KAOW - ARSOM

MEDEDELINGEN DER ZITTINGEN

BULLETIN DES SEANCES

52 (4)

KONINKLIJKE ACADEMIE VOOR OVERZEESE WETENSCHAPPEN

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES D'OUTRE-MER

Sous la Haute Protection du Roi

ISSN 0001-4176

2006

Bericht aan de auteurs

De Academie geeft de studies uit waarvan de wetenschappelijke waarde door de betrokken Klasse erkend werd.

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

Avis aux auteurs

L'Académie publie les études dont la valeur scientifique a été reconnue par la Classe intéressée.

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

Abonnement 2006 (4 nummers — 4 numéros) : 70,00 €

Defacqzstraat 1 bus 3
B-1000 Brussel (België)

rue Defacqz 1 boîte 3
B-1000 Bruxelles (Belgique)

ERRATUM

Mededelingen der Zittingen **52** (2006-3), **Lofrede F. Bontinck** (blz. 351-364).

Deze lofrede werd opgesteld door Jean-Luc VELLUT.

ERRATUM

Bulletin des Séances **52** (2006-3), **Eloge F. Bontinck** (pp. 351-364).

Cet éloge a été rédigé par Jean-Luc VELLUT.

KAOW - ARSOM

MEDEDELINGEN DER ZITTINGEN

BULLETIN DES SEANCES

52 (4)

KONINKLIJKE ACADEMIE VOOR OVERZEESE WETENSCHAPPEN

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES D'OUTRE-MER

Sous la Haute Protection du Roi

ISSN 0001-4176

2006

WETENSCHAPPELIJKE MEDEDELINGEN

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

Plenaire zitting van 19 oktober 2006

Séance plénière du 19 octobre 2006

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 397

Inleiding / Introduction

door / par

Jean MARCHAL *

Excellences, Mesdames et Messieurs les Présidents et Secrétaires perpétuels, chers Consœurs et Confrères, Mesdames, Messieurs,

Je suis particulièrement heureux de vous accueillir, en tant que président de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, dans ce lieu prestigieux, pour cette manifestation qui marque le début de l'année académique 2006-2007.

De geplogenheden en het multidisciplinaire karakter van onze instelling getrouw, wordt vandaag het woord gegeven aan elk van de drie Klassen.

De Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen wordt vertegenwoordigd door haar directeur, Mevrouw Firouzeh Nahavandi, die ons zal onderhouden over haar geboorteland, Iran, en meer bepaald over het kernenergiebeleid dat daar gevoerd wordt.

De Heer Morgan De Dapper, voormalig directeur van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, zal het over het probleem van de verwoestijning hebben.

Quant à moi-même, au nom de la Classe des Sciences techniques, je vous proposerai un projet de recherche / développement d'une technologie de transport fluvial en Amazonie.

Nous aurons également aujourd'hui le grand plaisir de fêter le lauréat du Prix Lucien Cahen 2006, ainsi que les quatre autres lauréats des Concours organisés chaque année par notre Académie.

Enfin, comme il est de coutume, les différents exposés seront ponctués d'intermèdes musicaux.

Sans plus attendre, je cède la parole à Madame Nahavandi en vous souhaitant une très agréable séance.

---

* Voorzitter van de Academie, Defacqzstraat 1/3, B-1000 Brussel (België). / Président de l'Académie, rue Defacqz 1/3, B-1000 Bruxelles (Belgique).

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 399-404

La culture politique en Iran: la question du nucléaire *

par

Firouzeh NAHAVANDI **

RESUME. — La question du nucléaire iranien est devenue depuis quelque temps un des points importants de l'agenda international tant du point de vue économique que politique et géostratégique. Cette évolution occulte probablement le contexte historico-culturel dans lequel elle s'insère pour les Iraniens, rendant difficile la compréhension du phénomène pour les négociateurs étrangers. C'est sur ce contexte influant la culture politique iranienne que se penche ma communication.

SAMENVATTING. — *De politieke cultuur in Iran: de kwestie van de nucleaire energie.* — De kwestie van de Iraanse nucleaire energie is sedert enige tijd een van de belangrijke punten van de internationale agenda, zowel vanuit een economisch als vanuit een politiek en geostrategisch standpunt gezien. Deze evolutie verhult waarschijnlijk de historisch-culturele context waarin zij voor de Iraniërs moet gezien worden, waardoor het begrip van het fenomeen voor de vreemde onderhandelaars bemoeilijkt wordt. Het is over deze context, die de Iraanse politieke cultuur beïnvloedt, dat mijn voordracht handelt.

SUMMARY. — *Political Education in Iran: The Issue of Nuclear Energy.* — For some time the issue of Iranian nuclear energy has become one of the key points on the international agenda from the economic as well as political and geostrategic standpoint. This evolution is likely to obscure the historic and cultural context into which it fits for the Iranians, so that foreign negotiators find it difficult to understand the phenomenon. It is this context, which influences the Iranian political education, my paper deals with.

1. Introduction

Sur la scène internationale, l'inquiétude sur le programme d'enrichissement d'uranium de l'Iran, processus qui peut permettre de fabriquer du combustible pour les centrales nucléaires civiles ou des matériaux pour des bombes atomiques, est grande.

---

* Lecture faite à la séance plénière du 19 octobre 2006. Texte reçu le 16 janvier 2007.
** Directeur de la Classe des Sciences morales et politiques; dir. Institut de Sociologie, Université Libre de Bruxelles, av. Jeanne 44, B-1050 Bruxelles (Belgique).

Les différentes autorités iraniennes ne cessent de réaffirmer que leur pays n'arrêtera jamais l'enrichissement. Dans le même temps, des propositions allant dans le sens d'une négociation prennent au dépourvu la communauté internationale et en particulier les négociateurs.

Les propos contradictoires des dirigeants iraniens ne sont pas sans rappeler ceux de Kroutchev sur la question des missiles de Cuba en octobre 1962 et le contexte d'incertitude dans lequel le Président américain de l'époque, J. F. Kennedy, avait dû prendre une décision sur une attaque éventuelle de Cuba, en s'appuyant sur une lecture des intentions véritables de son homologue soviétique: pacifiques ou belliqueuses?

Dans le cas iranien, les positions parfois contradictoires des pays occidentaux obscurcissent un peu plus — si besoin était — le dossier.

2. La culture politique

Dans cette communication, mon propos est de mettre en évidence que, quelle que soit la sensibilité de ce dossier — dont il est impossible d'aborder ici toutes les facettes —, la position iranienne et le style de négociation mené par les dirigeants sont le reflet de ce que nous pourrions qualifier «une culture politique» dont les racines sont bien plus anciennes que le XX^{e} siècle.

Une analyse des références et des arguments qui étayent les discours politiques iraniens, tant intérieurs que ceux destinés à la communauté internationale, illustre cette affirmation.

Depuis le début, la République islamique souffle le chaud et le froid.

Ainsi, nous entendons le Président Ahmadinejad en même temps fustiger Israël et affirmer que le programme nucléaire iranien ne constitue en aucun cas une menace pour Israël.

Le directeur de l'agence atomique iranienne, Laridjani, dit d'abord que son pays enrichira l'uranium à 20 % puis, plus tard, qu'il n'en a pas l'intention.

Comment comprendre, d'une part, les propos des dirigeants mettant l'accent sur la nécessité de développer un programme nucléaire, considéré par la communauté internationale comme plus que suspect, et de l'autre, les assurances de ces mêmes personnes sur le caractère non belliqueux de ce programme?

L'argument iranien porte constamment sur la nécessité pour le pays de répondre à l'explosion démographique et, dès lors, de gérer une demande croissante d'énergie alors que le pétrole, ressource dont dispose actuellement le pays, est par essence épuisable. Par ailleurs, l'accent est constamment mis, quelles que soient les intentions iraniennes, sur le fait qu'au niveau international, permettre à certains pays de posséder l'arme nucléaire et en empêcher d'autres, constitue une injustice flagrante et l'introduction de deux poids deux mesures dans les relations internationales.

D'autre part, les Iraniens considèrent qu'à la suite de leur expérience dans leur guerre avec l'Irak les lois internationales ne sont pas fiables. Elles «ne sont que de l'encre sur du papier», avait dit Rafsandjani lorsqu'il était président du Parlement à cette période.

Pourtant: «Bien que rien ne justifie le renvoi illégitime par certaines parties du dossier iranien devant le Conseil de sécurité de l'ONU, nous avons préparé notre réponse pour tracer la voie des négociations honnêtes», a dit Laridjani.

Les propos iraniens sont toujours en demi-teinte, ni oui ni non, comme l'atteste la contre-proposition de Téhéran au paquet de mesures incitatives offert par les grandes puissances en échange d'une suspension de l'enrichissement d'uranium, au cours des négociations.

Dans ce dossier, comme dans d'autres tout au long de leur histoire, les Iraniens répondent «à l'iranienne», c'est-à-dire avec une multitude de détours. L'Iran joue constamment un double jeu qui ne facilite pas le décryptage des signaux contradictoires par les experts et les diplomates occidentaux.

Pourtant, l'histoire récente de ce pays (guerre Iran-Irak, prise d'otages à l'ambassade iranienne) montre également qu'après une période de défi et de déclarations intempestives, l'Iran revient toujours à la sagesse. C'est ce que nous pouvons espérer dans ce cas aussi, sauf dérapage dû à certaines forces radicales.

Ce qui peut sembler un bras de fer engagé par les Iraniens — et qui peut-être l'est — est pourtant un style de négociation ancré dans l'expérience historique et culturelle d'un pays qui, de puissance historique, s'est progressivement retrouvé soumis, contrôlé et contraint de défendre son indépendance dans des conditions inégales.

Par ailleurs, la position géographique de ce pays explique l'intérêt pour l'Iran, tout comme ses ambitions et ses craintes [1]*. Cette relation au monde conduit ce pays à osciller entre le dehors et le dedans, le désir de reconnaissance et le repli sur soi.

Conscients du rôle régional de leur pays et de leur histoire, les Iraniens ont pour le monde un intérêt qui est le prolongement du sentiment d'exception de la nation iranienne [2].

Pays multiethnique, mais à l'histoire millénaire commune au-dessus des appartenances ethniques, l'Iran est considéré par la majorité de sa population comme une nation d'abord historique et non ethnique [3]. Cet état de fait alimente un profond sentiment d'iranité [4], caractéristique de la culture politique. Ce sentiment d'appartenance à l'une des nations les plus vieilles du monde alimente aussi la culture comme elle permet toutes sortes d'instrumentalisations.

Le nationalisme joue dans ce contexte un rôle constant. L'extraordinaire continuité de l'histoire et l'existence d'une civilisation très complexe et sophistiquée

---

* Les chiffres entre crochets [ ] renvoient aux notes et références, p. 404.

ont donné une expérience diversifiée, mais duelle et schizophrénique, provenant d'un passé riche, impérial et somptueux. Les Iraniens n'oublient pas que leur histoire remonte à deux millénaires avant Jésus-Christ. Aussi lointain que cela puisse paraître, l'empire achéménide, fondé en 550 av. J.-C., qui comprit dans sa période de gloire un vaste territoire allant de l'Egypte jusqu'à la plus grande partie de la Grèce actuelle, incluant le Soudan, la Libye et l'Asie mineure, fait encore écho dans l'esprit iranien et revient dans le discours de ses dirigeants. La conscience d'avoir alimenté la civilisation musulmane des meilleures œuvres architecturales, de la plus grande littérature et des progrès scientifiques reste importante.

Toutefois, cette conscience de grandeur est aussi alimentée par un sentiment d'infériorité et d'insécurité dérivant de l'expérience de multiples ruptures et invasions vécues par ce pays et par la domination étrangère. La première est probablement l'invasion arabe qui a abouti à l'islamisation de ce pays au VII^e siècle, suivie des invasions mongoles, afghanes et enfin des essais de domination du voisin du Nord, la Russie, et plus généralement des luttes d'influences de ce que nous appellerions aujourd'hui les puissances du Nord: Grande-Bretagne, Russie, puis Union soviétique et Etats-Unis d'Amérique.

D'une lecture des événements du passé, il ressort pour les Iraniens qu'ils ont toujours été victimes de complots et d'intrigues perpétrés dès le XIX^e siècle et qui perdurent aujourd'hui avec la question nucléaire. Pertes de territoires dans le Caucase au profit des Russes, perte du pétrole au profit des Britanniques, partage du territoire entre Russes et Britanniques au XX^e siècle (1907-1908), invasion alliée pendant la Deuxième Guerre mondiale, en dépit de la neutralité proclamée par l'Iran, différentes interventions américaines plus tard... Les référents alimentant ce sentiment de victimisation ne manquent pas.

Le monde est ainsi source de méfiance et d'anxiété. La diplomatie iranienne est donc marquée par la crainte constante de l'encerclement et une préoccupation exacerbée de sécurité et d'indépendance nationale. Position qui peut frôler la «schizophrénie» [5] et la «paranoïa» [6].

Dans ce cadre de pensée et de références historiques, les événements n'ont jamais une explication simple, ils peuvent résulter d'obscures forces manipulant la réalité. Il en ressort une suspicion et une arrogance combinées avec une détermination d'indépendance et un désir de ne pas se compromettre avec l'étranger, et ce, même si l'histoire a montré que les compromissions avec l'étranger ont aussi été monnaie courante.

La culture politique et le sentiment de victimisation sont exacerbés par la religion qui joue un rôle primordial mais pas unique. En effet, le chiisme a été choisi au XVI^e siècle comme religion d'Etat alimentant l'unité et l'exception. Il a été fait religion d'Etat pour se démarquer des voisins ottomans et sunnites avec qui l'Iran était en guerre mais, au-delà, pour se différencier des Arabes sunnites dans leur majorité. Et aujourd'hui, le chiisme est de nouveau un paravent contre le sentiment d'être cernés par les Sunnites et les Arabes soutenus et contrôlés par les Américains.

Le chiisme renforce aussi le culte du martyr, la notion de victimisation et de complot extérieur. Car l'histoire des débuts du chiisme a été, selon la version chiite, celle de l'usurpation du pouvoir par les Sunnites et celle des meurtres, assassinats et exécutions divers touchant les Chiites.

Nous sommes face à un «monde baroque» relevant d'un sens de l'extravagant qui a produit une approche de type labyrinthique de la politique qui reflète l'insécurité historique sous le poids de la monarchie absolue, de la domination étrangère et de la religion.

C'est une expérience qui prédispose à ne jamais se sentir maître de son destin, mais plutôt à se considérer comme sujet de manipulation.

3. Le dossier nucléaire

Le dossier nucléaire, à travers la déclaration des dirigeants iraniens, illustre toutes ces caractéristiques.

3.1. References constantes a la nation

— «La République islamique ne craint pas de rétablir des relations avec les puissances occidentales, mais il faut étudier la manière de le faire de sorte que l'indépendance, la fierté et l'estime de soi de la nation iranienne n'en souffrent pas...» (A. Ahmadinejad).

— «Acquérir une technologie nucléaire pacifique est une exigence de l'ensemble de la nation iranienne...» (A. Ahmadinejad).

— «On nous dit que l'Iran ne doit pas avoir accès à la technologie nucléaire. Ce n'est pas une bonne parole pour l'Iran, doté d'une vieille civilisation...» (A. Ahmadinejad).

— «Nous ne nous soumettrons pas à l'étranger et nous ne sacrifierons pas notre dignité» (A. Ahmadinejad).

3.2. References constantes a l'injustice

— «L'Iran est victime d'apartheid nucléaire» (Laridjani).

— «Pourquoi nous priver de la technologie nucléaire? Pourquoi Israël et le Pakistan y auraient droit et pas nous?» (Laridjani).

3.3. Reference a l'histoire du petrole

— «Le nucléaire est devenu une source de fierté nationale dont l'importance est aussi cruciale que le pétrole quand il fut nationalisé. Il est illusoire de vouloir arrêter le programme nucléaire de l'Iran, il est impossible d'enlever aux Iraniens comme en 1953, la fierté d'accéder au club des puissances dissuasives» (Moussavi).

4. Conclusion

En ce qui concerne le nucléaire, si nous acceptons que toute politique étrangère suppose une permanence des principes et des objectifs, et ce, quels que soient les gouvernements qui se succèdent, pour les Iraniens, la continuité est bien la règle dans ce dossier. La revendication du nucléaire à des fins pacifiques a été et reste un objectif d'ordre macropolitique constant en Iran. Toutefois, il est aussi certain que cette revendication et les négociations en cours sont alimentées par une histoire particulière et des référents religieux spécifiques qui entraînent une culture politique prenant au dépourvu les négociateurs étrangers.

NOTES ET REFERENCES

[1] Voir à ce propos F. Tellier, *L'heure de l'Iran*, Paris, Ellipses, coll. Mondes Réels, 2005, p. 97.

[2] Cette idée a été, entre autres, développée par G. Fuller, *Centre of the Universe: The Geopolitics of Iran*, Colorada, Westview Press, 1991, p. 1.

[3] Voir à ce propos R. Delcorde, «Iran: Geopolitics and Regional environment», in *Studia Diplomatica,* Relations between the Islamic Republic of Iran, the European Union and Belgium, **LV** (2002-n° spécial): 575-584; 44.

[4] Voir à ce propos le dernier ouvrage de G. Spitaels, *La triple insurrection islamiste*, Bruxelles, Luc Pire, 2005, p. 289.

[5] Terme employé par Fuller.

