorption des minéraux de l'argile en vue de la fixation des métaux lourds et de transition pour l'épuration des eaux usées ou l'assainissement des sols pollués. La méthode proposée doit être simple, efficace et applicable de façon économique aux pays en voie de développement.

### Bibliothèque africaine

La Bibliothèque africaine est à nouveau accessible, rue Belliard 65, 1040 Bruxelles, de 9 h 00 à 16 h 30.

La séance est levée à 16 h 20.

## Zitting van 29 maart 1991

(Uittreksel van de notulen)

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

*Zijn bovendien aanwezig* : De HH. F. Bultot, J. De Cuyper, P. De Meester, G. Froment, G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, J. Michot, R. Paepe, R. Sokal, A. Sterling, R. Thonnard, R. Tillé, J. Van Leeuw, werkende leden ; de HH. J. Debevere, M. De Boodt, W. Loy, U. Van Twembeke, geassocieerde leden ; de H. G. Valentini, corresponderend lid.

*Afwezig en verontschuldigd* : De HH. P. Beckers, H. Deelstra, A. Deruytere, P. Evrard, P. Fierens, A. François, Mgr. L. Gillon, de HH. P. Goossens, A. Jaumotte, A. Lejeune, L. Martens, A. Monjoie, J.-J. Peters, A. Prigogine, J. Roos, M. Snel, R. Wambacq ; de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

### Historische en actuele aspecten van de tijdmeting

De H. U. Van Twembeke stelt een studie over dit onderwerp voor.

De HH. P. De Meester, J. Van Leeuw, M. De Boodt en J.-J. Symoens komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 235-263).

### Jaarlijkse wedstrijd 1993

De Klasse stelt de tekst van de vijfde en zesde vragen van de Wedstrijd 1993 als volgt vast :

*Vijfde vraag* : Men vraagt een hydrologische studie over een stroombekken in intertropische zone met het oog op het leveren van gegevens van de hydrologische balans nuttig voor het beheer van de watervoorraden en/of voor het opstellen van projecten voor de ontwikkeling van deze voorraden.

*Zesde vraag* : Men vraagt een studie over de optimalisatie van het sorptie- vermogen van klei-mineralen voor het vastleggen van zware en transitie- metalen teneinde afvalwaters te zuiveren of gepollueerde gronden te saneren. De voorgestelde methode moet eenvoudig doch efficiënt zijn, toepasbaar in ontwikkelingslanden en economisch verantwoord.

### Afrikaanse Bibliotheek

De Afrikaanse Bibliotheek is weer toegankelijk, Belliardstraat 65, 1040 Brussel, van 9 h 00 tot 16 h 30.

De zitting wordt gegeven te 16 h 20.

## Historische en actuele aspecten van de tijdmeting \*

door

U. VAN TWEMBEKE \*\*

TREFWOORDEN. — Tijdmeting ; Tijdoverdracht ; Tijdschaal.

SAMENVATTING. — In de loop der eeuwen was de mens verplicht gebruik te maken van astronomische of fysische fenomenen die hem moesten toelaten gebeurtenissen te dateren. De tijdschaal is een geordend geheel van fenomenen zodanig dat elke gebeurtenis overeenkomt met een fenomeen van de tijdschaal. Het is klaar dat een tijdschaal uniform en universeel moet zijn, zowel voor het gebruik in het modern dagelijks leven als voor haar gebruik in de wetenschap. Naast de tijdschaal houdt de notie tijd ook de definitie van een tijdsinterval en een tijdeenheid in. Tot 1960 was de bepaling van de tijdnotie volledig gesteund op de aardrotatie. Sedertdien heeft de tijdmeting meerdere methoden ontwikkeld die naast mekaar bestaan, in functie van het beschouwd probleem kiest men een van deze methoden. De ontwikkeling van de fysika heeft niet alleen de meetmethoden beïnvloed maar ook de precisie van de metingen. Sedert vijftig jaar werd de precisie van de tijdmeting verbeterd met een factor van de orde van tien miljoen. Een laatste probleem bestaat in de tijdoverdracht of de verspreiding van het uur.

RÉSUMÉ. — *Aspects historiques et actuels de la mesure du temps.* — Au cours des siècles, l'homme s'est vu dans l'obligation de chercher dans la nature des phénomènes astronomiques ou physiques lui permettant de dater les événements. L'échelle de temps est un ensemble ordonné de phénomènes tel qu'à chaque événement corresponde un phénomène de la séquence. Il est clair que l'échelle de temps doit être uniforme et universelle, tant pour les besoins de la vie moderne que pour les usages scientifiques. À côté de l'échelle de temps, la notion de temps comporte la définition de l'intervalle de temps et de l'unité de temps. Jusqu'en 1960, la définition de la notion de temps reposait intégralement sur la rotation terrestre. Depuis, il existe plusieurs méthodes pour mesurer le temps qui coexistent parce qu'il est nécessaire d'utiliser l'une ou l'autre suivant le problème envisagé. Le progrès de la physique a complètement rénové les méthodes de mesure mais aussi la précision de la mesure. Depuis cinquante ans, la précision de la mesure a été multipliée par un facteur de l'ordre de dix millions. Un dernier problème est la transmission du temps ou la diffusion de l'heure.

\* Mededeling voorgelegd tijdens de zitting van de Klasse voor Technische Wetenschappen gehouden op 29 maart 1991.

\*\* Geassocieerd lid van de Academie, hoogleraar aan de Koninklijke Militaire School en aan de Katholieke Universiteit Leuven ; Hortensialaan 13, B-1970 Wezembeek-Oppem (België).

SUMMARY. — *Historical and present aspects of the measurement of time.* — In the course of centuries, man has been forced to make use of astronomical or physical phenomena permitting him to date events. The scale of time is an ordered group of phenomena such that to each event corresponds a phenomenon of sequence. It is clear that the scale of time must be uniform and universal as much for the needs of modern life as for scientific use. Alongside the scale of time the notion of time includes the definition of the interval of time and the unity of time. Up until 1960 the definition of the idea of time was totally based on terrestrial rotation. Since then there are several methods for measuring time, which coexist as one or another must be used according to the problem in hand. Progress in physics has completely renewed methods of measurement and also the precision of measurement. In the last fifty years the precision of measurement has been multiplied by a factor of the order of ten million. A final problem is that of the transmission of time or the spreading of the hour.

## 1. Inleiding

De «tijd» is ongetwijfeld de meest mystieke, de meest fundamentele en de meest ingrijpende veranderlijke van het dagelijks leven, iedereen heeft ermee te maken, niemand kan eraan ontsnappen. In de wetenschap is de tijd de primaire onafhankelijke veranderlijke in alle kinematische en dynamische problemen.

In verklarende woordenboeken vinden we volgende bepalingen van het woord «tijd» :

- Van Dale : «de voortgang en opvolging der gebeurtenissen en verschijnselen als een zelfstandige en ononderbroken eenheid beschouwd».
- Larousse : «Durée, succession des choses».

Deze bepalingen hebben een uitgesproken filosofisch karakter maar passen niet in een wetenschappelijke context.

In de Oudheid werd aan «de tijd» een goddelijk karakter toegeschreven, hij werd voorgesteld door een ouderling met vleugels die zijn snelheid beklemtonen, in de ene hand heeft de man een zeis die de destructieve kracht van de tijd symboliseert, in de andere hand een zandloper als uitdrukking van de continuïteit van de tijd.

Volgens Aristoteles hadden ruimte en tijd een absoluut karakter. Volgens Newton had de ruimte een relatief karakter terwijl de tijd absoluut was en onafhankelijk van het ruimtelijk referentiesysteem waarin de tijdmeting plaats heeft. Voor Newton was de *ideale tijd* deze die voldoet aan de fundamentele vergelijking van de klassieke mechanica :

$$F = m \frac{d^2 s}{dt^2}$$

Toegepast op een valbeweging in een meetdispositief bekomt men :

$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

Volgens de beperkte relativiteitstheorie van Einstein (1905) staat de tijd niet los van de ruimte, samen vormen ze een tijd-ruimte systeem, hierdoor krijgt de tijd een relatief karakter. De tweelingparadox van Langevin illustreert op sprekende wijze de relativiteit van de tijd : de tijd vordert niet met dezelfde snelheid voor een waarnemer op aarde en zijn tweelingbroer die met de snelheid van het licht een lange ruimtereis maakt. Bij de terugkeer van de reiziger zal deze merklijk jonger zijn dan zijn broer. Volgens de algemene relativiteitstheorie die in 1915 werd voorgesteld, is de tijd ook afhankelijk van het zwaartekrachtveld waarin de meting plaatsheeft. Een uurwerk in een satelliet tikt rapper dan hetzelfde uurwerk op aarde ter oorzaak van het Einsteineffect.

In de relativiteitstheorie bestaat er dus geen absolute tijd, ieder individu heeft zijn eigen persoonlijke tijdmeting die afhankelijk is van de plaats waar hij zich bevindt en de manier waarop hij beweegt. De ideale tijd van Newton blijft maar geldig op voorwaarde dat de vergelijkingen van de klassieke mechanica verbeterd worden voor relativistische effecten. Indien we ons in de praktijk geen rekenschap geven van deze relativiteitsfenomenen is het omdat de snelheden waarmee we ons bewegen zeer klein zijn ten opzichte van de snelheid van het licht, dit is echter niet meer het geval in kosmische of subatomische omstandigheden.

Laat ons besluiten met de vaststelling dat, naast de filosofische en relativistische beschouwingen over de tijd, er ook een *praktische benadering* van de tijdnotie noodzakelijk is ten behoeve van de moderne wetenschap, maar ook ten behoeve van het dagelijks leven.

## 2. Praktische tijdmeting

### 2.1. BEPALINGEN

In de praktische context wordt de notie tijd vervangen door drie complementaire noties : tijdschaal, epoche, tijdsinterval.

Een *tijdschaal* is een referentiesysteem bestaande uit een ononderbroken geordend geheel van periodieke fenomenen die van astronomische, fysische of mechanische aard zijn. Een wetenschappelijke tijdschaal moet voldoen aan volgende voorwaarden :

- Universaliteit : door iedereen bruikbaar ;
- Duurzaamheid : zonder onderbrekingen ;
- Toegankelijkheid : voor iedereen bereikbaar ;
- Uniformiteit : de periodieke fenomenen moeten identiek zijn.