[6] Terme employé par F. Adelkhah.

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 405-418

«Recherche & Développement» et transfert des connaissances relatifs à un projet de transport fluvial en Amazonie *

par

Jean MARCHAL **

RESUME. — Le projet de «Recherche & Développement» présenté, illustre bien les acquis d'une longue collaboration entre l'Université de Liège et l'Université Centrale de l'Equateur. Une consolidation des résultats de tous ces travaux a résidé dans la mise au point d'un programme de formation professionnelle à l'intention des cadres des pays d'Amérique du Sud: ce transfert de connaissances, élément qui renforce la durabilité de cette coopération, et sa méthodologie sont également décrits dans la présente communication.

SAMENVATTING. — „Onderzoek & ontwikkeling" *en kennisoverdracht m.b.t. een binnenvaartproject in Amazonië.* — Dit *Onderzoek & Ontwikkelings*project illustreert duidelijk de resultaten van een langdurige samenwerking tussen de *Université de Liège* en de Centrale Universiteit van Ecuador. De resultaten van deze werkzaamheden werden geconsolideerd door de ontwikkeling van een beroepsopleidingsprogramma bestemd voor de kaders van de landen van Zuid-Amerika: deze kennisoverdracht, die de duurzaamheid van deze samenwerking versterkt, en haar methodologie worden eveneens in deze voordracht beschreven.

SUMMARY. — *"Research & Development" and Transfer of Knowledge related to a River Transport Project in Amazonia.* — This "Research & Development" project is a good illustration of the assets of a long collaboration between the University of Liège and the Central University of Ecuador. A reinforcement of the results of all this work has been carried out through the development of a professional training programme intended for the executives of South American countries: such transfer of knowledge, which strengthens the sustainability of this cooperation, and its methodology are also analysed in the present paper.

---

* Lecture faite à la séance plénière du 19 octobre 2006. Texte reçu le 6 décembre 2006.
** Directeur de la Classe des Sciences techniques; ANAST, Secteur TL&C+, Département ArGenCo, Fac. Sciences appliquées, Université de Liège, chemin des Chevreuils 1 (bât. B52/3), B-4000 Liège (Belgique).

Introduction

C'est sur base d'une longue collaboration entre l'Université de Liège (unité ANAST [1]*) et l'Université Centrale de l'Equateur (UCE [2], Laboratoire d'Hydraulique), qui a débuté en janvier 1983, que le CETIF [3] a été créé et reconnu officiellement comme département de l'UCE en janvier 2003. Plusieurs projets ont été réalisés entre ces deux institutions, soit en coopération bilatérale directe, soit en coopération bilatérale indirecte. De nombreux chercheurs et techniciens de l'UCE ont bénéficié de programmes de formation à l'ANAST durant ces années. Des programmes de recherche et d'étude ont également été réalisés en commun. La figure 1 illustre un ouvrage présentant les activités communes entre le CETIF et l'ANAST, relatives au domaine des voies navigables.

Un projet de «Recherche & Développement» est présenté ci-après, illustrant bien les acquis de cette collaboration. Une consolidation des résultats de tous ces travaux a résidé dans la mise au point d'un programme de formation professionnelle à l'intention des cadres des pays d'Amérique du Sud: ce transfert de connaissances, élément qui renforce la durabilité de cette coopération, et sa méthodologie sont également décrits dans la présente communication.

Fig. 1. — Couverture d'un ouvrage présentant les activités communes entre le CETIF et l'ANAST, relatives au domaine des voies navigables.

---

* Les chiffres entre crochets [ ] renvoient aux notes, p. 418.

Présentation du projet de «Recherche & Développement»

Contexte dans lequel s'inscrit le projet

Un défi principal de la région amazonienne de l'Equateur, qui constitue aussi un objectif politique, est de s'inscrire dans la dynamique d'un développement durable lui permettant d'élever la qualité de vie de ses habitants, d'accéder à l'éducation, à la santé, aux emplois et de développer l'écotourisme, etc., tout en préservant la qualité de l'environnement.

Cependant, cette région souffre d'un manque de transport organisé qui constitue pourtant un préalable indispensable à un développement durable. En effet, les seules routes existantes ne couvrent qu'une infime partie du territoire et relient uniquement les grandes villes, laissant à l'écart une grande partie de la population. La richesse de l'écosystème et la nécessité de le préserver limitent cependant les possibilités d'extension ou de construction d'axes routiers.

D'autre part, des axes tout à fait navigables existent (par exemple le Río Napo) mais leur utilisation pour le transport de personnes et de marchandises n'est ni structurée ni organisée, ce qui ne permet pas d'exploiter pleinement les opportunités offertes par le transport fluvial dans une perspective de développement durable.

Le projet «Transamazone» a pour but d'étudier la faisabilité d'un transport organisé et bien structuré, utilisant les voies navigables de la région du haut Napo afin de lui permettre de relever le défi de développement durable et d'amélioration de la qualité de vie de ses habitants. Ce projet s'inscrit dans un projet plus vaste de développement d'un axe intermodal, utilisant intensivement le mode fluvial, entre l'océan Pacifique et l'océan Atlantique à travers le bassin amazonien (fig. 2).

Methodologie utilisee

Il s'agit d'identifier le meilleur scénario de transport possible à mettre en œuvre sur la section considérée, Tena-Coca du Río Napo (fig. 3). Cette analyse se base naturellement sur une analyse d'une série de données relatives au territoire, au transport actuel, aux activités socio-économiques, aux perspectives de développement, etc. La méthodologie retenue est reprise à la figure 4.

Les données utilisées sont issues d'observations et d'enquêtes menées sur le terrain en 1999, 2000 et 2001 et de divers matériaux fournis par les autorités provinciales et nationales équatoriennes.

Analyse des donnees

L'analyse de l'espace a consisté en trois étapes principales qui ont abouti à la détermination des principales zones d'origine et de destination des déplacements de personnes et de marchandises:

Fig. 2. — Illustration de l'axe intermodal, utilisant intensivement le mode fluvial, entre l'océan Pacifique et l'océan Atlantique à travers le bassin amazonien.

— Détermination et caractérisation géomorphologique de l'espace autour du bassin du haut Napo;
— Analyse des voies de communication terrestres (routières et fluviales);
— Analyse des villes et villages (répartition spatiale, socio-démographie et activités socio-économiques).

Au niveau de *l'analyse de la demande*, il a été nécessaire, à partir d'une analyse des activités socio-économiques, des motifs de déplacements, des aires de production et des types de produits, de déterminer les potentiels d'émission et d'attraction de chaque zone ainsi que la distribution en termes de transport de personnes et de marchandises de la zone sur une période moyenne hebdomadaire. Ceci a conduit à l'élaboration de la matrice origine-destination des déplacements de personnes et de marchandises entre six zones pour une période d'une semaine.

L'analyse de l'offre de transport terrestre actuel a ensuite été réalisée.

En ce qui concerne le transport routier, une analyse des lignes routières existantes, des types et de la capacité des camions/bus en service ainsi que des tarifs pratiqués a été effectuée. L'ouverture d'une liaison routière en 1996 entre Tena,

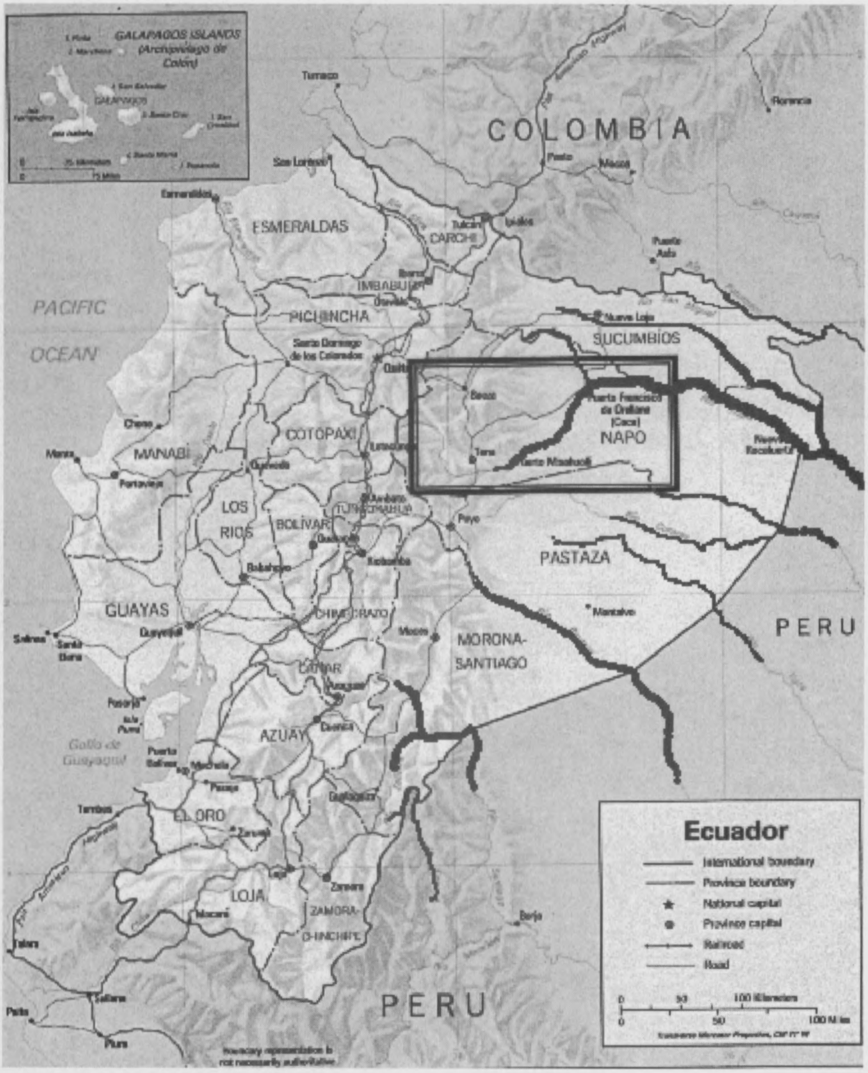


Fig. 3. — Illustration de la localisation de la zone étudiée.

Ahuano et San-Rosa a eu une certaine influence sur l'offre et la demande de transport dans la région.

Pour ce qui est du transport fluvial, une analyse du nombre de bateaux, de leur type, de leur évolution et des tarifs pratiqués a été effectuée. Il apparaît que ce transport est moins bien organisé que le transport routier en termes de régularité des fréquences (transport plutôt à la demande) et clarté des tarifs pratiqués. Il a

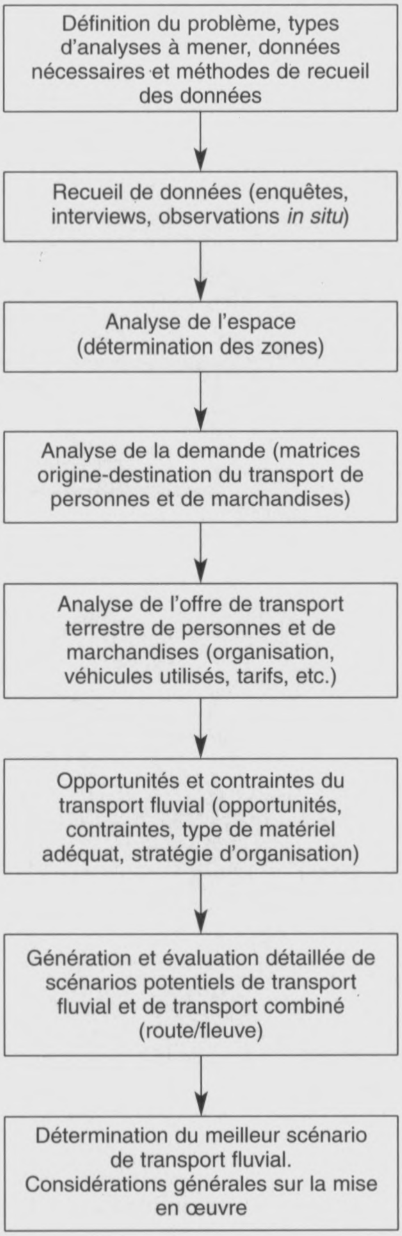


Fig. 4. — Méthodologie de la partie «Transport» du projet Transamazone.

été constaté une diminution de plus de 50 % du nombre de bateaux et de la capacité offerte entre 1995 et 1999. Par ailleurs, les bateaux de plus grande capacité se trouvent concentrés dans certaines zones, ce qui pourrait s'expliquer par une meilleure navigabilité du fleuve à cet endroit. Pour ce qui est des tarifs pratiqués, ils sont rarement fixés au préalable et sont souvent négociables.

Cette analyse de l'offre de transport terrestre a aussi permis d'identifier les possibilités d'élaboration de scénarios de transport bimodal, combinant par exemple la route et la voie navigable. Cela est d'autant plus utile que, dans sa première partie, la navigabilité du fleuve est extrêmement aléatoire en période de basses eaux (fig. 5) et qu'il existe une bonne liaison routière parallèle à cette partie. De plus, cette liaison routière est déjà bien exploitée, ce qui permettrait un investissement de départ moins important et une pratique de tarifs très abordables.

Analyse et résultats

Une analyse des diverses données recueillies a permis de constater qu'un transport fluvial régulier et bien structuré pourrait assurer une part substantielle du marché. Cela passe par l'élaboration d'un scénario de transport régulier et par la conception et la mise en service d'une embarcation appropriée.

Fig. 5. — Vue du Río Napo durant la période de basses eaux.

Par ailleurs, il est évident qu'un transport fluvial bien structuré permet de désenclaver certaines zones en leur donnant la possibilité d'accéder régulièrement à d'autres zones et d'êtres accessibles, et cela moyennant un investissement moindre que la construction d'axes routiers. Pour rappel, les liaisons routières existantes ne permettent pas d'accéder à toutes les zones du territoire.

Il est aussi apparu que le meilleur segment de marché pour ce transport fluvial structuré est le transport de passagers et de petites charges ainsi que de touristes. Une réelle opportunité existe en ce sens. Il a cependant fallu tenir compte des contraintes techniques de l'axe fluvial et des contraintes en termes de souhaits des passagers interrogés afin d'étudier les possibilités de réalisation de cette opportunité. Les principales contraintes sont:

— La durée du voyage; le souhait et même la nécessité d'effectuer le voyage en une journée au maximum, ce qui permettrait d'attirer une clientèle régulière.
— La quantité moyenne idéale de charges que les passagers peuvent emporter.
— Les conditions techniques de navigation; en effet, dans sa première partie, la navigabilité est aléatoire en basse saison, ce qui impose l'utilisation d'une embarcation à faible tirant d'eau.

Plusieurs analyses et comparaisons ont été menées. Il est apparu que, compte tenu des caractéristiques du fleuve, le matériel de navigation le plus adéquat est une embarcation permettant d'assurer le transport de trente-deux passagers et d'une tonne de marchandises. Le bateau doit être équipé de deux moteurs de 115 cv, ce qui lui permet d'effectuer une vitesse moyenne d'environ 15 km/h à la montée comme à la descente (fig. 6).

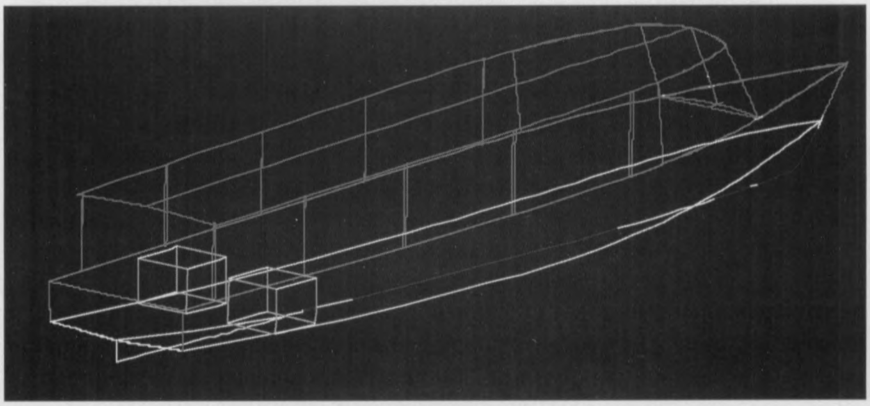


Fig. 6. — Type de bateau fluvial conçu.

Dans un premier temps, plusieurs scénarios ont été générés, considérant non seulement le matériel ci-dessus défini pour les conditions de navigation actuelles du fleuve, mais aussi des scénarios utilisant des types d'embarcation différents, notamment de plus grande taille ou spécifiquement dédiées aux marchandises, ce qui présuppose une amélioration des conditions de navigation par diverses mesures techniques.

Par ailleurs, certains des scénarios considèrent la possibilité d'existence de lignes directes spécifiques entre certaines zones et/ou une combinaison avec le transport routier sur certains tronçons.

Un premier tri a été effectué sur base d'une analyse préliminaire, ce qui a permis de retenir seize scénarios qui ont fait l'objet d'une évaluation détaillée. Cette évaluation a concerné, pour chaque scénario, les aspects suivants:

— Caractéristiques d'exploitation (nombre de véhicules de transport nécessaires, nombre de rotations, nombre de quais flottants nécessaires, personnel nécessaire, etc.);
— Caractéristiques environnementales (bruit généré et occupation du sol, pollution CO_2);
— Caractéristiques socio-économiques (pertes de temps, impacts sur la santé, contribution au développement régional);
— Caractéristiques financières (coûts d'investissement, coûts d'exploitation, rentabilité).

Cette évaluation détaillée a servi d'*input* principal à l'analyse comparative dont le but est d'effectuer un classement objectif et de déterminer ainsi le meilleur scénario.

Elle a été effectuée via une procédure d'analyse comparative basée sur une approche multicritères de type ELECTRE (techniques heuristiques d'analyse de surclassement dans un ensemble d'options).

Considérant l'ensemble des critères évalués en détail à l'étape précédente, il est apparu que dans le cadre des conditions actuelles de navigation (non améliorées), le meilleur scénario est le suivant: arrêts systématiques à toutes les zones de Misahuallí à Coca, à l'aller comme au retour (fig. 7).

Un autre scénario apparaît dans le duo de tête du classement si l'on considère la possibilité de transformer le bateau pour qu'il transporte uniquement des marchandises dans certains cas. Dans ce scénario, le bateau s'arrête aussi systématiquement à toutes les zones.

Le scénario relatif à l'utilisation du bateau défini et de la liaison routière sur les premiers tronçons du parcours (où la navigabilité est aléatoire en basse saison) arrive en troisième position. Il y a lieu de signaler que ce scénario est désavantagé par la difficulté potentielle de sa mise en place: nécessaire concertation et coordination des horaires entre les transporteurs routiers et fluviaux afin d'éviter les longues ruptures de charge, etc.

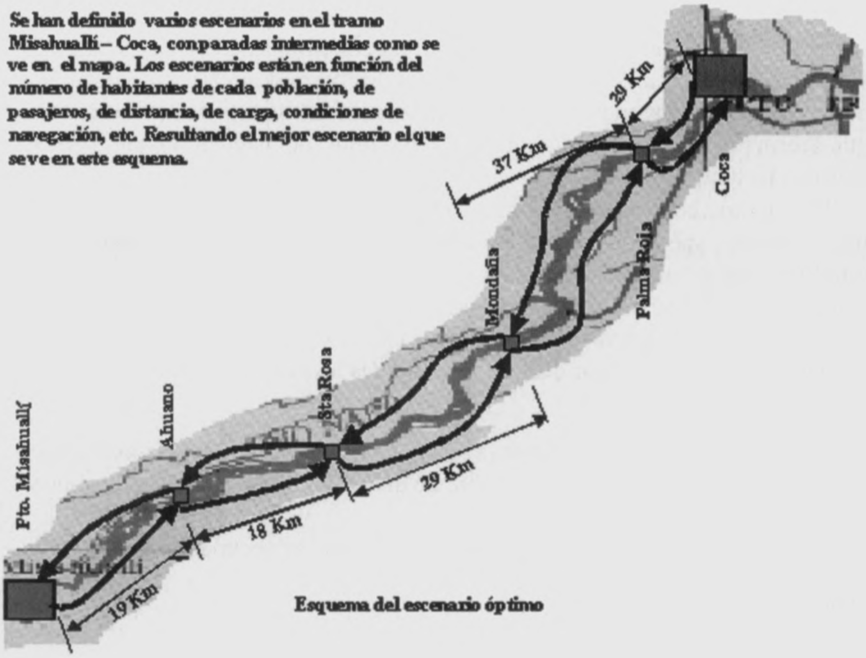


Fig. 7. — Scénario de transport par l'utilisation de la voie fluviale.

Le scénario relatif à l'utilisation du bateau défini, sans combinaison routière et sur des lignes directes (c'est-à-dire ne s'arrêtant pas systématiquement dans toutes les zones, mais dans certains cas uniquement dans les zones où la fréquentation est élevée) arrive en quatrième position.

Transfert des connaissances par le développement d'un programme de formation

Sur base des projets de coopération initiés depuis une quinzaine d'années, et en l'occurrence sur base du projet pluridisciplinaire présenté ci-avant, il a été primordial de transférer les connaissances via un programme de formation professionnel destiné aux cadres des pays d'Amérique du Sud (fig. 8): il s'agit d'assurer un transfert de connaissances, permettant la maîtrise du développement technico-économique du transport fluvial et fluviomaritime (y compris leur intégration dans des chaînes intermodales de transport) particulièrement adapté aux conditions régionales.

Fig. 8. — Stagiaires sud-américains de la promotion 2005 lors de la cérémonie de remise de leur certificat de formation.

La formation a un caractère pluridisciplinaire important puisqu'elle se compose de trois modules d'un mois, de nature technique, logistique, économique et socio-économique. Un stage dans ce domaine répond à un besoin vital de développement socio-économique régional avec le souci prioritaire de préserver l'environnement. La formation a donc eu pour ambition de donner aux acteurs potentiels publics ou privés, situés à différents niveaux de décision sur le plan exécutif et concernés par le domaine du transport fluvial et fluviomaritime, une vue globale et transversale des problèmes qu'ils pourraient rencontrer dans leur vie professionnelle afin de prendre les bonnes décisions.

L'objectif subordonné a été de développer un cycle de formation professionnalisant dans le Sud. Il s'agit, par le développement de ce stage, de renforcer l'institution du Sud et de participer ainsi à son rayonnement régional et à la création ou au renforcement de réseaux. Tous les pays d'Amérique du Sud ont décidé en commun qu'un axe prioritaire de leur politique extérieure respective sera de renforcer leur intégration par le transport, l'énergie et la télécommunication. Pour en assurer la durabilité, la formation a été prise en charge totalement par l'institution du Sud à l'issue des trois années du projet. Outre l'analyse effective des potentialités humaines et matérielles réellement utilisées par le partenaire du Sud lors du projet, il a été nécessaire d'assurer progressivement la qualité du management mis en place, la réelle dégressivité de l'aide apportée par le partenaire du Nord et, à l'issue du projet, les moyens de poursuivre celui-ci avec d'autres fonds que ceux attribués par la CUD [4].

Le programme de formation a été adapté aux besoins et spécificités locales en contribuant à créer les conditions d'une meilleure gestion du transport fluvial et fluviomaritime (avec intégration dans des chaînes intermodales de transport) et ainsi à générer des effets multiplicateurs de toute première importance, notamment par l'accroissement de la mobilité de populations enclavées, de produits agricoles et l'accessibilité aux soins de santé et à la formation.

Pour relever un tel défi, il a fallu d'abord assurer une autocritique en prévoyant une méthodologie d'évaluation progressive, basée sur une matrice «cadre logique» qui a précisé par quels indicateurs les objectifs élargis, spécifiques et les résultats doivent être évalués et comment ses différents paramètres peuvent être mesurés. L'évaluation a été effectuée chaque année sur l'ensemble des activités réalisées depuis le début du projet, ce qui a conduit, en dernière année, à un rapport final critique. Ces rapports d'évaluation respectifs ont été effectués par les deux coordonnateurs, respectivement des institutions du Nord et du Sud. Outre ce rapport, un questionnaire d'évaluation a été rempli par chacun des stagiaires en fin de chaque année.

Les niveaux respectifs de qualité de la formation, de durabilité et d'adaptation aux besoins sont des paramètres incontournables qui définissent le produit offert. La matrice logique comporte donc également l'analyse des risques potentiels qui peuvent être encourus. Ceux-ci seront d'autant plus réduits que le partenaire du Nord a déjà réalisé des projets de formation dans le Sud et qu'il connaît particulièrement bien les potentialités du partenaire du Sud. Tel est le cas dans le présent projet puisque le CETIF est le fruit d'une longue coopération avec l'Université de Liège (ULg, ANAST) qui a débuté en 1987. De nombreux chercheurs et techniciens de l'UCE ont bénéficié de programmes de formation à l'ULg durant ces années. Des programmes de recherche et d'étude ont également été réalisés en commun.

Délocaliser dans le Sud une formation, développée et consolidée préalablement dans le Nord, est une vraie démarche de coopération qui se différencie nettement d'une simple assistance... Cette première expérience s'inscrit pleinement dans une volonté d'efficacité «sur le terrain» en assurant la capacité d'une prise en charge, par le partenaire du Sud, d'actions qui contribuent au développement socio-économique durable de sa région.

Ce transfert s'est réalisé dans les domaines suivants:

— Construction navale adaptée à la navigation fluviale et fluviomaritime;
— Analyse des performances du matériel de navigation;
— Techniques de navigation fluviale et fluviomaritime;
— Gestion de la flotte et du trafic sur les voies navigables;
— Techniques d'établissement et d'évaluation socio-économique d'un plan de transport intégrant le mode fluvial et fluviomaritime.

Le projet a donc un caractère pluridisciplinaire important. Un stage dans ce domaine répond à un besoin vital de développement socio-économique des PVD: il est donc important d'assurer un transfert de connaissances et de technologie adaptée. Il faut intéresser les partenaires à des problèmes concrets prioritaires dans leur propre pays pour qu'ils prennent ensuite eux-mêmes en charge le développement du projet et qu'ils assurent sa durabilité. L'objectif subordonné a donc été de développer un cycle de formation professionnalisant dans le Sud qui a été progressivement pris en charge par l'institution du Sud.

Conclusion

Un objectif du processus de transfert de connaissances a été, par l'élaboration de projets d'étude et de développement d'un stage de formation, de renforcer l'institution du Sud et de participer ainsi à son rayonnement régional et à la création ou au renforcement de réseaux. Tous les pays d'Amérique du Sud ont décidé en commun qu'un axe prioritaire de leur politique extérieure respective est de renforcer leur intégration par le transport, l'énergie et les télécommunications. La longue coopération entre l'ANAST et le CETIF, depuis plus de quinze années, a largement contribué à la mise en œuvre d'une telle stratégie de développement socio-économique intégré (fig. 9).

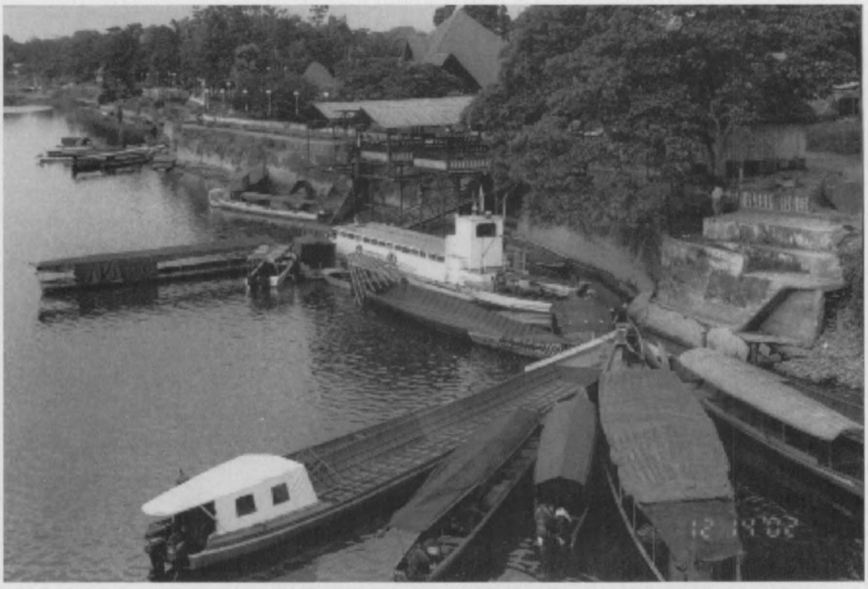


Fig. 9. — Vue du port de Rocafuerte sur le Río Napo.

NOTES

[1] ANAST: unité d'Architecture Navale et d'Analyse des Systèmes de Transport, département ArGEnCo, secteur TL&C+.
[2] UCE: Universidad Central del Ecuador.
[3] CETIF: Centro de Excelencia en Transporte Intermodal y Fluvial – UCE, Facultad de Ingeniería, Ciencas Físicas y Matemáticas.
[4] CUD: Commission Universitaire pour le Développement de la Communauté Française de Belgique.

BIBLIOGRAPHIE

Bolay, J.-C. & Abboud, R. 2006. Rapport d'évaluation du stage de formation en technologie et en gestion du transport fluvial et fluviomaritime adapté aux PME et aux entreprises publiques d'Amérique du Sud. — Bruxelles, CUD (Commission Universitaire pour le Développement de la Communauté française de Belgique).

CETIF 2000-2002. Establecimiento de las capacidades de carga del Río Napo y diseño de terminales flotantes. — Quito, Université Centrale de l'Equateur, rapport d'étude.

CETIF 2003. Establecimiento de las directrices para el desarrollo intermodal de la región amazónica ecuatoriana. — Quito, Université Centrale de l'Equateur, rapport d'étude.

Marchal, J. 2005. Analyse d'une première expérience de «délocalisation» d'un stage de formation en technologie et en gestion du transport fluvial et fluviomaritime adapté aux PME et aux entreprises publiques d'Amerique du Sud. — *Echosud* (Bull. CUD), **7**: 10-11.

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 419-424

Verslag over de werkzaamheden van de Academie (2005-2006)
Rapport sur les activités de l'Académie (2005-2006)

door / par

Danielle SWINNE *

Monsieur le Président, Excellences, Mesdames et Messieurs les Présidents, Mesdames et Messieurs les Secrétaires perpétuels et perpétuels honoraires des Académies, chers Consœurs et Confrères, Mesdames, Messieurs,

Mijnheer de Voorzitter, Excellenties, Dames en Heren Voorzitters, Dames en Heren Vast en Erevast Secretarissen van de Academiën, waarde Consororen en Confraters, Dames en Heren,

Vous accueillir en ce lieu prestigieux est un réel plaisir et un grand honneur pour moi, et je voudrais tout d'abord vous remercier d'être venus si nombreux. J'y vois le témoignage de l'intérêt que vous portez aux sciences d'outre-mer, j'y lis aussi votre attachement à notre confrérie et j'en suis très touchée.

Avant de vous détailler les activités de l'année écoulée dont vous verrez qu'elle fut féconde, il m'incombe un bien triste devoir, celui d'évoquer la mémoire des membres qui nous ont quittés.

Notre Confrère, le Révérend Père **Albert Bouillon**, est décédé le 27 octobre 2005. Diplômé du Centre Universitaire pour la formation d'Infirmiers Missionnaires, docteur en zoologie de l'UCL, Albert Bouillon partit au Congo en 1950 où il créa la Fondation médicale de l'Université de Louvain. Albert Bouillon fut professeur ordinaire puis premier doyen de la Faculté des sciences de l'Université de Lovanium. Il revint ensuite en Belgique pour intégrer l'Université Catholique de Louvain en tant que professeur ordinaire. Albert Bouillon était membre associé honoraire de notre Académie.

Op 13 december 2005 is ons erewerkend lid **Pieter Janssens** overleden. In het bezit van een doctoraat in de genees-, heel- en vroedkunde van de Rijksuniversiteit Gent, behaalde hij ook het diploma van Tropische Geneeskunde aan het Instituut voor Tropische Geneeskunde van Antwerpen waar hij zijn carrière

* Vast Secretaris van de Academie, Defacqzstraat 1/3, B-1000 Brussel (België). / Secrétaire perpétuelle de l'Académie, rue Defacqz 1/3, B-1000 Bruxelles (Belgique).

startte. Vervolgens werd Confrater Pieter Janssens aangeworven als geneesheer door de Goudmijnen van Kilo-Moto in Congo. Later werd hij Hoofd van de Kliniek Leopold II en hoogleraar aan het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen. In 1957 werd hij directeur benoemd van dit instituut dat onder zijn leiding een internationale reputatie verwierf.

Onze Confrater **Jean Burke** is op 22 december 2005 overleden. Doctor in de genees-, heel- en verloskunde van de Rijksuniversiteit Gent, behaalde hij ook het diploma van Tropische Geneeskunde aan het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen. Hij startte zijn loopbaan als geneesheer in dienst van het Koningin Elisabethfonds te Bagata in Congo en werd later geneesheer-directeur van het Hospitaal te Bunia. Jean Burke was eregeassocieerd lid van onze Academie.

André Coupez, membre titulaire honoraire de notre Académie, est décédé le 26 janvier 2006. Détenteur d'un doctorat en philosophie de l'Université Libre de Bruxelles, André Coupez débuta sa carrière à l'Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Centrale (IRSAC) en tant que chercheur en linguistique africaine. Il travailla ensuite au Rwanda puis au Congo où il fut nommé chargé de cours puis professeur à l'Université d'Elisabethville. Revenu en Belgique, André Coupez devint en 1963 conservateur au Musée royal de l'Afrique centrale.

Notre membre correspondant honoraire **Jacques Snoeck** nous a quittés le 2 mars dernier. Ingénieur agronome de l'Université Catholique de Louvain, il effectua toute sa carrière dans la recherche agronomique tropicale. Il travailla à l'Institut National pour l'Etude Agronomique au Congo (INEAC) avant de rejoindre l'Institut Français du Café et du Cacao. Jacques Snoeck termina sa carrière au Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement à Montpellier.

Onze Confrater **Adolf Verheyden** is op 6 mei 2006 overleden. In het bezit van het diploma Burgerlijk Bouwkundig Ingenieur van de Katholieke Universiteit Leuven startte hij zijn loopbaan bij het Ministerie van Openbare Werken te Brussel. In 1951 vertrok hij naar Belgisch Congo. Hij werd er Directeur van de Laboratoria voor Openbare Werken. Later werd hij docent aan de Universiteit Lovanium te Leopoldstad. Adolf Verheyden was eregeassocieerd lid van onze Academie.