Een *epoque* is een tijdstip op de tijdschaal. Aan elk voorval of gebeurtenis kan een *epoque* van de tijdschaal geassimileerd worden.

Een *tijdsinterval* is de tijdsperiode tussen twee *epoques* op de tijdschaal. Met de notie tijdsinterval is het begrip «tijdseenheid» verbonden. Een tijdsinterval bestaat uit een aantal conventioneel gekozen tijdseenheden.

## 2.2. PRINCIPES VAN DE TIJDMETING

De praktische tijdmeting kan gebeuren volgens twee principes :

*Eerste principe* : van het algemene naar het bijzondere.

Men kiest een lang periodiek fenomeen als basis van de tijdschaal. Het tijdsinterval tussen begin en einde van het fenomeen wordt *opgedeeld* in kleinere tijdsintervallen die op hun beurt kunnen onderverdeeld worden. Een conventioneel tijdsinterval geeft aanleiding tot de bepaling van de tijdseenheid.

Een typisch voorbeeld van deze werkwijze is de astronomische tijdmeting die bestaat sedert de Oudheid en toegepast werd tot 1960.

*Tweede principe* : van het bijzondere naar het algemene.

Men kiest een kort periodiek fenomeen, de tijdsintervallen tussen begin en einde van het fenomeen worden *geïntegreerd* of gecumuleerd, waardoor een tijdschaal ontstaat. De tijdseenheid wordt conventioneel bepaald door de integratie van een bepaald aantal kort-periodieke fenomenen.

Een typisch voorbeeld van deze werkwijze is de atoomtijdmeting die bestaat sedert 1960.

*Beschouwing* :

Het is klaar dat de praktische tijdmeting en het opstellen van tijdschalen rekening moeten houden met het dagelijkse leven dat gebonden is aan het opgaan en ondergaan van de zon, met andere woorden, de tijdschaal moet rekening houden met de rotatie van de aarde.

## 2.3. KLOKKEN

Een klok is een *tijdbewaarder* (interpolator) of een *tijdintegrator* al naargelang het eerste of tweede principe van de tijdmeting gebruikt wordt. Een klok bestaat uit twee delen :

— *Een fenomeengenerator*

De generator produceert identieke fenomenen van mechanische of fysische aard volgens zijn eigen frequentie. De opeenvolging van de cyclussen is niet gebonden aan een tijdsprong. In het geval van een mechanische klok is het de slinger die zijn frequentie oplegt, in het geval van een kwartsklok is het de trilling van een piezo-elektrisch kristal, in het geval van een atoomklok

zijn het de interne vibraties van atomen. Elke fenomeengenerator is gekenmerkt door een optimale frequentie ( $f_0$ ).

— *Een cyclussenteller*

De cyclussenteller sommeert en nummert de tijdsintervallen tussen het begin en het einde van een cyclus. De teller is gebonden aan een oorsprong, waaruit volgt dat de sommatie en de nummering niet mogen onderbroken worden bij het opstellen van een tijdschaal.

#### 2.4. HET IJKEN VAN KLOKKEN

Door ijken verstaat men het vergelijken van de tijd gegeven door een bepaalde klok met de tijd gegeven door een *moederklok* waarvan de fenomeengenerator en de cyclussenteller betere kwaliteiten vertonen. Onder *kwaliteit* verstaat men enerzijds de uniformiteit van de fenomeengenerator en anderzijds de intrinsieke precisie waarmee de tijd kan gelezen worden. De «ijking» heeft betrekking op de «staat» van de klok en de «gang» van de klok.

De *staat* heeft betrekking op het voorlopen of achterlopen van de klok ten opzichte van de moederklok op een welbepaalde epoëque. De «staat» wordt uitgedrukt door een tijdsinterval.

De *gang* slaat op het voor- of achterlopen gedurende een bepaald tijdsinterval, in principe een dag. De dagelijkse gang kan dus beschouwd worden als het verschil van twee staten die met een interval van een dag worden opgenomen.

### 3. De tijdmeting in de Oudheid en tot 1850

De tijdmeting gebeurde volgens het eerste principe (cf. 2.2). Als periodiek fenomeen wordt de schijnbare beweging van de ware zon gebruikt als gevolg van de aardrotatie. De ogenblikkelijke tijd wordt gegeven door zonnewijzers, als tijdbewaarders werden meerdere toestellen ontwikkeld. De tijdmeting geeft aanleiding tot de *ware zonnetijd*.

*Zonnewijzers* vindt men voor het eerst in de 8ste eeuw vóór J.C. In zijn eenvoudigste vorm bestaat hij uit een staaf die vertikaal in een opstelplaats wordt ingeplant en draagt de naam *gnomon*. In een latere versie wordt de staaf evenwijdig met de rotatie-as van de aarde ingeplant en draagt de naam *polos*.

Uit de lange ontwikkeling van zonnewijzers ontstond de *gnomonica* of zonnewijzerkunde. Men onderscheidt twee grote families van zonnewijzers, elke familie kent meerdere uitvoeringen.

— Enerzijds de *altrimetrische zonnewijzers* : zij geven de tijd in functie van de lengte van de schaduw afgeworpen door de *gnomon* of de *polos*. De Griekse

schrijver Aristofanes, uit de 4de eeuw vóór J.C., vertelt dat vrienden uitgenodigd werden op het uur dat de afgeworpen schaduw vier voeten lang was.

— Anderzijds de *richtingszonnepijlers* : zij geven de tijd in functie van de richting van de schaduw.

De studie van de verschillende types van zonnepijlers zou het onderwerp kunnen uitmaken van een afzonderlijk betoog : er bestaan immers honderden uitvoeringen. Vermelden we de ontwerper Arsenius, een leerling van Gemma Frisius, professor in de geodesie uit de 16de eeuw en verbonden aan de Katholieke Universiteit van Leuven. Op het einde van de 17de eeuw voerden Vlaamse Jezuïeten de zonnepijler in China in. De eerste zonnepijlers werden opgesteld in tuinen of opgehangen aan gevels van belangrijke gebouwen, later werden ook draagbare en zakzonnepijlers ontwikkeld. Het langperiodiek fenomeen voor de bepaling van de tijdschaal bestond uit twee opeenvolgende doorgangen van de ware zon in de bovenmeridiaan van de waarnemer ; dit tijdsinterval, de ware dag, werd opgedeeld in kleinere tijdsintervallen. Maar zonnepijlers zijn maar bruikbaar als de zon voldoende schittert om schaduwen af te werpen, daarenboven kan de tijd 's nachts niet gemeten worden.

*Tijdbewaarders* moesten de interpolatie gedurende langere perioden mogelijk maken. Men ontwierp de «clepsider» (wateruurwerk), die bestond uit een watervat dat langzaam leegliep in een tweede gegraduateerd vat. Verder werden ook vuurklokken gebruikt, spiraalvormige brandbare staafjes waarvan het opgebrand gedeelte gemeten werd. Andere interpolatiemeters bestonden uit gegraduateerde kaarsen of gegraduateerde zandlopers.

Een belangrijke stap naar het bijhouden van de tijd werd gezet door de ontwikkeling van mechanische uurwerken als opvolgers van de wateruurwerken, die in de 13de eeuw uitgegroeid waren tot ingewikkelde instrumenten met raderwerken aangedreven door gewichten. In de eerste helft van de 15de eeuw werden de gewichten vervangen door elastische, in spiraal opgerolde metalen veren en werden de uurwerken transporteerbaar. Het was pas in de 17de eeuw dat Christiaan Huygens een zodanige verfijning aanbracht in de veeerbouw dat ook minutenwijzers konden aangebracht worden.

Dank zij de transporteerbare uurwerken kon een fundamenteel probleem van de zeevaart opgelost worden, namelijk het bepalen van de lengte op zee. De breedtebepaling was toen reeds lang gekend door metingen op hemellichamen.

Als besluit kan men stellen :

De ware zonnetijd werd gedurende eeuwen gebruikt ; hij was voldoende nauwkeurig voor het dagelijkse leven tot moderne transportmiddelen (spoorweg) in gebruik werden genomen (1835).



## 4. De tijdmeting van 1850 tot 1964

### 4.1. BASISBEGRIPPEN

De tijdmeting van 1850 tot 1964 gebeurde nog steeds op basis van het eerste principe (cf. 2.2). Als periodiek verschijnsel worden astronomische fenomenen gebruikt, de tijdbewaarders zijn geperfectioneerde mechanische klokken. Het verschil met de vroegere tijdsbepaling bestond in de keuze van het waargenomen astronomisch fenomeen en een preciezere tijdlezing die noodzakelijk geworden was onder druk van de moderne wetenschap.

Teneinde de tijdsbepaling een universeel karakter te geven werd in 1884 besloten de meridiaan van de transitkijker van het Observatorium van Greenwich als referentiemeridiaan aan te nemen. De gebruikte astronomische fenomenen zijn enerzijds de aardrotatie en anderzijds de translatie van de aarde rond de zon.

#### *De aardrotatie :*

De aardrotatie ligt aan de basis van volgende tijdschalen :

- De siderale tijdschaal : afgeleid uit het waarnemen van sterren ;
- De middelbare tijdschaal : afgeleid uit de beweging van een fictieve zon met uniforme beweging ;
- De universele tijdschalen : afgeleid uit de middelbare tijdschaal.

#### *De omloop van de aarde rond de zon*

De omloop van de aarde rond de zon ligt aan de basis van de efemeridentijdschaal.

### 4.2. TIJDSCHALEN AFGELEID UIT DE AARDROTATIE

#### 4.2.1. *De aarde als tijdmeteter*

Indien de aarde een vast lichaam zou zijn, perfect bolvormig, homogeen samengesteld en alleen onderworpen aan de gravitatie van de zon, dan zou haar rotatiebeweging perfect uniform zijn. Slechts in dit geval zou de aarde een perfecte tijdmeteter zijn en als basis kunnen genomen worden voor de constructie van een tijdschaal. Waarnemingen hebben voldoende aangetoond dat de aardrotatie niet uniform is, daarenboven moet rekening gehouden worden met de poolbeweging.