Nous déplorons enfin le décès de notre membre correspondant honoraire **Michel Frère**, décès survenu le 15 mai 2006. Michel Frère était ingénieur agronome de l'Université Catholique de Louvain. Il débuta sa carrière au sein de l'Institut National pour l'Etude Agronomique au Congo en qualité d'assistant de recherche responsable du laboratoire de la division de climatologie. Il travailla ensuite pour l'Organisation Météorologique Mondiale en Haïti, avant de rejoindre la *Food and Agriculture Organization* (FAO).

Ik nodig U uit onze overleden Confraters even te herdenken.
Je vous invite à présent à un instant de recueillement en mémoire de nos Confrères disparus.

In het begin van dit academiejaar telt onze Academie 287 leden, onder wie 2 leden *honoris causa*, 111 werkende en erewerkende leden, 74 geassocieerde en eregeassocieerde leden, en 100 corresponderende en erecorresponderende leden.
De leiding van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen is dit jaar in handen van Consoror Firouzeh Nahavandi en zal volgend jaar door Confrater Christian Sturtewagen verzekerd worden.
Dans la Classe des Sciences naturelles et médicales, ce sera notre Confrère Eric Van Ranst qui, l'an prochain, succédera au Confrère André Ozer.
La Classe des Sciences techniques sera, quant à elle, dirigée par notre Confrère Christian De Meyer qui succédera au Confrère Jean Marchal, qui, d'autre part, cédera le poste de président de l'Académie qu'il a occupé cette année à notre Confrère Christian Sturtewagen.

Nous avons eu le plaisir d'accueillir huit nouveaux membres.

De Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen telt drie nieuwe leden:

Confrater **Dirk Huyge**, nieuw geassocieerd lid, is doctor in de oudheidkunde en kunstgeschiedenis van de Katholieke Universiteit Leuven. Hij is voltijds conservator van de Egyptische verzameling aan de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis en bijzonder gastdocent aan de Katholieke Universiteit Leuven.
Notre Confrère **Isidore Ndaywel E Nziem** a été élu membre correspondant. Docteur en histoire de l'Université de la Sorbonne, il est actuellement professeur ordinaire au département des sciences historiques de l'Université de Kinshasa et professeur visiteur auprès d'autres universités.
Le deuxième membre correspondant élu est notre Confrère **Jacob Sabakinu Kivulu** qui est docteur en histoire de la population de l'Université Nationale du Congo, consultant et professeur ordinaire à l'Université de Kinshasa.

De Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen verwelkomt drie nieuwe corresponderende leden:

Andrew Shaw Goudie behaalde het diploma van doctor in de geografie aan de Universiteit van Oxford, was professor aan de *University of Oxford* in het Verenigd Koninkrijk. Hij was betrokken bij projecten in Pakistan en Kenia, en is nu *Master* van het *St Cross College* aan de *University of Oxford*.

Eduardo Gotuzzo is doctor in de geneeskunde, directeur van het Instituut voor Tropische Geneeskunde „Alexander von Humbolt" in Lima in Peru en ook voorzitter van de *International Federation of Tropical Medicine.*

Trinh Phan Trong is doctor in tektonofysica. Hij is onderzoeker en professor aan het Instituut voor Geologische Wetenschappen van de Vietnamese Academie voor Wetenschappen en Technologie.

Deux nouveaux membres associés ont rejoint la Classe des Sciences techniques:

Le premier est docteur en sciences physiques de l'Université Catholique de Louvain. Il s'agit de notre Confrère **Thierry Camelbeeck**. Géophysicien travaillant à l'Observatoire royal de Belgique, il y gère des programmes de recherche en séismologie et tectonique dans le cadre de la coopération au développement.

Ons tweede geassocieerd lid is Confrater **Philippe Muchez**. Hij is doctor in de geologische wetenschappen van de Katholieke Universiteit Leuven waar hij momenteel gewoon hoogleraar is. Sinds jaren is Philippe Muchez bij verschillende onderzoeksprojecten en terreinwerken betrokken vooral in overzeese gebieden.

En ten slotte maak ik van deze gelegenheid gebruik om Consoror Elze Bruyninx, de Confraters Daniel Demaiffe, Luc Maertens en Marc Van Den Herrewegen geluk te wensen met hun bevordering tot werkend lid.

In naam van alle leden wens ik hen veel succes in hun nieuwe functie.

L'année écoulée a vu l'organisation de quatre manifestations extraordinaires:

— En février dernier, l'Académie se déplaçait à Phnom Penh pour y organiser une conférence internationale intitulée *Hubs, Harbours and Deltas in Southeast Asia: Multidisciplinary and Intercultural Perspectives*. Ce fut de l'avis de tous une très grande réussite, et je me permettrai à cette occassion de remercier notre Secrétaire perpétuelle honoraire, Consœur Yola Verhasselt, qui en a assumé toute l'organisation et que vous voyez ici à l'écran en compagnie de notre président Jean Marchal et de Monsieur Ros Chantabrot, vice-président de l'Académie royale du Cambodge.

— Sur proposition des membres de la Classe des Sciences techniques, s'est déroulée le 21 mars dernier une séance commune traitant de *Water in the Third World: Use, Needs and Limitations*, réunion au cours de laquelle des membres des trois Classes mais aussi le monde industriel se sont exprimés.

— In juni werden wij uitgenodigd door de Universiteit Gent voor een studiedag met als titel *Universiteit Gent Overzee, jonge onderzoekers delen hun passie mee*. Ongeveer vijftig jonge navorsers werkten samen aan een boeiende postersessie.

— Wij hebben het academiejaar vorige maand afgerond met een internationale conferentie, die meer dan 200 deelnemers telde, met als titel *Desertification: Migration, Health, Remediation and Local Governance*, georganiseerd in samenwerking met de Verenigde Naties. Zijn Koninklijke Hoogheid Prins Laurent van België, voorzitter van het KINT/IRGT, heeft ons de eer aangedaan deze conferentie te openen, wat van belang is voor een koninklijke academie als de onze.

Tournons-nous à présent vers le futur:

— Avril 2007 verra l'organisation d'une journée consacrée à la *Coopération scientifique entre l'Europe et l'Amérique latine* dans le cadre du 5e Congrès européen CEISAL des latino-américanistes, congrès dû à l'initiative du Centre d'Etudes des Relations entre l'Union Européenne et l'Amérique Latine (CERCAL) de l'Université Libre de Bruxelles.
— En juin, poursuivant la tradition initiée par l'Université de Gand, l'Université de Liège nous ouvrira ses portes, conviant nos confrères et consœurs à la visiter au sein de la Cité ardente.
— Et l'année académique se clôturera, en septembre 2007, par un symposium international intitulé *Expressions of Traditional Wisdom*. Due à l'initiative des membres de la Classe des Sciences morales et politiques de notre Académie, cette manifestation sera co-organisée avec le Musée royal de l'Afrique centrale et les Musées royaux d'Art et d'Histoire, ce qui en fera une activité fédérale.

Publicaties

Naast de klassieke *Mededelingen der Zittingen* hebben wij een verhandeling gepubliceerd van een van onze laureaten, Eric Thys, en in onze prestigieuze collectie *Fontes Historiæ Africanæ*, verscheen het eerste volume, van de hand van Confrater Jean-Luc Vellut over *Simon Kimbangu*.

Sont en préparation encore pour cette fin d'année, outre un volume des *Bulletins des Séances* dont nous poursuivons la publication, les Actes des conférences internationales sur le «Grand Rift», du congrès organisé au Cambodge, les tables quinquennales et un recueil publié en hommage à notre Consœur Yola Verhasselt, Secrétaire perpétuelle honoraire.

Begin 2007 zal de verhandeling van Chantal De Jaeger, eveneens laureaat van onze Academie, prioritair gepubliceerd worden, gevolgd door het tweede volume in de reeks *Fontes Historiæ Africanæ*, „Main-d'œuvre, Eglise, Capital et Administration dans le Congo des années trente", van de hand van Confrater Jacques Vanderlinden.

Ceci clôture mon rapport qui, je l'espère, vous aura convaincus du dynamisme de notre Académie qui, tout en respectant la tradition, souhaite s'inscrire dans le monde d'aujourd'hui et de demain.

Au terme de cet après-midi, je tiens à exprimer ma reconnaissance:

— A notre Ministre de tutelle et aux Services fédéraux des Affaires scientifiques, techniques et culturelles;
— Aan de voorzitter van de Academie en aan de directeurs van de Klassen;
— Aux confrères, consœurs et orateurs invités qui ont participé à la réalisation de toutes les activités de notre Institution;
— Aan de leden van de Commissies en van de werkgroepen;
— Aux membres des jurys ainsi qu'aux rapporteurs;
— En ten slotte aan de leden van het secretariaat van de Academie.

Ik wens ook Mevrouw Marleen Leicher en de Heer Jan van Outryve van harte te danken voor de muzikale intermezzi.

Cela a été un grand honneur pour moi de vous accueillir à l'aube de cette nouvelle année académique. Je vous remercie pour votre présence en ik nodig U uit op de receptie in de Marmeren Zaal.

WATER IN THE THIRD WORLD: USE, NEEDS AND LIMITATIONS

Studiedag — Journée d'étude

21.03.2006

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 427-428

Welcome Speech

by

Jean MARCHAL *

Excellencies, Ladies and Gentlemen, Dear Colleagues,

It is a great pleasure and honour to chair this seminar on a so important subject for the world and particularly for the Third World. It is not the first time that our Academy organizes one day of conferences in the field of water management: a first seminar took place in 1998 with the following subject "Water, Worldwide and Worthwhile". The participation of the third Section had then been discreet, which is not the case now because this seminar is organized on its initiative.

In all religions, water is synonymous with life. At all times and everywhere in the world, water has always been venerated and respected. Currently, water consumption is higher than what the planet restores: with unchanged policy, two billion people will be deprived of water by 2015! The wars of the third millennium are likely to put the water issue at stake if no policy of total and planetary management is developed in the short term.

In a world turning into a village, water is a world value. Many challenges are to be raised for a real management of freshwater systems likely to contribute to the development of humanity while protecting and regenerating health of the aquatic ecosystems. Unfortunately we see, mainly in the Third World, that 18 % of the world population lack access to safe drinking water and 40 % lack basic sanitation, and that every day, some 6,000 people, most of them children, die from water-related causes. This is why the United Nations General Assembly, in its resolution stating the period from 2005 to 2015 as the International Decade for Action, "Water for Life", called for more concerted action to reach the internationally agreed targets for access to water and sanitation. A major problem is thus a more equitable distribution of resources to respect the rights of every one. It is necessary that all countries, and especially developing countries, have access to the resources and expertise in order to implement sustainable water management programmes. It is important to call on the international community for the mobilization of adequate financial resources from private and public sources and for the necessity of cost recovery from the users.

* President of the Academy, rue Defacqz 1/3, B-1000 Brussels (Belgium).

The issue is definitely multiform: it is related to the study of the water cycle, its upstream and downstream management, the problems of pollution and thus of treatment, the storage and irrigation, the energy aspects, the socio-economic impacts due either to floods or dryness, aquafarming, the possibilities offered to transport and industry, the impacts on health. All these subjects will be presented and discussed today.

There are several relations between water and health. The problem water represents for health is essentially due to human presence and activity. The microbiological or chemical quality of water is essential in water-borne diseases. The quantity of available water is a key condition to avoid water-washed diseases transmitted by dirty hands and, concerning water-related diseases, water becomes the centre of insect vectors for diseases. And population growth and town development are going to heavily increase the demand for water.

Whether or not it is regarded a priority, the flora or fauna habitat representing a natural heritage, which is always interesting and sometimes exceptional, should always be taken into account in the use of watery ecosystems. Increasing attention is paid to their biological diversity: in addition to the potentialities biodiversity can generate for the future, there are often positive economic impacts which are emphasized in certain tropical countries.

Floods are natural phenomena related to the variability of climate and weather; they have always occurred with often disastrous impacts for the population. However, fertility of alluvial soils can sometimes lead to population settlement. The perception of floods and inundations strongly depends on local environment and living conditions. An engineering strategy, such as the use of floodwater retention reservoirs or stream basin engineering, has to be applied to fight the floods. It is nevertheless obvious that in a more sustainable policy more attention must be paid to flood management. It is first very important to develop a methodology to assess water resources: the evaluation of the distribution and characteristics of surface water and ground water in quantity and quality is essential to manage the water resources in a perspective of sustainable development. International action is required to overcome the lack of capability and database to assess water resources and assist the most affected countries such as developing countries in Africa, Asia and parts of South America.

The possibility of communication and transport through water can largely contribute to development. Sea and inland navigation allows to transport large volumes with socio-economic and environmental advantages in comparison with other transport modes. Unfortunately, in some developing countries, the water transport systems have not always been successful due to lack of technical and operational knowledge.

The subjects presented in this seminar will approach several aspects which I have just mentioned. Natural sciences, sociological and political topics as well as more technical issues will be dealt with separately. However, this does not mean that there are no interrelationships between them: a global approach of a policy of water resource management must of course be more and more implemented to reach sustainable development.

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 429-431

Aquaculture in the Third World *

by

Patrick Sorgeloos **

According to the UN Food and Agriculture Organisation (FAO), nearly half of the fish consumed today by man are raised on fish farms rather than caught in the wild: while in 1980 only 9 % of the fish came from aquaculture, today the figure is 43 % or 46 million tons of farmed products, worth US $ 63 billion. Currently, freshwater and marine capture fisheries produce 95 million tons annually (86 resp. 9 million tons), 60 million tons of which are intended for human consumption. This level of fish captures in the wild has remained roughly stable since the mid-1980s, hovering around 90 million tons annually. FAO says that there is little chance of any significant increase in catches as out of the 600 species groups it monitors, 52 % are fully exploited while 25 % are either overexploited (17 %), depleted (7 %) or recovering from depletion. This stagnation in wild catches, coupled with a growing world population and increasing per capita consumption of fish, puts a lot of pressure on aquaculture, *i.e.* FAO estimates that an additional 40 million tons of aquatic food will be required by 2030, just to maintain current levels of consumption.

Over 70 % of all farmed seaweed, fish and shellfish is produced in Asia, the continent with the longest tradition in aquaculture (*e.g.* the oldest literature on carp farming was published in China more than 2,000 years ago). In the course of time, artisanal farming practices developed empirically, for example selecting various agricultural by-products to increase pond productivity. In sharp contrast with current developments in modern aquaculture in the West, Asian farming practices were smoothly integrated in natural ecosystems, practising maximal nutrient recycling in polyculture systems that take maximal benefit of all possible levels in the food web (fig. 1), *e.g.* co-farming of various species of fish, shellfish and seaweed occupying different niches in the ecosystem and benefiting from each other directly or indirectly for food, shelter, etc. Several forms of integrated farming of aquatic and terrestrial plants as well as animals are still

---

* Paper presented at the seminar "Water in the Third World: Use, Needs and Limitations" held on 21 March, 2006. Text received on 23 February, 2007.

** Laboratory of Aquaculture & Artemia Reference Center, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Rozier 44, B-9000 Ghent (Belgium).

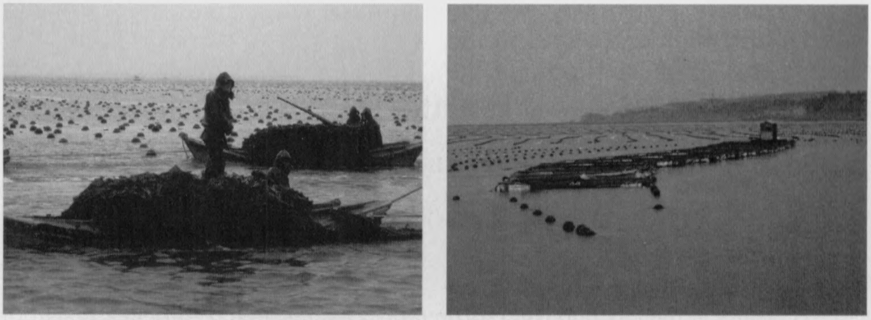


Fig. 1. — Integrated farming of marine fish, seaweed and different species of molluscs in a coastal bay in China: example of sustainable polyculture with balanced nutrient recycling.

popular practice in many Asian countries, *e.g.* rice-cum-fish culture, pig/duck/chicken-cum-fish farming.

Modern aquaculture has evolved in Japan, Europe and the USA as of the late sixties when the reproductive biology and controlled larviculture of a few key species could be practised. It soon resulted in a number of success stories with the monoculture of temperate species first (*e.g.* salmon, trout, catfish) and as of the eighties with species grown in tropical and subtropical conditions: sea bass, sea bream, different Penaeid shrimp species, oysters, clams, seaweeds, etc.

Achieving a predictable supply of sufficient quantities of fingerlings/post-larvae/seed produced in so-called hatcheries for stocking and on-growing until marketable size in cages, ponds or raceways was at the origin of numerous new developments especially in Third-World countries: shrimp first in Ecuador and later on all over the tropical/subtropical belt in Asia and Latin America, different fish and shellfish species especially in Asian countries. Within the past two decades, over one million people got involved in new aquaculture farming practices and annual growth rates are currently at 8 % per year. Today, aquaculture continues to expand in almost all world regions, with the notable exception of sub-Saharan Africa.