Het meest spectaculaire bewijs van de aardrotatie werd in 1852 gegeven door Foucault in het Panthéon van Parijs. Dank zij de verhoogde precisie van de waarnemingen en nieuwe rekentechnieken heeft het «Bureau International de l'Heure» (B.I.H.) aangetoond dat de rotatie van de aarde behept is met langperiodieke variaties maar ook met kortperiodieke en toevallige variaties. Deze onregelmatigheden hebben geofysische oorzaken.

De langperiodieke vermindering van de rotatiesnelheid is van de orde grootte van 30 s per eeuw, en wordt toegeschreven aan wrijvingen veroorzaakt door de zeegetijden en meer speciaal in het geval van ondiepe zeeën en de doorstroming in zeeëngten. Kortperiodieke variaties tonen aan dat de rotatiesnelheid van de aarde maximaal is in de zomer en minimaal in de winter. De amplitude is van de orde van 0,06 s. De snelheidsvariaties zijn te wijten aan de distributievaryaties van de atmosferische luchtmassa's die een jaarlijks verloop kennen. Toevallige variaties in de rotatiesnelheid hebben tot nu toe ongekende oorzaken.

Naast rotatievariaties moet rekening gehouden worden met de *poolbeweging*. De richting van de ogenblikkelijke rotatie-as van de aarde, verbeterd van de precessie en nutatiebeweging, is theoretisch vast in de ruimte. In het begin van de 19de eeuw werd vastgesteld dat de aardmassa zich verplaatst ten opzichte van de vaste rotatie-as, of relatief gezien, dat de aardas niet vast is ten opzichte van de aardmassa. Men spreekt van «poolbeweging», waardoor bedoeld wordt dat de pool zich verplaatst ten opzichte van een gemiddelde positie of traagheidspositie. Dit fenomeen heeft voor gevolg dat de astronomische coördinaten (lengte en breedte) van een terrestrisch punt veranderen in de tijd. De poolbeweging kan dus gevolgd worden door het permanent waarnemen van de astronomische coördinaten van punten in een reeks observatoria verdeeld over de aarde.

#### 4.2.2. De siderale tijdschaal

De lokale siderale tijd (LST) van een plaats is per definitie de lokale uurhoek (LHA) van het lentepunt ( $\gamma$ ) ten opzichte van de meridiaan van de plaats

$$\text{LST} = \text{LHA}\gamma. \quad (\text{fig. 1}) \quad (1)$$

Wordt de specifieke plaats «Greenwich» beschouwd, dan spreekt men van «siderale Greenwich tijd» (GST)

$$\text{GST} = \text{GHA}\gamma \quad (\text{fig. 1}) \quad (2)$$

Het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende doorgangen van het lentepunt in het meridiaanvlak van de waarnemer is de *siderale dag* die kan opgedeeld worden in siderale uren, minuten en seconden. Het lentepunt, als snijpunt van de evenaar met de ecliptica (beide voorgesteld op de hemelsfeer) heeft echter twee nadelen :

*Eerste nadeel* : het  $\gamma$ -punt is geen materieel punt en bijgevolg niet-waarneembaar, in plaats van het  $\gamma$ -punt zal een ster waargenomen worden waarvan de uranografische coördinaten ( $a$ ,  $\delta$ ) gekend zijn :  $a$  is de rechte klimming en  $\delta$  de declinatie. Men heeft :

$$\text{LHA}_\gamma = \text{LHA}_* + a_*, \quad (3)$$

$$\text{LST} = \text{LHA}_* + a_*, \quad (4)$$

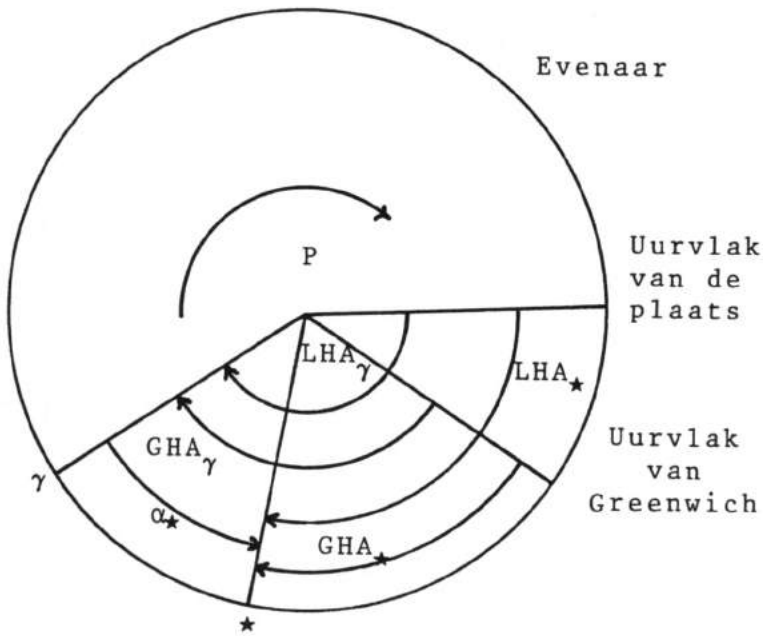


Fig. 1. — De siderale tijdschaal.

Bij de doorgang van de ster in het meridiaanvlak van de plaats is

$$LHA_\star = 0$$

en bijgevolg :

$$LST = a_\star \tag{5}$$

*Tweede nadeel* : het  $\gamma$ -punt is niet vast ten opzichte van de vast veronderstelde sterren ter oorzaak van de precessie en de nutatiebeweging van de poolas. De precessie heeft een seculaire verplaatsing van het  $\gamma$ -punt voor gevolg, terwijl de nutatie een periodieke verplaatsing veroorzaakt. Hieruit volgt een correctie van de rechte klimming van de waargenomen ster. Wordt alleen de *precessie* in rekening gebracht, dan heeft men :

$$(a_\star)_m = (a_\star)_0 + a(t - t_0) + b(t - t_0)^2. \tag{6}$$

met :  $(a_\star)_m$  : de middelbare rechte klimming van de ster,  
 $t_0$  : een referentie-epoq,  
 $t$  : een willekeurige epoq,  
 $(a_\star)_0$  : de ogenblikkelijke rechte klimming op tijdstip  $t_0$ ,  
 $a$  en  $b$  : constanten op het tijdstip  $t_0$ .

Wordt ook de *nutatie* in rekening gebracht, dan heeft men :

$$a_\star = (a_\star)_m + P_a \tag{7}$$

met :  $P_a$  de correctie die voortvloeit uit de periodieke variaties van de nutatie die kunnen berekend worden voor een bepaalde epoque.

Als besluit kan men stellen :

1. De siderale tijdschaal is niet strikt uniform volgens vergelijking (6) ;
2. De siderale tijdschaal is afgestemd op de schijnbare beweging van sterren en niet op de schijnbare beweging van de zon, hierdoor is de tijdschaal niet bruikbaar voor het dagelijkse leven (dag en nacht) ;
3. De siderale tijdschaal wordt gebruikt in alle problemen die te maken hebben met de beweging van hemellichamen en met de beweging van kunst-satellieten ;
4. Er werden siderale tijd klokken ontwikkeld die gebruikt worden in observatoria en in de astronomische geodesie.

#### 4.2.3. De ware tijdschaal

In het vorige hoofdstuk werd aangetoond dat de beweging van de ware zon, in combinatie met zonnewijzers en tijdbewaarders, gebruikt kan worden als tijdmetter. Naast de rotatie van de aarde moet echter ook rekening gehouden worden met de relatieve jaarlijkse translatie van de zon rond de aarde.

De lokale ware tijd (LRT) van een plaats is per definitie de lokale uurhoek (LHA) van de ware zon ( $\odot$ ) ten opzichte van de meridiaan van de plaats :

$$\text{LRT} = \text{LHA}_{\odot}. \quad (8)$$

Wordt de plaats «Greenwich» beschouwd, dan spreekt men van «ware Greenwich tijd» :

$$\text{GRT} = \text{GHA}_{\odot} \quad (9)$$

Het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende doorgangen van de ware zon in het meridiaanvlak van de waarnemer is de «ware dag». Wordt de zon als een ster beschouwd, dan heeft men volgens formule (4) :

$$\text{LST} = \text{LHA}_{\odot} + a_{\odot} \quad (10)$$

Volgens de eerste wet van Kepler is de schijnbare translatiebaan van de zon rond de aarde ellipsvormig, en volgens zijn tweede wet is deze beweging niet uniform.

De rechte klimming  $a_{\odot}$  van de ware zon kan volgens de tijdsvergelijking als volgt geschreven worden :

$$a_{\odot} = \bar{\omega} + n\Delta t + 2e \sin n\Delta t - \text{tg}^2 \frac{\omega}{2} \sin 2(\bar{\omega} + n\Delta t). \quad (11)$$

met :

$\bar{\omega}$  : de ecliptische lengte van het perigeum ( $\approx 282^\circ$ ) ;

$n$  : de middelbare beweging van de zon of gemiddelde hoeksnelheid ( $2\pi/T$ ) met  $T$  de periode,

$\Delta t$  : het tijdsinterval tussen de doorgang van de zon in het perigeum van de baan en een bepaalde epoche (uitgedrukt in dagen),

$e$  : excentriciteit van de ellipsvormige baan,

$\omega$  : hoek tussen het eclipticavlak en het equatorvlak.

Men ziet duidelijk volgens (11) dat de variatie van  $\alpha_{\odot}$  niet uniform verloopt en bijgevolg is LST van (10) ook niet uniform. Hieruit volgt dat de duur van een ware dag tot 30 seconden kan verschillen van zijn gemiddelde waarde. De langste ware dag komt voor midden december, de kortste midden september.

Als besluit kan men stellen :

1. Door gebrek aan uniformiteit is de ware zonnetijd ongeschikt voor een preciese tijdmeting ;
2. Het is onmogelijk uurwerken te construeren die de zonnetijd aangeven.