FAO, however, is concerned that that momentum could taper off if governments and development agencies do not adjust their policies to emerging challenges that threaten to thwart the sector's future growth. As major challenges we mention the lack of investment capital for small producers in the developing world, shortage of land and fresh water or related resource conflicts with other sectors, rising energy costs, environmental impacts and questions of product safety, too few species are domesticated yet as a result of which the benefits of working with selective breeds remain an illusion, big disease losses and limited knowledge of life histories to apply appropriate preventive measures, dependence on fish meal and fish oil in feed formulations.

In view of these many challenges, considerably higher investment in basic research is urgently required to increase our knowledge of the biology of aquatic organisms. The use of modern biotechnology tools should make it possible to let aquaculture further expand on a sustainable path.

Aquaculture is frequently criticized for having a negative impact on the environment, which tends to overshadow its contributions to fighting hunger and alleviating poverty. However, it would be unjustified to reject aquaculture instead of intensifying our efforts to increase its sustainability. Aquaculture is crucial in our pursuit of global food security: it offers a source of food that is rich in protein, essential fatty acids and vitamins and minerals. And it offers a way to boost development by providing jobs, improving people's incomes, and increasing returns on natural resource use. We must ensure that the sector continues to expand, along sustainable principles, to provide more people with food and income, especially in areas like sub-Saharan Africa, Latin America and Asia where hunger and poverty prevail.

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 433-457

Pas d'avenir sans pisciculture: le *big bang* piscicole *

par

Jean-Claude MICHA **

MOTS-CLES. — Pisciculture; Pêcheries; Consommation de poissons; Tilapia.

RESUME. — La surexploitation généralisée des stocks face à la demande croissante de consommation de poissons est à la base du *big bang* piscicole qui révolutionne la production de poissons dans le monde et dans les pays asiatiques en particulier. Intensification des productions d'espèces commerciales classiques, domestication rapide de nouvelles espèces en eau douce, marine et/ou saumâtre, contribuent à la croissance exponentielle de ces produits de plus en plus appréciés par les consommateurs mais aussi recommandés par le corps médical.

Toutefois, et bien que quelques espèces phare de la pisciculture mondiale dont *Tilapia nilotica* (= *Oreochromis niloticus*), originaire d'Afrique, soient produites à plus de deux millions de tonnes par an, la production africaine en pisciculture ne décolle pas si ce n'est récemment en Egypte et au Nigeria. Et pourtant toute la population africaine a faim de poisson. Il est donc plus que temps d'y investir dans des projets de pisciculture rentable.

TREFWOORDEN. — Viskwekerij; Visproductie; Visconsumptie; Tilapia.

SAMENVATTING. — *Geen toekomst zonder viskwekerij: de* big bang *van de visteelt.* — Aan de basis van de grote „vis-*big bang*", die een immense omwenteling met zich meebrengt in de visproductie op wereldniveau, en in het bijzonder in de Aziatische landen, ligt de algemene overexploitatie van de reserves tegenover de groeiende vraag naar vis. Het intensiveren van de productie van klassieke commerciële soorten en het snelle domesticeren van nieuwe soorten in zoet-, zee- en brak water dragen bij tot de exponentiële groei van deze door de verbruikers steeds meer gewaardeerde maar ook door het medisch korps aanbevolen producten.

Maar, hoewel de productie van enkele van de belangrijkste soorten uit de visteelt op wereldniveau, waaronder de uit Afrika afkomstige *Tilapia nilotica* (= *Oreochromis niloticus*), tot meer dan twee miljoen ton per jaar oploopt, komt de Afrikaanse visteeltproductie, tenzij recentelijk in Egypte en Nigeria, niet van de grond. Nochtans hongert de hele Afrikaanse bevolking naar vis. Het is dus hoog tijd om er in renderende visteeltprojecten te investeren.

---

* Communication présentée à la journée d'étude «Water in the Third World: Use, Needs and Limitations» tenue le 21 mars 2006. Texte reçu le 13 avril 2007.

** Membre de l'Académie; Unité de Recherche en Biologie des Organismes (URBO), Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, rue de Bruxelles 61, B-5000 Namur (Belgique).

KEYWORDS. — Fish Culture; Fisheries; Fish Consumption; Tilapia.

SUMMARY. — *No Future without Fish Culture: The Fish Big Bang.* — General over-exploitation of fish stocks facing increasing demand of fish consumption is the explanation of the fish big bang which revolves the fish production in the world and mainly in Asian countries. Intensive classical commercial species production, quick domestication of new freshwater, marine or brackish species contribute to the exponential growth of these products more and more appreciated by the consumers but also recommended by the medical corporation.

Nevertheless, and even if some of the main species of world fish culture, like *Tilapia nilotica* (= *Oreochromis niloticus*) which comes from Africa, are produced at more than two million tons a year, the African fish culture production does not increase, except recently in Egypt and Nigeria. But the whole African population is hungry for fish. That is why it is urgent to invest in sustainable fish culture schemes.

1. Introduction

Pour rappel, la valeur alimentaire du poisson est excellente et 100 g de poisson frais contiennent:

— 25 à 30 g de matières sèches;
— 16 à 24 g de protéines;
— 0,5 à 3 g de lipides (dont 20 à 50 % d'acides gras polyinsaturés);
— 500 à 600 kJ.

Ceci est à mettre en rapport avec les besoins alimentaires de tout *Homo sapiens* évalués selon les normes OMS à 9 288 kJ et 60 g de protéines/j/individu.

Le développement de l'aquaculture (fig. 1) au cours des vingt dernières années est devenu aussi spectaculaire que l'extinction des stocks de poissons dans tous les milieux aquatiques du monde. En effet, si les captures mondiales d'organismes aquatiques se sont accrues de 7 %/an de 1950 à 1960, elles stagnent depuis 1990 aux environs de 100 millions de t/an et l'exploitation maximum soutenable de ces ressources biologiques naturelles serait de 65 millions de t/an, ce qui impliquerait de réduire l'effort de pêche mondial de 40 %!!!

Heureusement, la production mondiale en aquaculture (poissons, crustacés, mollusques, etc.) compense ce déficit de captures par une croissance exponentielle:

— 1990: $15{,}0.10^6$ t (produits animaux et végétaux);
— 2002: $52{,}0.10^6$ t;
— 2003: $55{,}2.10^6$ t;
— 2004: $59{,}4\ 10^6$ t.

Par ailleurs, la consommation humaine mondiale de produits aquacoles (tab. 1, fig. 2) ne fait que croître:

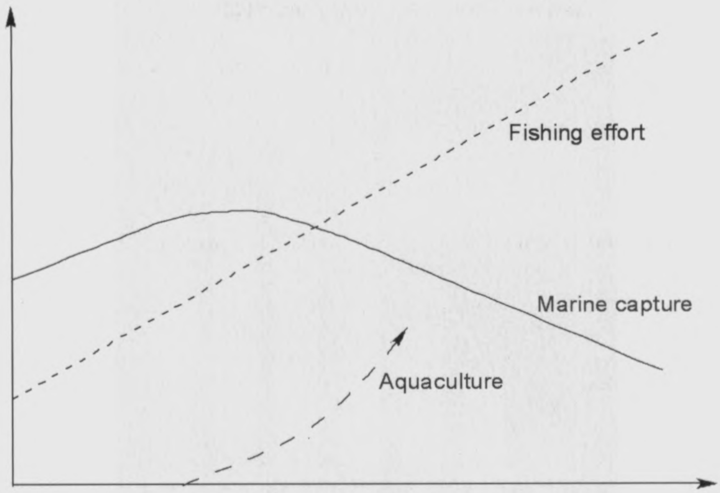


Fig. 1 — Evolution comparée de l'effort de pêche, des captures mondiales et du développement de l'aquaculture.

— 1994: 80.10^6 t → 14,3 kg frais/hab./an;
— 1996: 91.10^6 t → 15,8 kg frais/hab./an;
— 1999: 93.10^6 t → 15,4 kg frais/hab./an (Japon : 70,8 kg/hab./an, UE : 24 kg/hab./an);
— 2010: 137.10^6 t → 85 kg frais/hab./an, ← aquaculture 52 kg/hab./an.

La croissance de cette demande se reflète parfaitement dans l'évolution des prix des produits animaux consommés, le poisson devenant particulièrement cher (fig. 3).

Tableau 1

Evolution de la demande mondiale de poissons
(basée sur la consommation de 19 kg frais/hab./an)

Année	**Population** (milliards)	**Demande** (m/t)	**Approvisionnement par** **Pêcheries** (en millions de tonnes)	**Aquaculture**
1990	5,4	95,6	84,6	11
2000	6,3	120	85	35
2010	7,2	137	85	52
2025	8,5	162	85	77

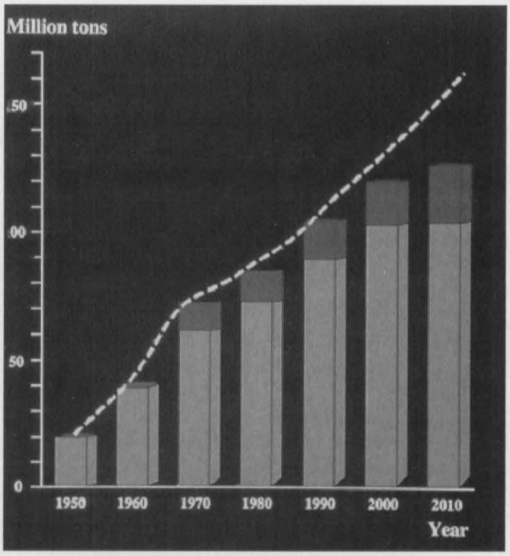


Fig. 2. — Estimation de la demande de consommation de produits aquacoles (....), face à la disponibilité (histogrammes).

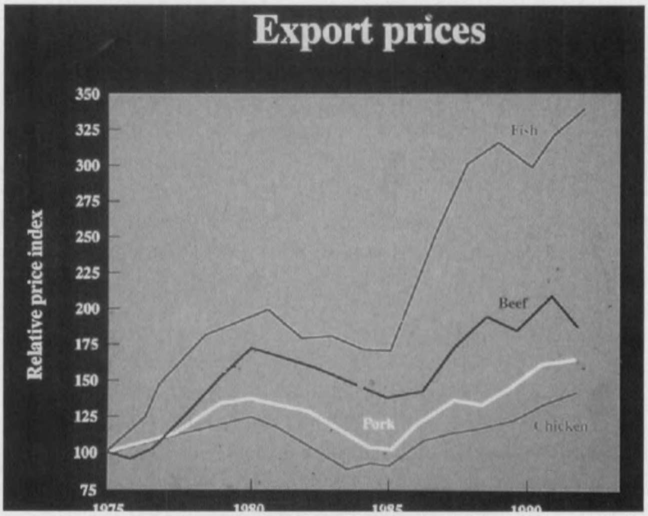


Fig. 3. — Evolution relative des prix des produits animaux consommés.

On peut donc constater que la population mondiale a faim de poisson et aura de plus en plus faim de produits aquacoles, les poissons étant les produits les plus consommés.

Si on examine la situation des pays moins avancés et plus particulièrement du continent africain, les projections y sont très inquiétantes (tab. 2, fig. 4) car la disponibilité en poisson par Africain n'y fait que diminuer à l'inverse de la tendance mondiale.

Tableau 2

Disponibilité en poisson dans quelques pays africains (2001)

Country	Fish production (in m/t)	Per caput fish supply (in kg/year)	Fish as percentage of animal protein intake
Ghana	451,287	30.1	69 %
Tanzania	336,200	7.1	27 %
Zambia	69,200	6.5	21 %
Malawi	41,187	3.6	28 %
SSA	5,192,892	6.6	22 %
World	142,592,428	15.8	15 %

Source: FAO (2004).

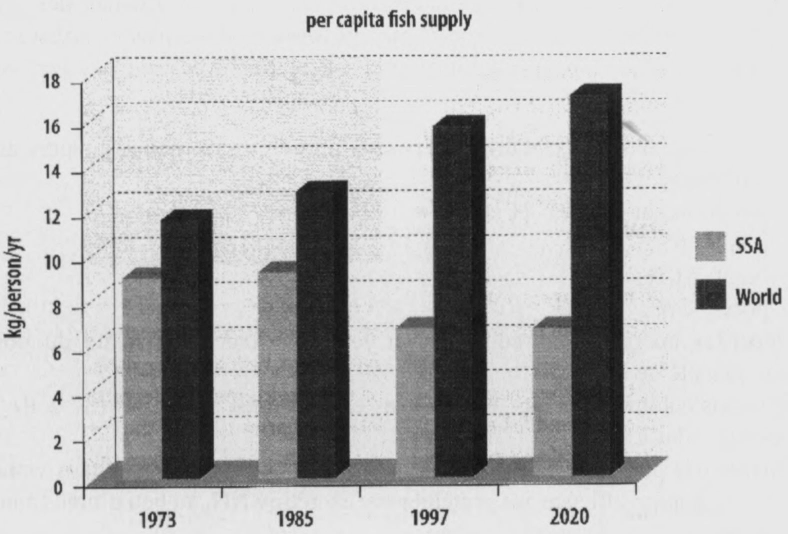


Fig. 4. — Tendances actuelles et projections en 2020 de la disponibilité en poisson par habitant dans le monde et en Afrique subsaharienne.

A l'évidence, la contribution de l'aquaculture mondiale augmente et augmentera nécessairement pour limiter le déficit en produits aquacoles résultant de la surexploitation généralisée des stocks naturels. En Afrique où les zones humides sont nombreuses (Hughes & Hughes 1992, Kanangire *et al.* 2004), il est urgent qu'elle augmente et qu'elle s'aligne sur l'évolution mondiale en s'inspirant notamment de modèles performants et adaptés à ses conditions tels que l'agro-pisciculture asiatique (FAO 2003, Symoens & Micha 1995, Zhong Gongfu *et al.* 1997).

Pour étayer ce point de vue, voyons quelles sont les potentialités de l'aquaculture en général et ses perspectives de développement en nous focalisant notamment sur deux espèces phare de la pisciculture mondiale, originellement endémiques à l'Afrique.

2. Potentialités de l'aquaculture

L'exploitation piscicole des milieux naturels est fort limitée (10-300 kg/ha/an) et les coûts des captures ne font qu'augmenter d'année en année car il faut rechercher des stocks de plus en plus éloignés quand ils ne sont pas en extinction!

Par contre, l'élevage de poisson en étang permet d'atteindre des productions de 1 000 à 15 000 kg/ha/an et dans des systèmes plus intensifs, tels que raceways, les productions sont de l'ordre de 0,5 à 3 kg/m^3/j = ~170 à 1 000 kg/m^3/an.

Ces résultats découlent notamment des caractéristiques intrinsèques des poissons qui donnent un rendement protéique, en fonction des surfaces utilisées et des aliments fournis, supérieur à toute autre spéculation avec animaux terrestres car:

— Pourcentage tissu musculaire/tissu osseux plus élevé que pour tout autre animal d'élevage:
  - poisson-chat (silure): 81 %,
  - poulet: 65 %,
  - bœuf: 51 %,
  - porc: 37 %.

— Dépenses énergétiques réduites pour les déplacements (densité du poisson~densité de l'eau);

— Poissons ectothermes, pas de dépenses énergétiques pour t° c^{te} (37 à 40 °C bovins, volailles);

— Qualité des protéines: 10 AAE, lysine (97 mg/g prot.) plus que dans viande (93), utilisation efficace des protéines car excrétion NH_3 au lieu d'urée (mammifères) ou d'acide urique (oiseaux);

— Qualité des acides gras: bonne teneur en acides gras C_{20-22} polyinsaturés en ω_6 et ω_3 avec un rapport ω_6/ω_3 ~3-5:
  - protection contre mauvais cholestérol (contre obstruction des artères),
  - amélioration des performances cérébrales (= carburant du système nerveux).

— Faible concentration en produits toxiques car pas d'accumulation des polluants dans la chaîne trophique (*cf.* concentration en Hg: tilapia d'élevage: 0,01 ppm, requin sauvage: 0,99 ppm).

On constate donc que la conversion des sous-produits agricoles en aliments et en protéines consommables par l'*Homo sapiens* est nettement plus efficace avec les poissons qu'avec n'importe quel autre animal d'élevage (volaille, porcin, ovin, bovin).

3. Développement et perspectives de l'aquaculture: révolution bleue

Le développement spectaculaire de l'aquaculture se manifeste depuis près de deux décennies essentiellement en Asie (fig. 5), à tel point que l'on parle d'une nouvelle révolution des productions alimentaires, cette fois en milieu aquatique: la révolution bleue.

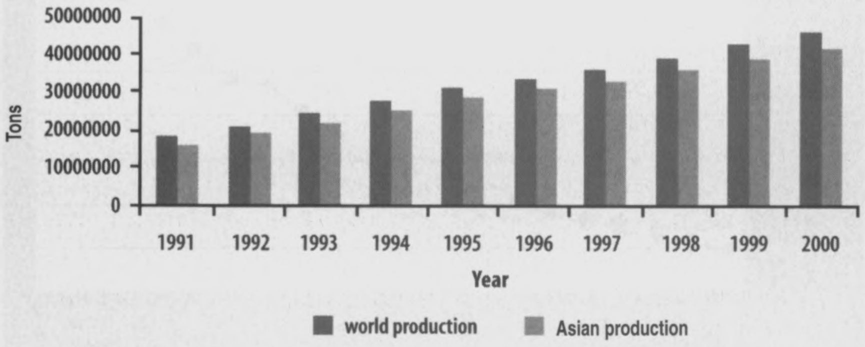


Fig. 5. — Production aquacole mondiale et asiatique.