#### 4.2.4. De middelbare tijdschaal

De middelbare tijdschaal is gesteund op het invoeren van een fictieve zon die *middelbare zon* genoemd wordt. De middelbare zon doorloopt een cirkelvormige baan in het equatorvlak, de beweging komt overeen met de lineaire termen van uitdrukking (11) en de rechte klimming  $\alpha_m$  verloopt dus uniform :

$$\alpha_m = \bar{\omega} + n\Delta t.$$

Indien de beweging van de middelbare zon vergeleken wordt met deze van de ware zon, heeft men,

$$\alpha_{\odot} - \alpha_m = 2e \sin n\Delta t - \operatorname{tg}^2 \frac{\omega}{2} \sin 2(\bar{\omega} + n\Delta t). \quad (12)$$

De eerste term in het tweede lid wordt *vergelijking van het centrum* genoemd en treedt op door de vervanging van de ellipsvormige baan in het eclipticavlak door een cirkelvormige baan in dit vlak. De tweede term van het tweede lid wordt *reductie tot de equator* genoemd en treedt op door de overgang van het eclipticavlak naar het equatorvlak.

De lokale middelbare tijd (LMT) van een plaats is per definitie de lokale uurhoek van de middelbare zon ten opzichte van de meridiaan van de plaats :

$$\text{LMT} = \text{LHA}_m. \quad (13)$$

Wordt de plaats «Greenwich» beschouwd, dan spreekt men van middelbare Greenwich tijd (Greenwich mean time) :

$$\text{GMT} = \text{GHA}_m \quad (14)$$

Het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende doorgangen van de middelbare zon in het meridiaanvlak van de waarnemer is de «middelbare dag». Wordt de middelbare zon als een ster beschouwd, dan heeft men volgens formule (4) :

$$LST = LHA_m + a_m \quad (15)$$

Volgens (10) en (15) heeft men :

$$LHA_{\odot} + a_{\odot} = LHA_m + a_m \quad (16)$$

of :

$$LHA_m = LHA_{\odot} + (a_{\odot} - a_m) \quad (17)$$

$$LMT = LRT + (a_{\odot} - a_m) \quad (18)$$

De middelbare tijd kan dus afgeleid worden van de ware tijd die waarneembaar is op voorwaarde dat  $(a_{\odot} - a_m)$  op elk ogenblik gekend is. De uitdrukking (12) geeft de tijdsvergelijking (fig. 2) als som van de twee deeltermen. Boven de tijdas loopt de ware zon achter op de middelbare zon en omgekeerd.

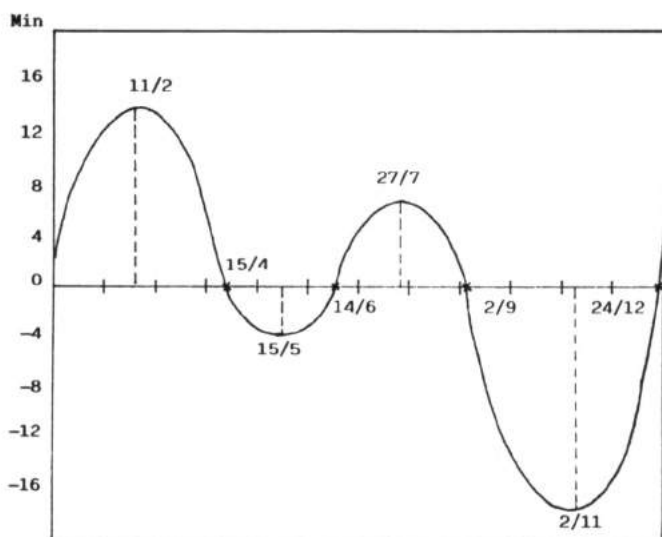


Fig. 2.

Als besluit kan men stellen :

1. De middelbare tijdschaal is uniform in eerste benadering ;
2. Het verschil  $(LMT - LRT)$  bedraagt maximaal 16 minuten ;
3. De middelbare tijdschaal vertoont een nadeel : vermits de middelbare dag per definitie begint bij de doorgang van de middelbare zon in de *boven-*

*meridiaan* van de plaats (middag), heeft de datumverandering plaats op het middaguur, wat praktische problemen met zich brengt.

#### 4.2.5. De burgerlijke tijdschaal

Teneinde de datumverandering om middernacht (24 h) te laten doorgaan, heeft men de burgerlijke tijdschaal ingevoerd. Men beschouwt een «burgerlijke zon» die  $180^\circ$  voorloopt op de middelbare zon. De lokale burgerlijke tijd (LCT) van een plaats is per definitie de lokale uurhoek van de burgerlijke zon ten opzichte van de meridiaan van de plaats :

$$\text{LCT} = \text{LMT} + 12 \text{ uur.} \quad (19)$$

Beschouwt men de plaats «Greenwich», dan bekomt men :

$$\text{GCT} = \text{GMT} + 12 \text{ uur.} \quad (20)$$

Men stelt :

$$\text{UT} = \text{GCT} = \text{GMT} + 12 \text{ uur} \quad (21)$$

UT (universal time) is de Universele Tijd. Het verder gebruik van GMT is te verwerpen om verwarring met UT te vermijden.

In de praktijk onderscheidt men *drie verschillende* bepalingen van de *universele tijd* in functie van de aard van de ingevoerde correcties, die als doel hebben de *uniformiteit* van de tijdschaal te verbeteren.

#### — De universele $UT_0$ -tijdschaal

Het is de tijdschaal afgeleid uit astronomische waarnemingen, het is de bruto-tijdschaal. Deze tijdschaal is echter behept met allerhande fouten die min of meer kunnen geëlimineerd worden.

#### — De universele $UT_1$ -tijdschaal

Het is de  $UT_0$ -tijdschaal verbeterd voor de poolbeweging (cf. 4.2.1) die de breedte ( $\varphi$ ) van de waarnemingsplaats beïnvloedt.

#### — De universele $UT_2$ -tijdschaal

Het is de  $UT_1$ -tijdschaal verbeterd voor de seizoengebonden rotatievariëaties van de aarde, alsook van kortperiodieke rotatievariëaties. De  $UT_2$ -tijdschaal is de meest uniforme van de UT-tijdschalen.

#### 4.2.6. De tijdseenheid van de UT-tijdschaal

De tijdseenheid, de seconde, werd afgeleid van de  $UT_2$ -tijdschaal als zijnde het 86 400ste deel van de middelbare dag. Gezien echter het feit dat onberekende invloeden de uniformiteit van de tijdschaal beïnvloeden, zijn alle middelbare dagen niet strikt even lang en is men verplicht geweest een conventionele dag als referentie te kiezen voor de bepaling van de tijdseenheid.

Per definitie is de seconde het 86 400ste deel van de middelbare dag 1900,0. Deze eenheid werd gebruikt tot 1960.

Als besluit kan men stellen :

1. Niettegenstaande alle mogelijke correcties is de *uniformiteit* van de middelbare seconde van de orde  $10^{-7}$ , wat overeenkomt met een mogelijke fout van 3 seconden op de lengte van het jaar.

2. De *afleesnauwkeurigheid* van de UT-tijdschaal is van de orde  $10^{-3}$  seconde.

3. De precisie van de middelbare tijdschaal is onvoldoende voor de moderne wetenschap. Daarom werd in 1956 besloten een preciesere tijdschaal te definiëren : de efemeridentijdschaal, zij werd in 1960 ingevoerd.

#### 4.3. TIJDSCHAAL AFGELEID UIT DE OMLOOP VAN DE AARDE ROND DE ZON (EFEMERIDENTIJDSCHAAL)

##### 4.3.1. *Translatiebeweging van de aarde*

Door de wetten van Kepler zijn omloopbewegingen van hemellichamen beter gekend dan hun rotatiebewegingen. Men heeft er dus aan gedacht de meest homogene UT tijd, *ttz.*  $UT_2$ , als onafhankelijke parameter te gebruiken in de wetten van de hemelmechanica. Hierdoor heeft men kunnen vaststellen dat de berekende posities van hemellichamen niet overeenkwamen met de waargenomen posities. Het besluit was dat de wetten van de gravitatie, toegepast op planeten, aanleiding gaven tot een tijdschaal die van de  $UT_2$ -tijdschaal verschilde. Zo kwam men tot de efemeridentijdschaal.

##### 4.3.2. *De efemeridentijdschaal*

De statistische verwerking van de discordanties tussen berekende en waargenomen planeetposities laat toe een wet op te stellen die een verband legt tussen de  $UT_2$ -tijdschaal en de efemeridentijdschaal :

$$ET = UT_2 + \Delta t.$$

De efemeridentijdschaal is vrij uniform, maar als nadeel kan gezegd dat omloopbewegingen moeilijk te *meten* zijn en minder frequent zijn dan rotatiebewegingen. Hieruit volgt dat de afleesnauwkeurigheid van de ET vrij gering is.

##### 4.3.3. *De tijdseenheid van de efemeridentijdschaal*

De 11de conferentie van «Maten en Gewichten» heeft in 1960 een nieuwe definitie van de seconde aangenomen. De nieuwe definitie steunt op de notie «tropisch jaar», het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende doorgangen van de ware zon in het lentepunt ( $\gamma$ ). De nieuwe tijdseenheid, de seconde, is het  $31\,556\,925,9747^{\text{de}}$  deel van het tropisch jaar 1900,0.



Als besluit kan men stellen :

1. De *uniformiteit* van de seconde van de ET-tijdschaal is van de orde van  $10^{-9}$ , wat overeenkomt met een mogelijke fout van 0,03 seconde op de lengte van het jaar.

2. De *afleesnauwkeurigheid* van de ET-tijdschaal is slechts van de orde van  $10^{-2}$  seconde. Dit heeft voor gevolg dat het aantal noodzakelijke astronomische waarnemingen om de uniformiteit  $10^{-9}$  te bereiken, zeer groot is ; waarnemingen lopen over meerdere jaren.