Ce boom spectaculaire résulte des facteurs suivants:

— Amélioration des techniques de production (de l'extensif: 500 kg/ha/an au semi-intensif: 4 000 à 10 000 kg/ha/an) en maintenant la qualité des eaux, en alimentant les poissons de façon régulière et équilibrée;
— Mise au point d'aliments cuits faits à la ferme avec divers sous-produits locaux, voire de granulés du commerce;
— Domestication d'espèces nouvelles:
  - domestication de nouvelles espèces préadaptées aux conditions d'élevage, à forte croissance et à régime omnivore → développement spectaculaire (*cf.* tilapia, *Oreochromis niloticus*, poisson-chat africain *Clarias gariepinus* et poisson-chat asiatique *Pangasius bocorti* et *P. hypophthalmus*),
  - domestication d'espèces carnivores à haute valeur commerciale telles que saumon atlantique *Salmo salar*.

Parmi les espèces phare de la pisciculture mondiale, on peut citer deux espèces endémiques à l'Afrique: le tilapia, *Oreochromis niloticus,* et le poisson-chat africain, *Clarias gariepinus*.

3.1. Pisciculture de tilapia

Bien qu'il existe plus de nonante espèces de tilapia, toutes endémiques au continent africain, seule *Oreochromis niloticus* fait l'objet d'une production aquacole mondiale (fig. 6) bien supérieure aux captures en milieu naturel, et cela est d'autant plus remarquable qu'elle se pratique essentiellement hors d'Afrique, notamment en Asie (fig. 7) où tous les pisciculteurs s'accordent sur ses très bonnes capacités d'élevage (El Sayed 2006, Kestemont *et al.* 1989).

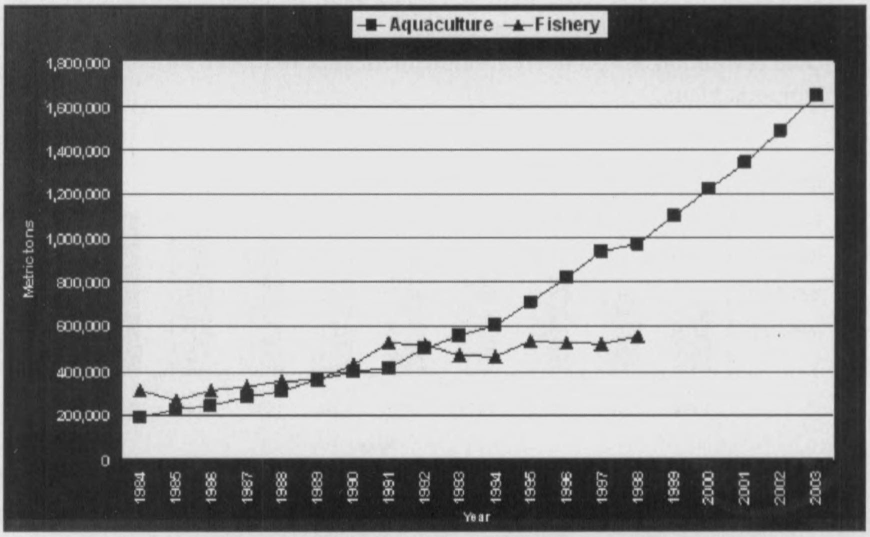


Fig. 6. — Evolution des captures en milieu naturel et de la production aquacole mondiale de tilapia.

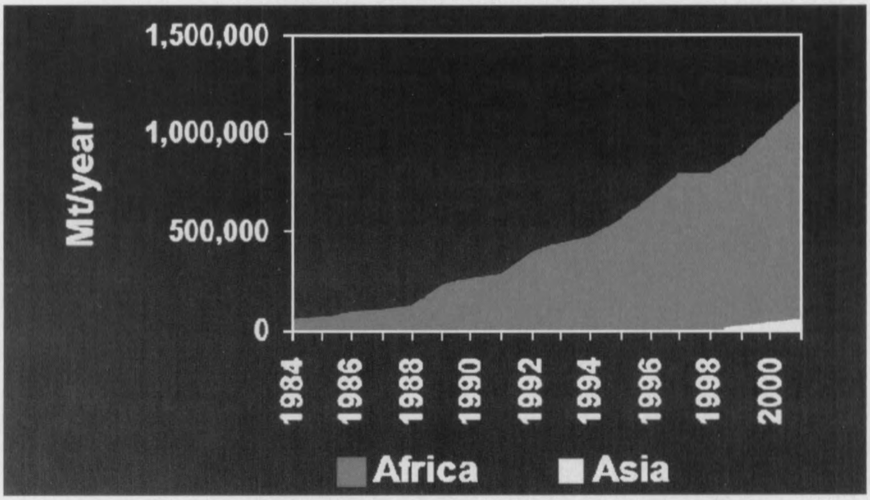


Fig. 7. — Comparaison de la production africaine et asiatique de tilapia.

C'est pourquoi ce tilapia est devenu, après les carpes asiatiques, le second poisson le plus important en aquaculture mondiale (2003: 1 648 477 t) (fig. 8). Il est cultivé non seulement en région tropicale mais aussi en région tempérée dans les eaux chaudes résiduaires. On constate:

— Tendance à remplacer les poissons traditionnels aux USA et en Europe;
— Chine: le plus grand producteur et le plus grand marché;
— Première source de poisson congelé en Asie;
— Première source de poisson frais en Amérique latine.

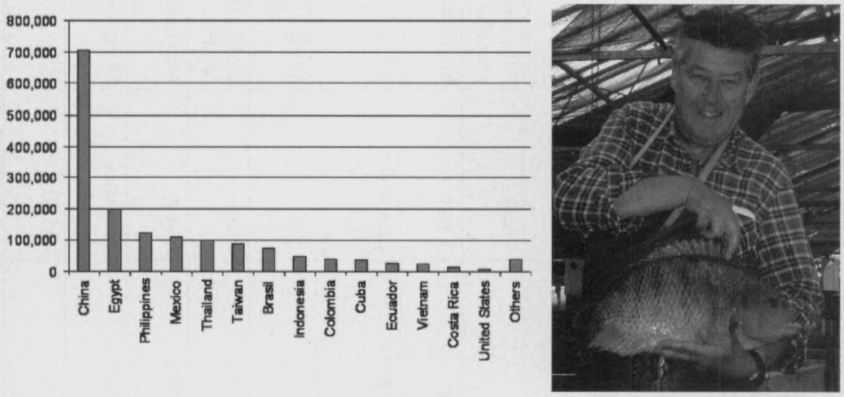


Fig. 8. — Principaux pays producteurs de tilapia, essentiellement *Oreochromis niloticus*.

3.2. Methodes d'elevage de tilapia

Divers systèmes d'élevage de tilapia (tab. 3) présentant des niveaux d'intensification très variables se sont développés selon les conditions topographiques, physicochimiques et socio-économiques des régions.

On distingue ainsi l'élevage en étang, en happa ou en cage, en tank ou en raceway, chaque système présentant des avantages et inconvénients.

3.2.1. Elevage en étang

— Objectif optimal: pisciculture de minimum 10 ha (fig. 9) dont 15 à 30 % de la surface selon niveau d'intensification = étangs de service (reproduction, alevinage);
— Reproduction (6 % de la surface totale en eau):
  - superficie des étangs: 2 à 4 ares,
  - densité de mise en charge (MC) des géniteurs: 1 à 4 ind./m^2 selon alimentation,
  - rapport des sexes: 3 ♀/1 ♂,
  - poids moyen des géniteurs (♀ < 200 g, ♂ > 200 g),
  - récolte des larves à l'épuisette, ou sennage bihebdomadaire, ou vidange bimensuelle (d'un étang à l'autre si possible).

Tableau 3

Synthèse des méthodes de production d'alevins de tilapia, adaptée à l'Afrique (Ducarme, comm. personnelle)

Types	**Modes**	**Séquences**	**Mise en charge** (3 ♀/ 1 ♂)	**Poids moyen de mise en charge** (g)	**Durée**	**Poids à la récolte** (g)	**Remarques**
Mélange des âges	Permanent		100 à 1 000 kg/ ha	Divers	Permanente		Pêches régulières *Dépassé*
	Temporaire		1 à 3 /m²	15 g	6 à 8 mois	70 à 100 g	Pêche totale, remise en charge *Dépassé*
Classes d'âges séparées en étang	Reproduction et alevinage	Reproduction et alevinage	1 à 4 reproduct./m²		4 mois	30 g, sexuage possible	Pêche totale *Dépassé*
		Grossissement	1 à 3/m² sexués ou non	30 g	A voir	Marchand	Pêche totale
	Reproduction pré-alevinage	Reproduction	1 à 4 reproduct./m²	200 g et +	2 à 4 mois	0,5-3g	Pêches partielles, tous les 15 jours, puis totales
						50 mg	Pêche quotidienne Transfert en happa
		Prégrossissement	10-20/are	0,5 -3 g	2 mois	20-30 g, sexuage possible	Pêche totale
		Grossissement	1 à 3/m² sexués ou non	20-30 g	A voir	Marchand	Pêche totale
Classes d'âges séparées en happa dans les étangs	Récolte d'alevins toutes les 2 semaines	Reproduction	4/m²	200 g et +	1 à 2 mois	50 mg	Changement après 4 reproductions
		Alevinage, réversion possible	8 000-17 000/m³	50 mg	20 à 30 jours	0,5 g	En happa ou en bac
		Prégrossissement	15-100 m²	0,5 g	2 à 3 mois	15 à 25 g	En étang

		Grossissement	1 à 3/m^2 sexués ou non	15 à 25 g	A voir	Marchand	En étang
			220/m^3		4 à 5 mois	180 g	En cage
			80/m^3	180 g	8 à 9 mois	650 g	
	Récolte journalière des alevins	Reproduction	4/m^2	200 g et +	2 mois	20 mg	Changement après 4 reproductions
		Alevinage, réversion possible	8 000 à 17 000/m^3	20 mg	20 à 30 jours	0.5 g	En happa ou en bac
		Prégrossissement	15 à 100 m^2	0,5 g	2 à 3 mois	15 à 25 g	En étang
		Grossissement	1 à 3 par m^2 sexués ou non	15 à 25 g	A voir	Marchande	En étang
			220/m^3		4 à 5 mois	180 g	En cage
			80/m^3	180 g	8 à 9 mois	650 g	
	Récolte hebdomadaire des alevins et des œufs	Reproduction	4 / m^2	200 g et +	2 mois	Œuf à 30 mg	Changement après 4 reproductions
		Incubation et alevinage, réversion possible	8 000 à 17 000/m^3	Œuf à 30 mg	20 à 30 jours	0,5 g	En happa ou en bac
		Prégrossissement	15-100 m^2	0,5 g	2 à 3 mois	15 à 25 g	En étang
		Grossissement	1 à 3/m^2 sexués ou non	15 à 25 g	A voir	Marchand	En étang
			220/m^3		4 à 5 mois	180 g	En cage
			80/m^3	180 g	8 à 9 mois	650 g	

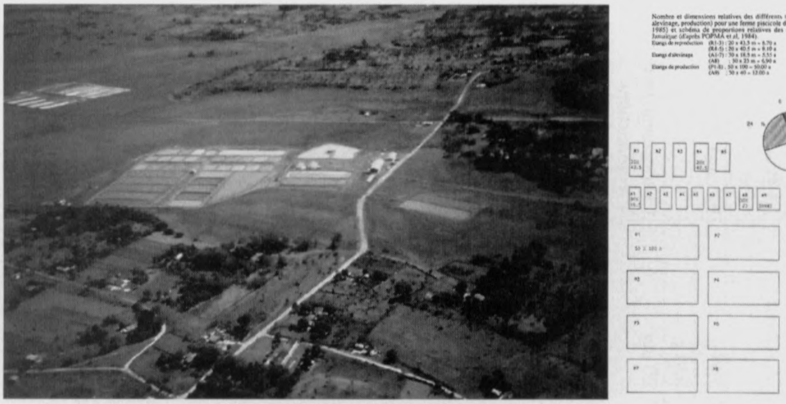


Fig. 9. — Piscicultures de tilapia récemment construites au Paraguay avec les différents types d'étangs de reproduction, d'alevinage et de grossissement.

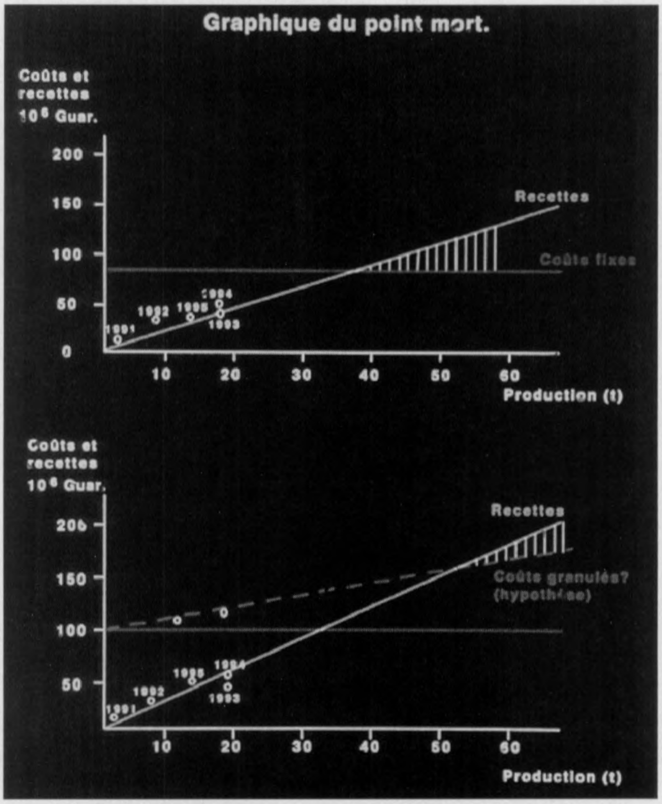


Fig. 10. — Rentabilité de la pisciculture de San Antonio de Padúa au Paraguay: alimentation de tilapia avec du simple tourteau de coton ou avec des aliments composés équilibrés sous forme de granulés.

— Alevinage: 10 à 24 % de la surface en eau selon intensification;
— Prégrossissement:
  - étangs de ~2 à 4 ares,
  - densité: ~50 ind. (0,1 g)/m^2 ou plus si fertilisation + alimentation,
  - récolte: après un mois: alevins de ~5 g (80 % de MC).
— Grossissement: → alevins (fingerlings):
  - étangs de ~4 ares,
  - densité: ~20 ind. (5 g)/m^2 ou plus si alimentation par granulés,
  - récolte: après deux mois: alevins de ~20 à 30 g (90 % de MC).
— Grossissement: → monosexe mâles (tri manuel, inversion hormonale du sexe, manipulation génétique, ...):
  - mise en charge d'alevins mâles de 30 g,
  - densité: 2 à 10 ind./m^2,
  - récolte: après six à neuf mois,
  - production: en fonction de l'alimentation, 4 à 15 t/ha/an (PM 200 à 800 g).

Ces piscicultures commerciales de production de tilapia en étang impliquent un minimum de production de poisson pour atteindre le niveau de rentabilité (fig. 10) qui varie aussi selon le type d'alimentation (simple tourteau de coton ou granulés équilibrés).

3.2.2. Elevage en happa ou en cage

— Avantages du système:
  - contrôle efficace de la reproduction anarchique des géniteurs,
  - problème de surpopulation et de nanisme résolu.
— Happas (fig. 11):
  - poches fixes de petite taille (1,5 × 1 × 1 m à 3 × 3 × 1 m) en filet nylon moustiquaire (mailles de 1-3 mm) attachées à des montants en bambou posés sur piquets en bois enfoncés dans la vase d'un étang peu profond (eutrophe),
  - profondeur du happa: 0,6 m avec revanche de 20 cm au-dessus du fond vaseux,
  - utilisables aussi en bassin ou en tank,
  - divers systèmes reproducteurs-alevins:
    ○ happa simple avec mélange des géniteurs et alevins,
    ○ happa double avec happa central à géniteurs.
— Cages (fig. 12):
  - cadre rigide (bois, métal, polyester) équipé d'un filet synthétique avec système de flottaison (lacs profonds) ou de supports fixes (lacs peu profonds),
  - différentes des enclos: délimités par les berges d'une baie naturelle et fermés d'un seul côté par un filet ou grillage,
  - différentes des parcs: délimités de tous côtés par des filets ou grillages mais à fond naturel,

Fig. 11. — Récolte d'œufs et d'alevins de tilapia, *Oreochromis niloticus,* en happa en Thaïlande et au Vietnam avec système d'éclosion et d'alevinage intensif.