3. De ET-tijdschaal werd gebruikt tot 1964.

4. De efemeridentijdschaal wordt nog steeds gebruikt in de hemelmechanica.

## 5. De tijdmeting van 1964 tot op heden

### 5.1. INLEIDING

Tot 1964 was de tijdmeting uitsluitend gesteund op astronomische waarnemingen ; als tijdbewaarders werden mechanische klokken gebruikt. Rond 1930 werd onderzoek verricht op fysische trilsystemen die als stabiele oscillatoren konden gebruikt worden in de tijdmeting. Een eerste praktische toepassing bestond in het gebruik van piëzo-elektrische kristallen die de constructie van *kwartsklokken* voor gevolg hadden. In 1934 werd gedacht aan de kwantumfysica voor de constructie van oscillatoren op basis van interne trillingen van atomen of moleculen. In 1949 werd het onderzoek bekroond en werden atoomoscillatoren ontwikkeld die de constructie van *atoomklokken* voor gevolg hadden.

Vanaf 1964 was de tijdmeting gesteund op het tweede principe (cf. 2.2), t.z. de integratie van extreem korte en preciese tijdsintervallen. Deze totaal nieuwe zienswijze gaf aanleiding tot de *atoomtijdschaal* en een nieuwe definitie van de tijdseenheid. Dank zij de nieuwe tijdschaal werd vastgesteld dat de klassieke tijdschalen minder uniform waren dan men steeds had gedacht, want de onregelmatigheden in de aardrotatie konden nu gemeten worden. Maar de nieuwe kunstmatige tijdschaal kon niet onafhankelijk gemaakt worden van het dagelijkse leven in het algemeen en van bepaalde toepassingen, zoals de zeevaart, in het bijzonder. Uiteindelijk kwam men tot een compromisoplossing die volledige voldoening geeft.

### 5.2. DE TIJDMETING MET KWARTSKLOKKEN

#### 5.2.1. *Het piëzo-elektrisch kristal als oscillator*

Een piëzo-elektrisch kristal wordt bekomen uit een natuurlijk bergkristal (siliciumdioxide,  $\text{SiO}_2$ ) dat op specifieke wijze wordt gespleten en geslepen. Op de twee zijvlakken van het plaatje wordt een dun laagje gepulveriseerd goud aangebracht. De twee goudlaagjes functioneren als elektroden, waardoor het kristal als een elektrische geleider kan beschouwd worden.

Indien het kristal onderworpen wordt aan mechanische trillingen, dan stelt men elektrische ladingen, van tegengesteld teken, vast op de elektroden. Dit fenomeen is omkeerbaar, tzt. legt men een welbepaalde wisselspanning aan op de elektroden, dan begint het kristal te trillen. De amplitude van de trillingen bereikt een maximum voor de resonantiefrequentie van het kristal, die functie is van de dikte van het kristal :

$$f_0 = \frac{a}{d} \text{ (kHz)} \quad (22)$$

met :  $f_0$  : de eigenfrequentie van het kristal,  
 $d$  : de dikte van het kristal,  
 $a$  : een constante ( $\approx 2800 \text{ kHz}\cdot\text{mm}$ ).

Indien de frequentie van de aangelegde wisselspanning kleine variaties vertoont, dan zal het kristal verder trillen met zijn eigenfrequentie ; het treedt dus op als een regulator van de aangelegde spanning. Het kristal wordt in een luchtledige ruimte geplaatst, waardoor de demping van de trilling uiterst zwak is ; de demping wordt gecompenseerd door een elektronische versterker. Men bekomt een trilsysteem van zeer hoge stabiliteit waarvan de ogenblikkelijke frequentie slechts varieert van  $10^{-11}$  van de nominale frequentie  $f_0$ . Kristallen zijn echter onderhevig aan veroudering, waardoor de nominale frequentie onderhevig is aan «drift», die van de orde is van  $10^{-11}$  per dag. Hierdoor is de frequentie niet rigoureuus constant, daarenboven is deze niet voorspelbaar op langere termijn. De gebreken van kwartsoscillatoren hebben geleid tot de ontwikkeling van automatische correctiesystemen op basis van servomechanismen.

Frequenties van trilsystemen lenen zich goed tot rekenkundige bewerkingen. Met behulp van elektronische kringen kan men een basisfrequentie vermenigvuldigen of delen. Een typisch voorbeeld is de *synthese* waardoor een vrij gekozen frequentie kan afgeleid worden uit de basisfrequentie van een trilkkring.

### 5.2.2. De kwartsklok

Een kwartsklok bestaat uit een kwartsoscillator, een systeem voor frequentiedeling en een telsysteem. De frequentie van de kwartsoscillator is meestal 1 of 5 MHz. Door deling wordt de frequentie teruggebracht tot 1 kHz, teneinde de wijzers te kunnen aandrijven door een synchrone motor. In de moderne kwartsklokken worden tandwielen vermeden en wordt gebruik gemaakt van elektronische tellers die volgens een cascadesysteem werken. Telkens een trap van het systeem een aantal trillingen heeft geteld, gaat de volgende trap vooruit van een eenheid. Zo kan men elektrische impulsen bekomen na duizend trillingen van een kwartskristal met frequentie 1 kHz. De beste veerklokken laten toe de tijd te lezen op 0,01 s na terwijl een kwartsklok de lezing op 0,001 s toelaat, dat is een verhouding van 10.

### 5.3. DE TIJDMETING MET ATOOMKLOKKEN

#### 5.3.1. Elektromagnetische emissie

De trillingen in atomen zijn gesteund op de kwantumtheorie. Elektromagnetische golven vertonen een dubbel karakter, een golfkarakter en een corpusculair karakter (kwantumkarakter).

De elektronen van een atoom kunnen zich slechts op bepaalde energieniveaus in het veld van de kern bevinden. Emissie van EM-straling vindt plaats wanneer elektronen van een hoger op een lager niveau terugvallen. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden tussen spontane emissie en gedwongen emissie. Gedwongen emissie heeft plaats onder invloed van een excitatiestraling. Beschouwen we de niveau's  $E_1$  en  $E_2$ , waarbij niveau  $E_2$  hoger is dan niveau  $E_1$ . De spontane en gedwongen emissie kunnen als volgt voorgesteld worden.

	Vóór de emissie	Na de emissie
Spontane emissie	$E_2$ ————o———— $E_1$ —————	$E_2$ ————— ~~~~~ EM straling $E_1$ ————o————
Gedwongen emissie	$E_2$ ————o———— ~~~~~ EM straling $E_1$ —————	$E_2$ ————— ~~~~~ ~~~~~ EM straling in fase $E_1$ ————o————

Bij spontane emissie is het resultaat een EM-straling, bij gedwongen emissie is na de emissie de excitatiestraling in fase met de emissiestraling. Bij de niveauverandering ( $E_2 \rightarrow E_1$ ) (transitie) ligt de frequentie van de EM-straling rigoureus vast door de betrekking van Planck :

$$E_2 - E_1 = \Delta E = h \cdot f \quad \text{en} \quad f = \frac{\Delta E}{h} \quad (23)$$

met :

- $\Delta E$  : verschil tussen de twee energieniveaus,
- $h$  : constante van Planck ( $6,626 \cdot 10^{-34}$  joule s),
- $f$  : de frequentie van de EM-straling.

#### 5.3.2. Trillingskring en trilholte

Beschouwen we een seriekring met een weerstand  $R$ , een self-inductiespoel  $L$  en een capaciteit  $C$  (fig. 3).

Zij  $\omega$  de pulsatie van de aangelegde wisselspanning  $E$ ,  $V$  het potentiaalverschil en  $i$  de intensiteit van de elektrische stroom in de kring :

$$V = V_0 \sin \omega t \quad (24)$$

$$i = i_0 \sin (\omega t - \varphi) \quad (25)$$

met  $\varphi$  het faseverschil tussen  $V$  en  $i$ . Volgens de wet van Ohm heeft men :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \quad (26)$$

De impedantie van de kring is :

$$Z = \left[ R^2 + \left( L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (27)$$

Is  $L\omega - 1/C\omega = 0$ , dans is  $\varphi = 0$ . Dan zijn  $i$  en  $V$  in fase en  $Z$  is minimaal.

Is  $R$  verwaarloosbaar, dan bekomt men ongedempte *vrije trillingen* met frequentie :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad (28)$$

Is  $R$  niet verwaarloosbaar, dan bekomt men gedempte trillingen met frequentie :

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} \quad (29)$$

Men bekomt een trillingskring of frequentiegenerator.

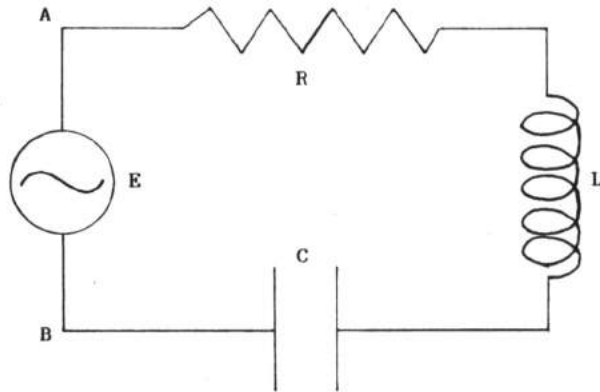


Fig. 3.

Een *trilholte* is een holte die door metalen vlakken is begrensd. Door middel van een coaxiale geleider wordt de holte verbonden met een frequentiegenerator. De holte vertoont de eigenschappen van een zwart lichaam dat alle straling opslorpt ten gevolge van de opeenvolgende weerkaatsingen op de binnenwand van de holte. Een trilholte kan dus beschouwd worden als een trillingskring met een groot aantal eigenfrequenties en kan gebruikt worden bij het tot stand brengen van gedwongen emissie op basis van een welbepaalde emissiefrequentie.

### 5.3.3. Trilsystemen op basis van caesium (fig. 4)

De transitie heeft plaats tussen twee niveaus van het caesiumatoom 133, waarvan de nominale frequentie gelijk is aan 9 192,631770 MHz ( $\lambda = 3,25$  cm). Een straal caesiumatomen (1) gaat door de ruimte tussen twee sterke permanente magneten (2). De vorm van deze ruimte is zodanig opgevat dat tussen de magneten een niet homogeen magnetisch veld ontstaat, waardoor men een scheiding kan bekomen tussen atomen met verschillende niveaus (3). De atomen op laag niveau worden afgeleid, terwijl de andere geconcentreerd en binnengeleid worden in een trilholte (4) die afgestemd is op de transitiefrequentie.

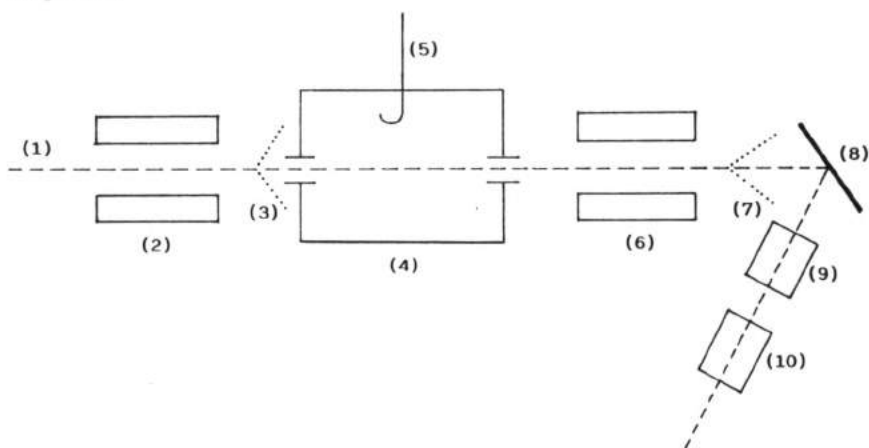


Fig. 4.

Indien de trilholte gevoed wordt door een hoogfrequente bron (5) waarvan de frequentie ongeveer gelijk is aan de transitiefrequentie van de ingevoerde atomen, dan zullen deze naar een lager niveau overgaan. De EM-straling verlaat de holte en wordt gevoerd naar een ruimte tussen een tweede paar permanente magneten (6). Een bijkomende selectie van de atomen wordt doorgevoerd, de atomen die een transitie hebben ondergaan worden afgeleid (7), de andere worden gericht op een gloeidraad (8). De draad ioniseert de atomen en geeft een detectiestroom die door een massaspectrometer (9) geleid wordt teneinde de onzuiverheden te elimineren. Tenslotte gaat de over-

blijvende stroom door een elektronenmultiplicator (10) die aan zijn uitgang de gewenste EM-straling geeft. De trilholve is vrij groot teneinde de interactietijd, gedurende dewelke de atomen onderworpen worden aan het hyperfrequent veld, te verlengen. Hierdoor zal het aantal atomen dat aan transitie onderworpen wordt merkkelijk vergroten.

#### 5.3.4. Trilsysteem op basis van waterstof

De transitie heeft plaats tussen twee niveaus van atomaire waterstof. De transitiefrequentie heeft als gemiddelde waarde :

$$f = 1420,4057517826 \text{ MHz} \pm 0,0033 \text{ Hz.}$$

De relatief grote golflengte ( $\lambda = 21 \text{ cm}$ ) heeft voor gevolg dat een grote trilholve noodzakelijk is, daartegenover staat dat de elektronische kringen eenvoudig zijn. De relatieve fout is dus van de orde  $2 \cdot 10^{-12}$ . In de praktijk spreekt men van een «Waterstofmaser» (Maser : Microwave Amplification by Stimulated Energy of Radiation).

#### 5.3.5. De atoomklok (fig. 5)

Een hyperfrequente generator op basis van cesium of waterstof, zoals we hierboven hebben beschreven, is nog geen atoomklok. Hij moet gekoppeld worden aan een kwartsoscillator die trilt volgens een vaste frequentie, die permanent gecontroleerd wordt door de hyperfrequentie trilling van de generator.

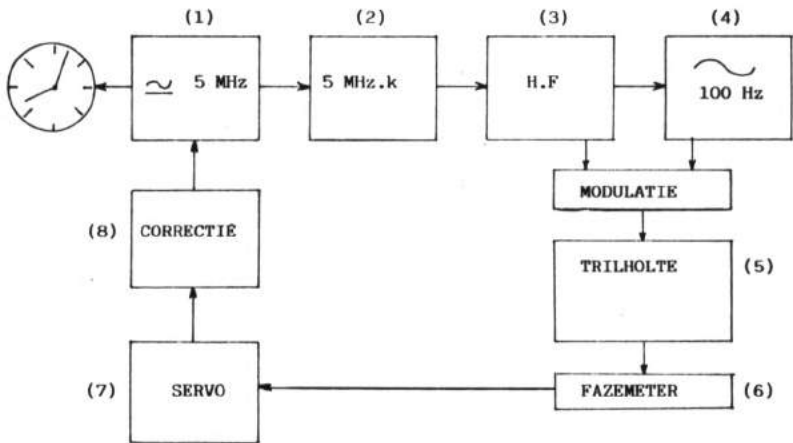


Fig. 5.

De frequentie van de kwartsoscillator (1) is van de orde van 5 MHz en wordt door synthese (2) omgevormd tot een hyperfrequentie (3). De hyperfrequentie (HF) wordt gemoduleerd door een hulposcillator (4) waarvan de

frequentie zeer laag is (vb. 100 Hz). De kleine variatie van de hyperfrequentie aan de ingang van de trilholtte (5) heeft voor gevolg dat de resonantietrilling in de holtte varieert op dezelfde wijze als deze van de hyperfrequentie aan de ingang van de trilholtte. In een fasemeter (6) vergelijkt men de fase van de trilling aan de uitgang van de trilholtte met de fase van de trilling opgewekt door de hulposcillator (4). Zijn de twee signalen niet in fase, dan wordt een foutsignaal opgewekt dat een servomechanisme (7) in werking stelt, dat ingrijpt en de frequentie van de kwartsoscillator wijzigt (8) tot het faseverschil is weggewerkt. Men beschikt zo over een zeer stabiele kwartsoscillator die permanent gecontroleerd wordt door een atoomoscillator.

### 5.3.6. *Karakteristieken van een trilstelsel*

Een trilstelsel kan beoordeeld worden volgens volgende kenmerken :

- *Uniformiteit van de opgewekte frequentie*  
De uniformiteit geeft de variatie van de frequentie ten opzichte van de nominale frequentie. Zij wordt op een relatieve manier uitgedrukt (vb.  $10^{-10} f$ ). Zij kan ook uitgedrukt worden door de standaardafwijking (vb.  $\sigma = 20$  Hz).
- *De stabiliteit*  
De stabiliteit is de relatieve variatie van de frequentie over een bepaalde periode (vb.  $10^{-15}$ /dag).
- *De exactheid*  
De exactheid geeft het verschil tussen de frequentie van het trilstelsel en de referentiefrequentie die dient als basis voor de bepaling van de tijds-eenheid (vb.  $10^{-9}$  s).
- *Frequentieverschil (offset)*  
Geeft het verschil tussen de frequentie van het trilstelsel en de frequentie van een referentietrilstelsel (vb. 5 Hz).

Karakteristieken van een klok :

- *Afreesprecisie*  
Is het kleinste tijdsinterval dat kan afgelezen worden (vb. 1 ns).
- *De exactheid*  
Het verschil tussen de tijd gegeven door de klok en de tijd gegeven door een referentieklok.

## 5.4. DE ATOOMTIJDSCHAAL

### 5.4.1. *De atoomtijd (TA)*

Een atoomklok die permanent werkt, kan beschouwd worden als de generator van de atoomtijdschaal die aanleiding geeft tot de *atoomtijd (TA)*.

De tijdschaal wordt bekomen door integratie van de frequentie van het cesiumatoom 133. De oorsprong van de tijdschaal werd willekeurig gekozen, maar zodanig dat de oorsprong samenviel met een bepaalde epoqe van de UT<sub>2</sub>-tijdschaal.

De tijdseenheid geassocieerd met de atoomtijd wordt bekomen met een relatieve precisie die dezelfde is als de uniformiteit van het trilsysteem. Voor een cesiumklok is de stabiliteit van de orde  $2 \cdot 10^{-12}$ , tzt. duizendmaal beter dan de uniformiteit van de efemeridentijdschaal ( $10^{-9}$ ) en honderdduizendmaal beter dan de uniformiteit van de universele tijdschaal ( $10^{-7}$ ).

#### 5.4.2. De eenheid van de atoomtijd

In 1964 werd volgende definitie aangenomen : de seconde is het tijdsinterval dat overeenkomt met  $9192631770 \text{ Hz} \pm 20 \text{ Hz}$  van de straling opgewekt door de transitie tussen twee niveaus van het caesiumatoom 133. De afleesnauwkeurigheid van de schaal is dus  $10^{-6} \text{ s}$ .

#### 5.4.3. Integratie van verschillende atoomtijdschalen

Er bestaan verschillende atoomklokken verdeeld over de wereld. Ondanks hun uitstekende kwaliteiten zullen de klokken niet dezelfde tijd geven, hierdoor ontstaat een integratieprobleem. Momenteel zijn 18 atoomklokken in het systeem opgenomen.

Onderstellen we dat elke atoomklok aangeduid wordt door een index  $k$ , de overeenkomstige tijd is  $TA(k)$ . Door de mogelijkheden van de tijdoverdracht, die hierna zal besproken worden, kan men de individuele tijdschalen vergelijken en hieruit een *internationale atoomtijdschaal* (TAI) afleiden :

$$TAI = \frac{\sum p_i TA(k)}{\sum p_k} \quad (30)$$

met :  $p_k$  : het gewicht dat aan de klok  $k$  is toegekend.

Het BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) in Parijs is verantwoordelijk voor de TAI-tijdschaal. Om de maand wordt een circulaire verspreid waarin het verschil ( $TAI - TA(k)$ ) wordt gegeven. Voorbeeld : AUS (Canberra) voor november 1990 :

4 nov. : —  $0,08 \mu\text{s}$  ;    14 nov. : —  $0,02 \mu\text{s}$  ;    24 nov. :  $0,03 \mu\text{s}$ .

Als besluit kan men stellen :

1. De atoomtijdschaal is zeer uniform en de afleesnauwkeurigheid is uitstekend ;
2. Door het in gebruik nemen van atoomklokken werd de tijdmeting grondig gewijzigd. Tot 1964 werden de klokken, die dienden als interpolatoren, gecontroleerd door de astronomische tijdschaal. Nu doet men het tegenovergestelde, de atoomklokken stellen ons in staat de onregelmatigheden



in de astronomische tijdschaal vast te stellen. Het is dus logisch de tijdmeting af te stemmen op atoomklokken.