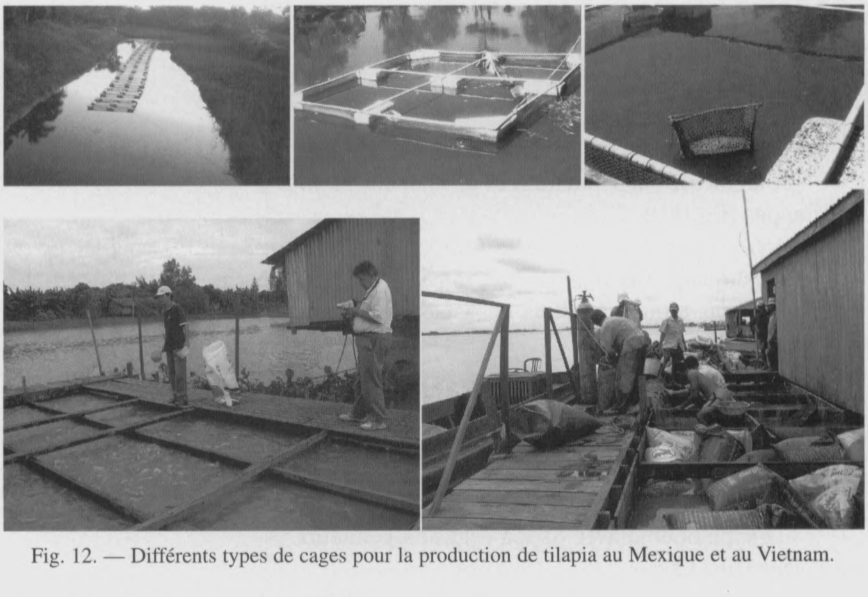


Fig. 12. — Différents types de cages pour la production de tilapia au Mexique et au Vietnam.

- choix des sites: primordial:
  - qualité et circulation eau,
  - protection contre débris flottants, crues, vagues,
  - accessibilité, sécurité et distance par rapport aux marchés.
- taille des cages: qqs m³ à 10 m³, côtés: 5 à 10 m, profondeur: 1,5 m, mailles: 1 à 25 mm selon stade,

– grossissement:
  ◦ MC: 800 à 1 300 ind./m³ (0,4 g),
  ◦ récolte: PM: 10 à 30 g, 90 % survie.

3.2.3. Elevage en tank ou en raceway

— Tanks (fig. 13): récipients en béton ou en polyester de forme circulaire, carrée,... destinés principalement à la production d'alevins;

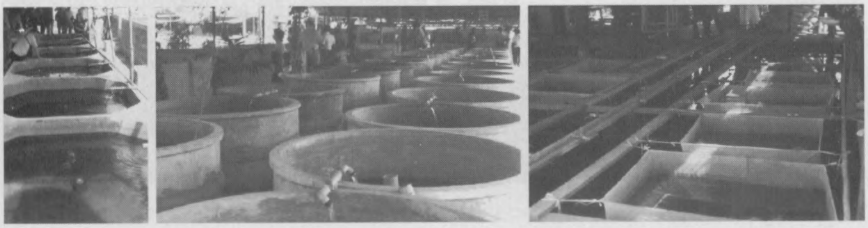


Fig. 13. — Différents types de bacs en béton pour la production contrôlée d'alevins de tilapia de qualité certifiée.

— Raceways (fig. 14): récipients en béton de forme rectangulaire pour la production d'alevins et de poissons marchands: biomasse record en tilapia → 100 kg/m³, P: ~300 kg/m³/an.

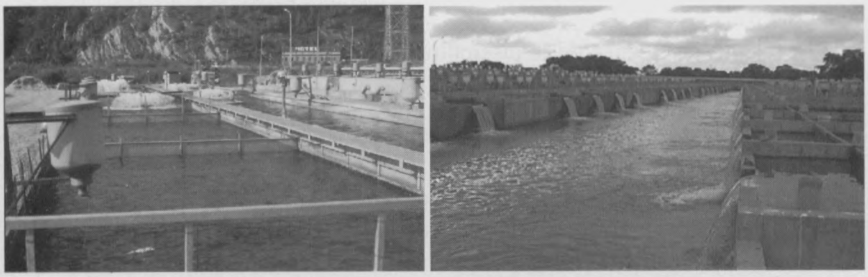


Fig. 14. — Raceways à Aquafarm à Tihange et aux USA pour le grossissement intensif de tilapias alimentés avec des granulés performants.

Tous ces systèmes qui ont, pour la plupart, été mis au point ailleurs qu'en Afrique partent pourtant des premières expériences menées à la Kipopo (Katanga, RD Congo) à la fin de la Première Guerre mondiale. Le tableau 3, qui présente une synthèse des techniques d'alevinage de tilapia, montre que la technique originelle des classes d'âge mélangées, abandonnée partout dans le monde vu les piètres résultats, est toujours d'application dans la plupart des pays africains qui en sont restés à la pisciculture de «papa».

Il n'empêche que l'Egypte, le Zimbabwe et le Nigeria commencent enfin à développer une pisciculture de tilapia conséquente nécessitant notamment la mise en place de procédés de transformation et de conservation selon les normes internationales (fig. 15).

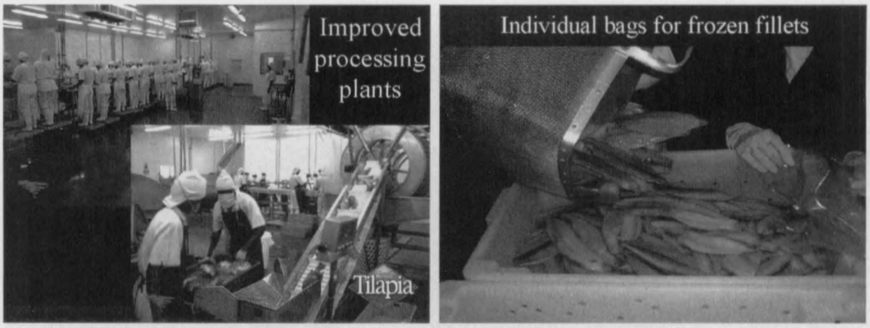


Fig. 15. — Procédés modernes de transformation et de conservation du tilapia.

3.3. Pisciculture du poisson-chat africain

La pisciculture, à la différence de l'Asie, n'est pas traditionnelle en Afrique. Elle s'est développée, sous la pression coloniale, seulement après la Seconde Guerre mondiale. Elle a connu un développement aussi spectaculaire (300 000 étangs dans vingt pays africains en 1958) que son extinction après les années 1960.

Les raisons de l'échec de la pisciculture, basée sur l'élevage de *Tilapia* spp., sont attribuées à plusieurs facteurs:

— Nanisme résultant de la surpopulation due à de mauvaises techniques (pisciculture de «papa»);
— Dépendance des subsides de centres d'alevinage;
— Mythe du poisson miracle → besoins en protéines animales résolus;
— Absence de solutions adéquates pour l'alimentation des poissons.

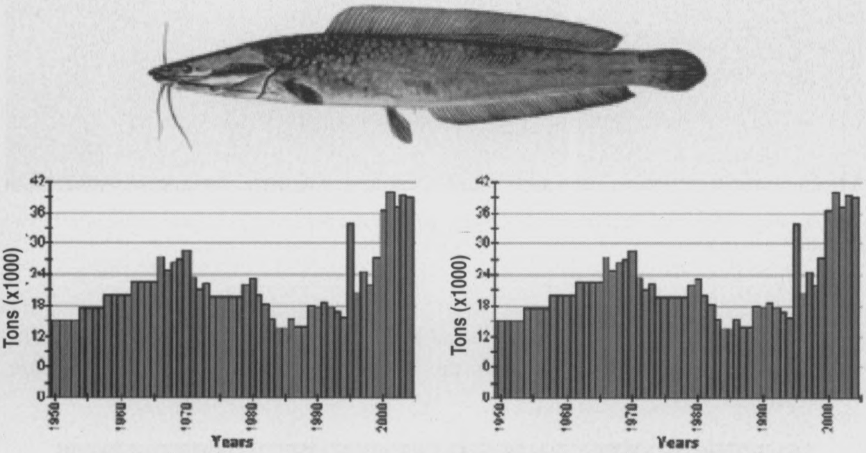
A la fin des années 1960, la recherche piscicole s'oriente vers la domestication de nouvelles espèces autochtones plus performantes. Dans le cadre d'un projet régional FAO (Cameroun, Gabon, Congo-Bazzaville, République centrafricaine) qui débuta en 1969 à Bangui, j'ai été chargé de la mission suivante:

— Etudier la biologie des espèces de poissons de l'Ubangui (275 spp.);
— Repérer les potentialités des poissons-chats africains dont *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis*.

Cinq ans plus tard, on publiait et on produisait les premiers poissons-chats africains domestiqués (De Kimpe & Micha 1974).

Le poisson-chat du Nil, *Clarias gariepinus* (= *Clarias lazera* Burchell), qui aime les eaux boueuses et qui guidait le bateau solaire naviguant la nuit sur le fleuve du monde souterrain de la Nouvelle Dynastie égyptienne, espèce vénérée et dessinée sur les tombes royales et les sarcophages, était très abondant (nombreux ossements) dans la région de Faiyum, lac de Quarum (forte consommation, capture ou déjà élevage?).

Quoi qu'il en soit, cette espèce, très appréciée en Afrique (fig. 16), le devient également en d'autres continents où elle a été introduite à des fins de production commerciale. On peut considérer qu'elle est parfaitement domestiquée (De Graaf & Janssen 1996, Ducarme & Micha 2003, Haylor & Muir 1998, Hecht *et al.* 1988, Rukera *et al.* 2005).



Clarias gariepinus

Fig. 16. — Capture du *Clarias* en Afrique. Elevage du *Clarias gariepinus* dans le monde.

Les caractéristiques remarquables de cette espèce sont:

— Dimorphisme sexuel au niveau de la papille génitale: ♀ arrondie, ♂ conique (fig. 17);

— Fécondité élevée: ~60 000 ovules/kg ♀;

— Croissance rapide: ~1 kg en un an;

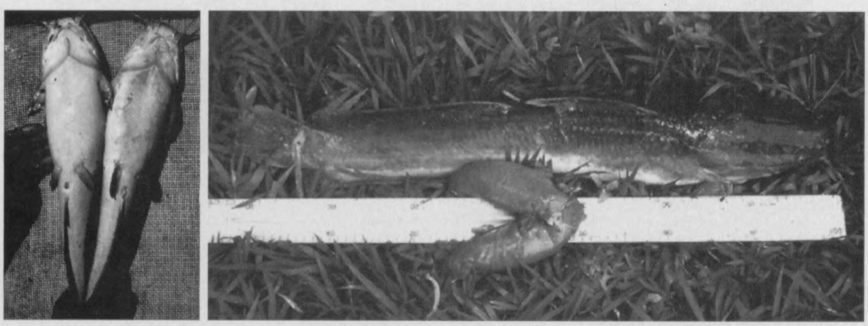


Fig. 17. — *Clarias gariepinus* mâle et femelle à maturité.

— Appareil respiratoire suprabranchial accessoire (fig. 18) permettant de respirer l'oxygène de l'air;

Fig. 18. — Appareil respiratoire de *Clarias gariepinus*: branchies et organe accessoire suprabranchial.

— Première récolte en 1971 de *Clarias gariepinus* à Bangui, République centrafricaine (fig. 19), après deux ans de recherche au projet «Pisciculture Régional FAO»;

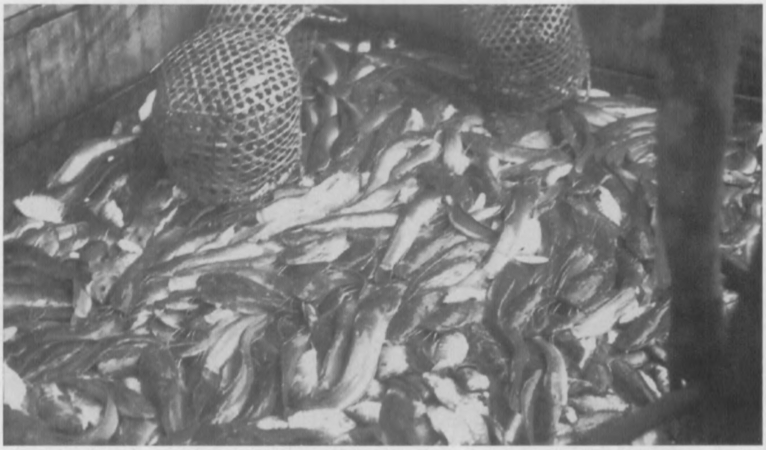


Fig. 19. — Première récolte de *Clarias gariepinus* domestiqué à Bangui.

— Production actuelle: ~ 24 000 t/an, principalement en Asie et Amérique du Sud;
— Mise au point d'unités de production clé sur porte de 50 à 200 t/an aux Pays-Bas et au Nigeria;

— Espèce qui détient, en système intensif, le record de biomasse → 300 kg/m³ d'eau comme on peut le constater (fig. 20) en raceways à Aquafarm à Tihange (Belgique).

Fig. 20. — Récolte de *Clarias gariepinus* en système intensif à Aquafarm, Tihange.

4. Discussion

L'augmentation de la production aquacole durable est et sera fonction de:

— L'augmentation des surfaces exploitées par un aménagement judicieux des zones humides:
  - éviter «valorisation» par drainage pour élevage de bovins (D: 1 bovin/10 ha, P: 20 à 40 kg/ha/an) de zones humides à bonne production aquacole naturelle (50-100 kg/ha/an).

Fig. 21. — Guanotérisation des zones humides au Mexique.

Le cas de la pisciculture de San Antonio de Padúa au sud d'Asunción, première pisciculture construite au Paraguay en 1988 pour l'élevage de tilapia du Nil, est un bon exemple de combat difficile du poisson contre la vache (fig. 22).

Fig. 22. — Aménagement de zones humides en étangs de pisciculture à tilapia au Paraguay: les bovins ne cèdent pas facilement la place!

— Aménagement des marais en système digue-étang à haute productivité agropiscicole: *camellones Chontales* au Mexique, *dike-ponds* à Guangzu en Chine (fig. 23), ...

Fig. 23. — Aménagement agropiscicole en bordure de lac au Mexique et en zone inondable en Chine.

— Amélioration des techniques de production (de l'extensif à l'intensif) en maintenant la qualité des eaux, en alimentant les poissons de façon équilibrée;

— Domestication d'espèces nouvelles:
  - **PD**: nouvelles espèces à haute valeur ajoutée: daurade, bar, turbot, perche, sandre, écrevisse, etc. mais production de luxe (profit financier: Shell, BP, ...) → limitée en quantité,
  - **PMA**: espèces en bas de chaîne alimentaire acceptant la polyculture, équilibre à respecter entre les deux chaînes trophiques autotrophe et

hétérotrophe (fig. 24) → production économique et écologique (objectif social), via intégration dans développement rural, peut contribuer de façon significative à résorber le problème alimentaire mondial.

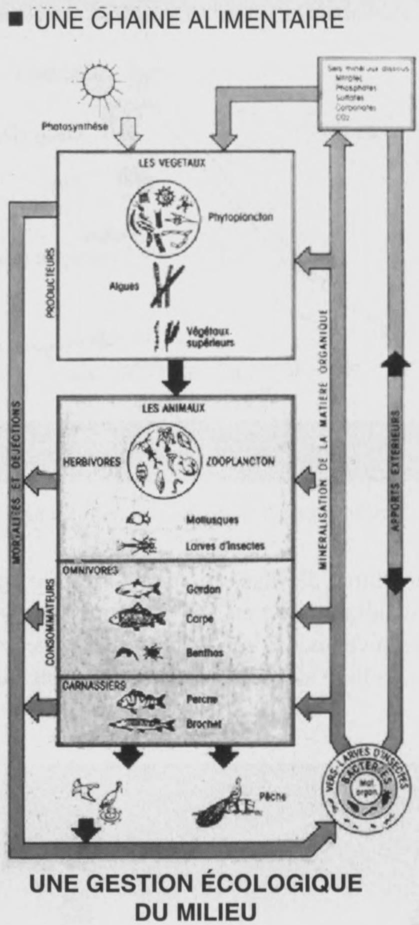


Fig. 24. — Equilibre des flux de matière et d'énergie entre les deux chaînes trophiques (autotrophe et hétérotrophe) de l'écosystème étang.

— Domestication de nouvelles espèces préadaptées aux conditions d'élevage, à forte croissance et à régime omnivore → développement spectaculaire récent (*cf. Clarias gariepinus* en Afrique, *Pangasius bocorti* et *P. hypophthalmus* au Vietnam);
— Sélection génétique de souches à croissance rapide, tout reste à faire en poissons tropicaux d'élevage (fig. 25);

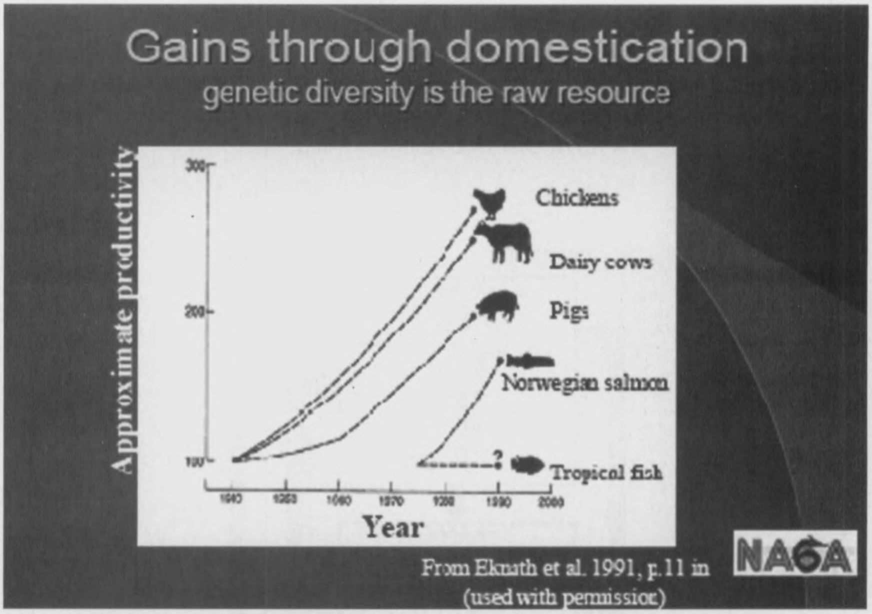


Fig. 25. — Amélioration génétique des espèces d'animaux domestiqués.