## 6. Actuele tijdschaal

### 6.1. INLEIDING

De atoomtijdschaal is uitstekend, zowel wat de uniformiteit als de afleesbaarheid betreft. De schaal heeft nochtans het nadeel dat zij *totaal los* staat van vroeger gebruikte tijdschalen gesteund op de aardrotatie (UT), bijgevolg staat zij los van de schijnbare beweging van de zon en los van het dagelijkse leven. Op 1 januari 1958 werd gesteld :

$$UT_2 - TAI = 0,0034 \text{ s.}$$

Op 1 januari 1968 was het verschil :

$$UT_2 - TAI = - 6 \text{ s.}$$

De  $UT_2$ -tijdschaal loopt dus achter op de internationale atoomtijd. Naarmate de tijd vordert, wordt dit verschil steeds groter. Naast de  $UT_2$ -tijdschaal, de meest uniforme schaal, wordt de  $UT_1$ -tijdschaal gebruikt door geodeten en navigatoren bij de positiebepaling door waarneming van hemellichamen. In deze toepassingen moet op het ogenblik van de waarneming rekening gehouden worden met de poolbeweging, maar niet met de variatie van de rotatiesnelheid van de aarde. Het is dus klaar dat voor deze gebruikers alleen de  $UT_1$ -tijd in aanmerking komt.

Zoals de  $UT_2$ -tijd loopt de  $UT_1$ -tijd ook achter op de TAI. Om te voldoen aan de behoeften van de zeevaart moest een compromis gevonden worden tussen de TAI- en de  $UT_1$ -tijdschaal. Door het feit dat de UT-tijd steeds meer achterloopt op de TAI zullen zich op langere termijn problemen stellen voor het dagelijkse leven. Inderdaad, vermits het opgaan en ondergaan van de zon totaal onafhankelijk zijn van de TAI-tijdschaal, zou men als extreem voorbeeld kunnen stellen dat de zon door de bovenmeridiaan (middag) gaat van een plaats terwijl de TAI-tijd 18 uur aangeeft.

Als besluit kan men stellen dat TAI moet gebruikt worden, gezien zijn zeer grote uniformiteit, maar dat hij moet aangepast worden aan de behoeften van de zeevaart en dat hij daarenboven rekening moet houden met de rotatie van de aarde.

### 6.2. DE UNIVERSELE GECOÖRDINEERDE TIJDSCHAAL

Deze tijdschaal wordt door UTC voorgesteld. De UTC werd ingevoerd in 1972 en moet beschouwd worden als een compromis tussen de TAI en de  $UT_1$ . De UTC-tijdschaal is niets anders dan de TAI-tijdschaal, verschoven over een *geheel aantal seconden* teneinde zo goed mogelijk aan te sluiten

bij de  $UT_1$ -tijdschaal. Volgens een internationale overeenkomst mag het verschil tussen de TAI en de  $UT_1$  niet groter zijn dan 0,9 s. De UTC-tijdschaal loopt per jaar ongeveer 1 seconde achter op de TAI. Het verloop van de TAI-, UTC- en  $UT_1$ -tijdschalen wordt door fig. 6 voorgesteld. Op 1 januari 1991 liep de UTC 26 seconden achter op de TAI.

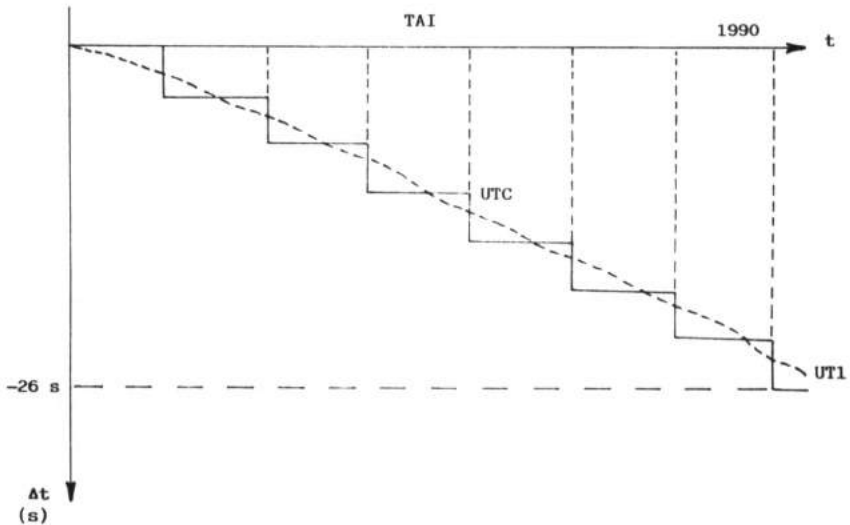


Fig. 6. — Verloop van de TAI-, UTC- en  $UT_1$ -tijdschalen.

De UTC-tijdschaal is de enige universele tijdschaal, het is de enige die verspreid wordt. De UTC-schaal wordt bijgehouden door 44 observatoria. Zijn  $UTC(i)$  de verschillende schalen, dan kan hieruit de UTC afgeleid worden. Het BIPM is verantwoordelijk voor de UTC-tijdschaal. Om de maand wordt een circulaire verspreid waarin het verschil ( $UTC - UTC(i)$ ) wordt gegeven. Als voorbeeld beschouwen we twee tijdschalen uit de circulaire.

UTC- $UTC(i)$ (in $\mu s$ )				
Datum	KOB (Brussel)		Parijs	
	staat	gang	staat	gang
25/10/90	10,65	— 0,30	— 0,30	— 0,04
04/11/90	10,95	— 0,31	— 0,26	— 0,03
14/11/90	11,26	— 0,29	— 0,23	— 0,03
24/11/91	11,55	— 0,20	— 0,20	— 0,03

### 1. *Brussel*

Men stelt vast dat de KOB-klok achter loopt op de UTC, de *staat* van de klok (cf. 2.4) wordt groter. De *gang* voor een periode van 10 dagen is uniform en van de orde van  $-0,3 \mu\text{s}$ .

### 2. *Parijs*

De klok loopt momenteel voor, de *staat* van de klok wordt groter. De *gang* voor een periode van 10 dagen is van de orde van  $-0,03 \mu\text{s}$ .

De *staat* van de klokken verloopt lineair, de *gang* is constant.

## 7. De tijdoverdracht

### 7.1. INLEIDING

In de praktijk moet de tijdschaal en de tijdeenheid overgedragen kunnen worden van plaats A naar de plaatsen B, C, ..., X, en omgekeerd. Verschillende methoden werden ontwikkeld.

### 7.2. TERRESTRISCHE OVERDRACHTEN VAN DE TIJD

Bij terrestrische overdracht wordt beroep gedaan op radiosignalen. Gezien de snelheid van de elektro-magnetische golven kan de overdracht gebeuren met een minimum aan precisieverlies, mits rekening te houden met de transmissietijd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van verschillende transmissiesystemen die opereren in verschillende banden van het elektro-magnetisch spectrum van de radiogolven. Enerzijds wordt bijkomstig gebruik gemaakt van bestaande navigatiesystemen, anderzijds werden specifieke tijdoverdrachtsystemen ontwikkeld.

#### 7.2.1. *Het OMEGA-systeem*

In band 4 (VLF/3 — 30 kHz) bestaat het OMEGA hyperbolisch navigatiesysteem dat voor de tijdoverdracht in aanmerking komt. Het bestaat uit acht stations, bestrijkt de ganse wereld en werkt volgens het principe van overtolligheid, waardoor op elke plaats en op elk ogenblik ten minste vier van de acht stations kunnen ontvangen worden. De nauwkeurigheid in absolute positiebepaling is van de orde van 3 km, wat overeenkomt met een vijftal seconden in tijd. Wordt de relatieve positiebepaling gebruikt, dan komt men tot een nauwkeurigheid van 0,5 km of 1 seconde in tijd.

#### 7.2.2. *Het LORAN-C systeem*

In band 5 (LF/30 — 300 kHz) bestaat het LORAN-C navigatiesysteem dat eveneens in aanmerking komt voor tijdoverdracht. Het bestrijkt slechts delen van het noordelijk halfrond en is zeer geschikt voor het bijhouden van de UTC- en TAI-tijdschalen. De nauwkeurigheid is van de orde van 0,1 s.

### 7.2.3. *Het SLR en VLBI systeem*

SLR : Satellite Laser Ranging.

VLBI : Very Long Base Interferometry.

Het systeem bestaat uit een aantal grondstations die de hierboven geciteerde waarnemingstechnieken gebruiken voor de geodetische plaatsbepaling. De nauwkeurigheid van de tijdoverdracht is van de orde van de microseconde.

### 7.2.4. *Het «standaard tijd en frequentie» systeem*

Het systeem bestaat uit een aantal stations die een tijdcode uitzenden. Europa wordt goed door het systeem bediend, dank zij vier stations die een continue dienst verzekeren. De ontvangst van de tijdsignalen kan gebeuren met eenvoudige ontvangers. De nauwkeurigheid van de overdracht is van de orde van de milliseconde.

### 7.2.5. *Het televisie-systeem*

In de gebruikelijke televisiesignalen bestaan synchronisatiepulsen die kunnen dienen als tijdreferenties. De methode is gesteund op de vergelijking van de ontvangstepoqoe van een televisiepuls met de corresponderende puls gegeven door een lokale klok. De nauwkeurigheid is van de orde van enkele tientallen nanoseconden.

## 7.3. RUIMTELIJKE OVERDRACHT VAN DE TIJD

Er werden een aantal technieken ontwikkeld voor de tijdvergelijking en de tijdoverdracht op basis van satellietwaarnemingen. De bestaande technieken zijn gesteund hetzij op de «één-weg»-verbinding van de satelliet naar het grondstation, hetzij op de «dubbele-weg»-verbinding van de satelliet naar het grondstation en omgekeerd. De meest relevante systemen zijn :

### 7.3.1. *Het transit-systeem*

Het «Navigation Satellite System» (NNSS) is een navigatiesysteem en was het eerste dat ook voor geodetische plaatsbepaling gebruikt werd. Het principe steunt op Doppler metingen van EM-golven die door de satelliet worden uitgezonden. Een grondklok kan gesynchroniseerd worden met een maximum fout van de orde van 30 tot 40 microseconden ten opzichte van de UTC-tijdschaal. Het transit-systeem was het eerste dat over de ganse wereld kon toegepast worden.

### 7.3.2. *Het geostationair systeem*

Het maakt gebruik van de geostationaire USA meteorologische satellieten. Door een grondstation dat beschikt over een moederklok worden tijdsignalen en een volledige datering naar de satelliet overgeseind, ook de correctie van

de  $UT_1$ -tijd en de correcties van de satellietposities zijn in het signaal vervat. De ontvangen informatie wordt vervolgens naar grondstations uitgezonden waar de tijd vergeleken wordt met de lokale UTC-tijd.

Ook de ESA «Meteosat» satellieten en de Japanse GMS meteosatelliet zullen in de toekomst kunnen gebruikt worden voor de tijdoverdracht.

### 7.3.3. Het GPS-systeem

Dit is ongetwijfeld het systeem van de toekomst omdat het verbonden is met het GPS-navigatiesysteem dat bestaat uit 21 satellieten. het GPS-navigatiesysteem beschikt over een eigen GPS-tijdschaal die zeer dicht aansluit bij de UTC-tijdschaal. Langs de GPS-tijdschaal om kan de UTC-tijdschaal in reële tijd over de wereld verspreid worden met een fout van enkele microseconden. Daartegenover staat de grote precisie van de tijdvergelijkingen die van de orde van de nanoseconde is.

#### — De tijdoverdracht

Bij de tijdoverdracht zijn volgende schalen betrokken :

$T$  : de ideale GPS-tijdschaal bijgehouden in een grondstation en dient om de tijdschalen in de GPS satellieten te synchroniseren.

$T_S$  : de tijdschaal van de klok in satelliet  $S$ .

$T_{S,i}$  : de tijdschaal  $T_S$  waargenomen door de waarnemer  $i$ .

Al deze schalen worden verondersteld gesynchroniseerd te zijn met de TAI- en UTC-tijdschalen. De verschillen tussen de schalen zijn :

$T - T_S$  :  $\sigma < 10$  ns

$T_S - T_{S,i}$  : in het geval van caesiumklokken in de satellieten en de hypothese dat de geodetische coördinaten van het ontvangstation gekend zijn, moet een onderscheid gemaakt worden volgens de wijze waarop de ionosferische correctie wordt toegepast :

— door een model :  $\sigma \approx 20$  tot 40 ns

— door een meting :  $\sigma \approx 20$  ns

Maar de  $T$ -tijdschaal wordt op haar beurt vergeleken met de klok van het «US Naval Observatory», deze UTC (USNO)-tijdschaal wordt als absolute referentie beschouwd. Het verschil  $T - UTC$  (USNO) is van de orde van enkele nanoseconden. Verder moet  $UTC - UTC$  (USNO) kleiner gehouden worden dan  $1 \mu s$ .

De *ogenblikkelijke toegang* tot de UTC-tijd door GPS satellieten is mogelijk op enkele microseconden na. De GPS-ontvangers hoeven slechts één kanaal te hebben wanneer ze uitsluitend voor de tijdoverdracht gebruikt worden. Wanneer een *uitgestelde toegang* tot de UTC tijd nagestreefd wordt, kan gebruik gemaakt worden van de BIPM circulaire.

— *De tijdvergelijking*

In de tijdvergelijking wordt de stabiliteit van de frequenties van de oscillatoren gecontroleerd. Een bepaald tijdsinterval komt overeen met een bepaald aantal trillingen of cyclussen.

— *Besluit*

Naarmate betere modellen voor de ionosferische en troposferische refractie beschikbaar zullen zijn, zal de tijdoverdracht verbeterd worden. Daarenboven zal de positiebepaling van de satellieten in de toekomst verbeterd worden.

7.4. UNIFORMITEIT EN AFLEESPRECISIE VAN DE TIJDSCHALEN

Volgende tabel geeft de uniformiteit en de afleesprecisie van de verschillende tijdschalen.

	UNIFORMITEIT	AFLEESPRECISIE (in seconden)
TA	$10^{-12}$ (waterstof)	$10^{-6}$
	$10^{-11}$ (caesium)	
	$10^{-10}$ (rubidium)	
ET	$10^{-9}$	$10^{-2}$
UT	$10^{-7}$	$10^{-3}$

Opmerking : de tijdeenheid die behoort bij elk van deze schalen heeft een relatieve precisie die dezelfde is als deze van de uniformiteit.

**8. Tijdmeting in België**

Tot 1827 kende men in België de plaatselijke ware zonnetijd gegeven door zonnewijzers en bijgehouden door mechanische klokken. De Belgische steden hadden hun eigen lokale tijd, in Brussel was de tijdmeting verschillend van west naar oost.

In het proces-verbaal van 17 maart 1827 pleit de gemeenteraad van Brussel voor een gemiddelde en enige tijd. De gekende uurwerkmaker A. C. Sacré krijgt de opdracht een moederklok met klokkenspel te bouwen, alle andere klokken zouden zich afstemmen op de moederklok.

In 1835 reed de eerste trein tussen Brussel en Mechelen, dit nieuw «snel» communicatiemiddel zou de tijdmeting grondig beïnvloeden, want het werd

duidelijk dat bij verdere uitbouw van het spoorwegnet een enige Belgische tijd noodzakelijk was.

Op 22.02.1836 vaardigt Leopold I een decreet uit dat voorziet in een coördinatie van de Belgische tijdmeting. Hierin worden twee trappen voorzien :

— Naast de meridiaankijker in Brussel werden kleine meridiaankijkers voorzien in Antwerpen, Brugge, Gent, Luik en Oostende. Zij werden opgesteld door A. Quetelet, directeur van het Observatorium en professor in de astronomie en geodesie, verbonden aan de Militaire School.

— In andere kleinere steden van het Rijk worden meridiaanwijzers voorzien. De lengteverschillen tussen de verschillende meridianen lieten toe de tijd te synchroniseren.

In 1871 organiseerde België «het eerste internationaal geografisch congres» in Antwerpen. Er werd aangedrongen op de bepaling van een referentiemeridiaan. Het was pas in 1883 dat in Rome resoluties werden aangenomen met betrekking tot een universele tijdschaal en een referentiemeridiaan. In 1884 werd de meridiaan van Greenwich aangenomen na lange polemieken tussen Engelse en Franse afgevaardigden, deze laatste verkozen de meridiaan van Parijs. Het doorslaggevend argument was echter dat sedert 1767 de meridiaan van Greenwich werd gebruikt bij het opstellen van de «Nautical Almanach». Van dan af kon gedacht worden aan een universele Greenwich-tijd.

Het *Belgisch Staatsblad* van 30 april 1892 legt de tijdmeting in België vast, het is de UT (universal time) of middelbare tijd van Greenwich. Vanaf 1916 wordt de wettelijke tijd bepaald als zijnde UT + 1 uur. Vanaf 1925 wordt een onderscheid gemaakt tussen zomertijd (UT + 2 uur) en wintertijd (UT + 1 uur). Vanaf 1977 steunt de Belgische tijdschaal op de UTC-tijdschaal (universal time coordinated) die afgeleid is van de atoomtijdschaal.

TABLE DES MATIÈRES — INHOUDSTAFEL

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

Séance du 15 janvier 1991/Zitting van 15 januari 1991 .....	98 ; 99
Séance du 19 février 1991/Zitting van 19 februari 1991 .....	106 ; 107
P. BOUVIER. — Lomé IV : Quoi de neuf ? .....	111
Séance du 19 mars 1991/Zitting van 19 maart 1991 .....	128 ; 129
A. HUYBRECHTS. — Le développement des petites et moyennes entreprises dans les pays en voie de développement en général et en Afrique noire en particulier .....	133

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

Séance du 22 janvier 1991/Zitting van 22 januari 1991 .....	144 ; 145
Séance du 26 février 1991/Zitting van 26 februari 1991 .....	148 ; 149
E. COPPEJANS & W. F. PRUD'HOMME VAN REINE. — The oceanographic Snellius-II expedition. Botanical results. List of stations and collected plants .....	153
Séance du 26 mars 1991/Zitting van 26 maart 1991 .....	196 ; 197
A. LAVALRÉE. — L'étude des Santalaceae de l'Afrique centrale .....	201

Classe des Sciences techniques  
Klasse voor Technische Wetenschappen

Séance du 25 janvier 1991/Zitting van 25 januari 1991 .....	214 ; 215
W. LOY. — De doline, een wereldwijd verschijnsel .....	219
Séance du 22 février 1991/Zitting van 22 februari 1991 .....	228 ; 229
Séance du 29 mars 1991/Zitting van 29 maart 1991 .....	232 ; 233
U. VAN TWEMBEKE. — Historische en actuele aspecten van de tijdmeting .....	235



## CONTENTS

### Section of Moral and Political Sciences

Meeting held on 15 January 1991 .....	98 ; 99
Meeting held on 19 February 1991 .....	106 ; 107
P. BOUVIER. — Lomé IV : What news ? .....	111
Meeting held on 19 March 1991 .....	128 ; 129
A. HUYBRECHTS. — The development of small and medium-sized enterprises in developing countries in general and particularly in black Africa .....	133

### Section of Natural and Medical Sciences

Meeting held on 22 January 1991 .....	144 ; 145
Meeting held on 26 February 1991 .....	148 ; 149
E. COPPEJANS & W. F. PRUD'HOMME VAN REINE. — The oceanographic Snellius-II expedition. Botanical results. List of stations and collected plants .....	153
Meeting held on 26 March 1991 .....	196 ; 197
A. LAWALRÉE. — The study of the Santalaceae of Central Africa .....	201

### Section of Technical Sciences

Meeting held on 25 January 1991 .....	214 ; 215
W. LOY. — The sinkhole, a world-wide phenomenon .....	219
Meeting held on 22 February 1991 .....	228 ; 229
Meeting held on 29 March 1991 .....	232 ; 233
U. VAN TWEMBEKE. — Historical and present aspects of the measurement of time .....	235