— Intégration agriculture, élevage et aquaculture (irrigation à partir d'eau d'étangs, rizipisciculture, etc.) en vue d'optimiser la production alimentaire et d'améliorer les revenus des producteurs (*cf.* ci-dessous (fig. 26) un canal d'irrigation pour culture de canne à sucre servant aussi de raceway pour tilapia).

(Photo J.-M. Niget)

Pêche finale.

Fig. 26. — Récolte de tilapia dans un canal d'irrigation pour canne à sucre au Burkina Faso.

— Dans le choix crucial des espèces de poissons, l'aquaculture peut être une solution partielle au déficit protéique des populations des PMA:

- **Non** avec production des Peneidae, Palaemonidae, Salmonidae, Anguillidae, Sériole (80 000 t/an consomment 550 000 tonnes de protéines par an), tortues, ... car, pour les alimenter, on surexploite les stocks de Clupeidae du Chili, Pérou, Maroc, Danemark (figs 27, 28):
  - ○ besoins en farine de poisson en 1994: 1,1. 10^6 t, en 2010: 1,5. 10^6 t,
  - ○ besoins en huile de poisson en 1994: 0,4. 10^6 t, en 2010: 1,1. 10^6 t.

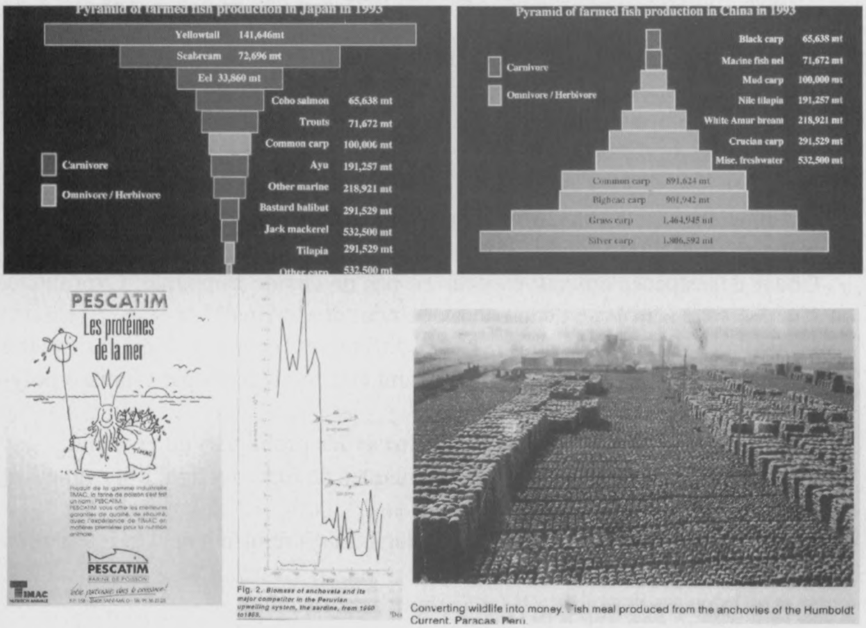


Fig. 27. — Valorisation au gaspillage des farines de poisson en fonction du choix des espèces d'élevage.

Fig. 28. — Choix des espèces carnivores en pisciculture inadéquat.

– **Oui**: espoir des affamés des PMA, de développement économique rural mais avec les espèces les plus intéressantes au point de vue écologique: phytophages, planctophages et détritivores. De plus spp tolérantes pour d'autres spp.
– **Oui**, mais il y a des contraintes: goût de vase, accumulation de geosmin synthétisée par Cyanophycées et Actinomycètes, problème à résoudre par bonnes conditions de l'environnement d'élevage.

5. Conclusions

— Production aquacole en nette augmentation;
— Nécessité d'intégrer l'aquaculture dans le développement rural, ce qui implique une production aquacole basée sur une fertilisation organique (élevages associés) et l'apport de sous-produits agricoles (son de riz, tourteaux de coton, de palmiste, drêches artisanales, etc.) pour poissons planctophages et omnivores: système approprié pour producteurs pauvres et consommateurs pauvres vu le faible coût de production;
— Choix des espèces crucial: espèces en bas de chaîne trophique: Cyprinidae, Cichlidae ou sérioles en cages = rendement des bovins!!!
— Polyculture souhaitable pour occuper différentes niches écologiques (quatre à six espèces de carpes en Chine peuvent être remplacées par tilapia = polyculture en soi!);
— Aquaculture écologique appelée à maîtriser les problèmes de geosmin;
— Avenir dans PD: amélioration des techniques de reproduction, d'alevinage et d'alimentation;
— Avenir dans PMA: espèces nouvelles, techniques semi-intensives, intégration agropiscicole, formation de cadres, ...

Le développement futur de l'aquaculture sera fonction:

— Des moyens mis à la disposition des chercheurs et nouveaux producteurs;
— De la motivation et créativité des jeunes chercheurs à développer une aquaculture:
  - plus originale,
  - moins énergivore,
  - plus écologique,
  - plus économique.

BIBLIOGRAPHIE

De Graaf, G. & Janssen, H. 1996. Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish *Clarias gariepinus* in sub-Saharan Africa. — Rome, FAO, FAO Fisheries Technical paper 362, 73 pp.

De Kimpe, P. & Micha, J.-C. 1974. First guidelines for the culture of *Clarias lazera* in Central Africa. — *Aquaculture*, **4**: 227-248.

Ducarme, C. & Micha, J.-C. 2003. Technique de production intensive du poisson-chat africain, *Clarias gariepinus*. — *Tropicultura*, **21** (4): 189-198. www.tropicultura.belgacom.net

El Sayed, A. F. M. 2006. Tilapia culture. — Oxfordshire (UK), Wallingford, CABI Publ. www.cabi-publishing.org

FAO 2003. Intégration Agriculture Aquaculture: Principes de base et exemples. — Rome, FAO, Collection Document Technique sur les Pêches, n° 407, 172 pp. http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp

Haylor, G. & Muir, J. 1998. A Fish Hatchery Manual for Africa. — University of Stirling, 207 pp.

Hecht, T., Uys, W. & Britz, P. J. (Eds.) 1988. The culture of sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* in southern Africa. — Pretoria, South African National Scientific Programmes Report 153, 129 pp.

http://srac.tamu.edu/index.cfm?catid=11

http://cdserver2.ru.ac.za/cd/catfish/catfish/index.htm

http://www.kuleuven.ac.be/bio/eco/Clarias/Main.htm

Hughes, R. H. & Hughes, J. S. 1992. — UICN, PNUE, CMSC, Répertoire des zones humides d'Afrique, 808 pp.

Kanangire, C. K., Micha, J.-C. & Gashagaza, J.-B. 2004. Aménagement des marais au Rwanda. — *In*: Actes du Colloque Butare (5-7 juin 2001), Namur, Presses Universitaires de Namur, 118 pp.

Kestemont, P., Micha, J.-C. & Falter, U. 1989. Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia nilotica*. — Rome, FAO, ADCP/Rep/89/46, 132 pp.

Rukera, T. S., Ducarme, C. & Micha, J.-C. 2005. Essais d'adaptation de production massive de juvéniles de *Clarias gariepinus*, en conditions rurales. — *Tropicultura*, **23** (4): 231-244. www.tropicultura.belgacom.net.

Symoens, J.-J. & Micha, J.-C. (Eds) 1995. L'aménagement des écosystèmes agro-piscicoles d'eau douce en milieu tropical. — Bruxelles, ARSOM, Séminaire (Bruxelles, 16-19 mai 1994), 663 pp.

www.nefisco.org/software.htm

www.xi.advies.nl

Zhong Gongfu, Wang Zengqi & Wu Houshui 1997. Land water interaction of the dike-pond system. — Namur, Presses Universitaires de Namur, 130 pp.

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 459-477

The Political Ecology of Water in Northwest Namibia, 1915-1980*

by

Steven VAN WOLPUTTE**

KEYWORDS. — Apartheid; Colonialism; Herero; Himba; Development.

SUMMARY. — This article takes a political ecological stance to investigate the close relationship between local politics and water in the northern Kunene Region, Namibia. Combining archival and ethnographic evidence, it illustrates that, even under apartheid, colonial rule and 'material development' were subject to negotiation between the different parties involved in the colonial encounter. Like the South-West African administration bored water holes and equipped water pumps for political reasons, so could local actors try to exploit the colonial presence to their advantage. The analysis argues in favour of a more detailed and nuanced understanding of colonialism, and claims that such an understanding of past events and processes may also augment our understanding of the contemporary development encounter.

TREFWOORDEN. — Apartheid; Kolonialisme; Herero; Himba; Ontwikkeling.

SAMENVATTING. — *De politieke ecologie van water in Noord-West Namibië, 1915-1980.* — Vanuit een politiek-ecologisch perspectief onderzoekt deze bijdrage de samenhang van politieke processen en water in het noordwesten van Namibië. De analyse hanteert historische en etnografische bevindingen om aan te tonen dat zelfs ten tijde van apartheid kolonialisme en „materiële ontwikkeling" het voorwerp uitmaakten van een complex onderhandelingsproces tussen de verschillende betrokken partijen. Daar waar de Zuid-West Afrikaanse administratie watergaten boorde en pompen plaatste om politieke motieven, trachtten plaatselijke actoren de koloniale aanwezigheid aan te wenden in hun voordeel. De auteur pleit voor een meer genuanceerd en gedetailleerd begrijpen van het koloniale verleden, en stelt dat een inzicht in de politieke processen van toen ook het begrijpen van ontwikkeling in een hedendaagse context ten goede komt.

MOTS-CLES. — Apartheid; Colonialisme; Herero; Himba; Développement.

RESUME. — *L'écologie politique de l'eau en Namibie du nord-ouest, 1915-1980.* — Dans une perspective d'écologie politique, cette contribution étudie le lien étroit existant entre les processus politiques locaux et l'eau en Namibie du nord-ouest. L'analyse

---

* Paper presented at the seminar "Water in the Third World: Use, Needs and Limitations" held on 21 March, 2006. Text received on 1 September, 2006.

** Institute for Anthropological Research on Africa, Katholieke Universiteit Leuven, Parkstraat 45, Box 3615, B-3000 Leuven (Belgium).

s'appuie sur des observations ethnographiques et historiographiques pour démontrer que, même à l'époque de l'apartheid, le colonialisme et le «développement matériel» étaient l'objet de négociations entre toutes les parties intéressées. Là où l'administration coloniale construisait des barrages et des pompes à eau pour des motifs politiques, les acteurs locaux, eux aussi, pouvaient essayer d'exploiter la présence coloniale à leur avantage. L'auteur propose une compréhension plus nuancée et plus détaillée du passé colonial et soutient qu'une telle compréhension profite aussi à notre entendement du développement contemporain.

1. Introduction

Between 1979 and 1982 the northern Kunene Region, an arid and mountainous borderland in northwest Namibia, went through a devastating drought. It decimated the herds and flocks of the predominantly pastoral population. Estimates mention a loss of 80 to 90 % of local livestock holdings (Jacobsohn 1995, Rawlinson 1994). Some of the Himba families I worked with saw their entire herd perish. Mainstream discourse usually attributes these enormous livestock losses to natural causes, to the lack of rain that for more than three years held the region in its grip. However, local informants blame the civil and international conflict for their hardship. They claim that there was water underneath the sand of the dry riverbeds, but nobody to bring it up: most young men were either enrolled in the military or fled to stay out of reach from the warring parties. Some wells were occupied by soldiers, or poisoned. Water being a military resource, pumps and wells attracted violence, and quite a few pumps were the stake of shootouts between SWAPO (South-West African People Organisation) and SADF (South-African Defence Force) or Crowbar (Koevoet) units. So was, for instance, the pump in Omirora (fig. 1).

2. Main Argument and Theoretical Framework

This local or emic perspective is in line with the theoretical orientation known as political ecology, and is the point of departure of this contribution (see below). Its focus, however, is not the drought itself. Rather, it concentrates on an everyday, almost banal, feature of the landscape (such as water pumps or dams) during the years of colonial rule (1915) until the onset of the drought in 1979. The article suggests that, first of all, the causes of the havoc experienced in the early 1980s were not natural, but political as they were rooted in apartheid livestock policy and indirect rule. By demonstrating that even under colonial rule so-called technical innovations were subject to negotiation and intrinsically part of local social interaction and power relations, it, secondly, suggests a move-away from "the state" in the study of colonialism (Thomas 1994; Comaroff & Comaroff 1991, 1997). Thirdly, I contend that this study of "material development" (*fisiese*

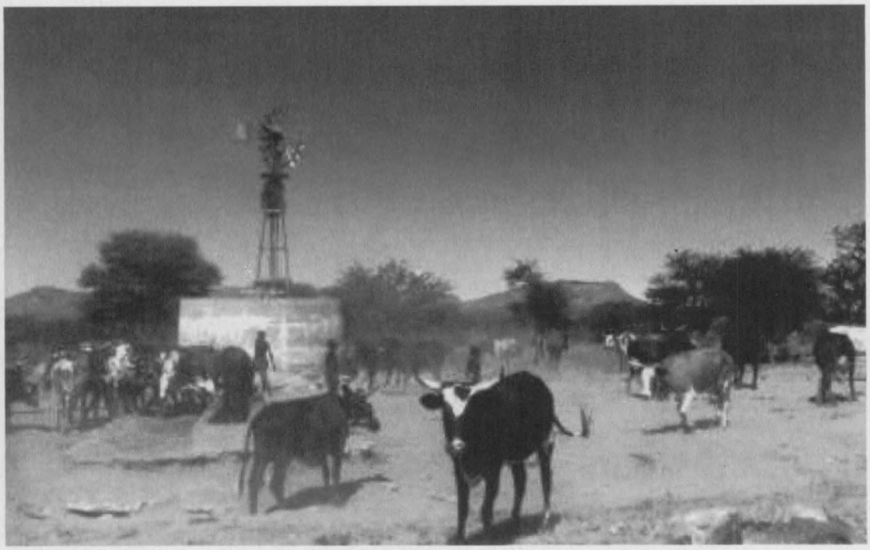


Fig. 1. — The wind-driven water pump of Omirora was built in 1974 by the then South-West African administration. Obviously, the latter had political motives to build and equip pumps such as these throughout the northern Kunene Region. However, also local actors have a political stake in this landscape feature (Photo: S. Van Wolputte, March 1995, © RMCA Tervuren, accession no. 95.01.11.08).

ontwikkeling) under South-African rule bears particular relevance to contemporary development studies. Only by placing development efforts in the situated interaction between various actors, we can start to understand why some initiatives "work" and many others fail. Only by gaining insight into the social and political causes of the havoc caused by so-called natural disasters, we can start to alleviate the toll they exert and perhaps, one day, be able to prevent these consequences from happening.

Hence this essay's main argument can be outlined as follows: "Water" (drilling water holes, building and maintaining pumps, dams and so on) was one of the elements of South-African livestock policy. For the South-West African (SWA) administration these measures were part of a series of technical, depoliticized interventions to develop the region and its inhabitants. However, for the local population, they were part of a politics of identity engaged in by indirect rule and, later, apartheid. This partly explains why seemingly well-intended measures were hauled with scepticism and defiance. But also on a more local level, water is a social and political (rather than a mere natural) resource. Like the administration used water for political means, so did local agents. Given this complex interrelation, this article advocates a "micro-physics" (the term is Foucault's) of the highly localized social and political dynamics initiated by technical or other innovations and change. To illustrate these local dynamics, I will first turn towards the archival record. Next, I will present ethnographic evidence regarding the many meanings of water in the northern Kunene Region.

As already mentioned, I here adopt a political ecological framework. This notion ("political ecology") was coined to indicate the delicate intertwinement of power relations and the environment: it indicates that the so-called natural environment is always, to a certain extent, human-made (Escobar 1999, Greenberg & Park 1994, Robbins 2004, Scoones 1999). Of course, it would be naïve to assume that the forces of nature do not have any significance whatsoever. However, political ecologists claim that these forces are always mediated through social, political, cultural, and economic factors. "Nature" informs certain policy decisions: an arid landscape might prompt policy-makers to drill and equip water holes. Conversely, these policy decisions to an important extent shape the landscape: water pumps, for instance, might indirectly encourage desertification, or bring down ground-water levels leaving natural springs dry. The presence of pumps or dams may also influence settlement patterns. For instance, during the drought of 1996 the households I lived with moved to a cattle post only one kilometre away from their homestead, near the almost defunct wind-driven water pump of Omirora. The reason was not to find better pasture or more water, but to exert tight (social) control over this uncertain resource (fig. 2).

Fig. 2. — Like pumps, dug out wells, such as this one, are transmitted through the patriclan (Photo: S. Van Wolputte & G. De Bondt, © RMCA Tervuren, accession no. 96.05.53.34a).

3. The Archival Record

3.1. Apartheid and Development

The South-African colonial presence in the northern Kunene Region was inspired by three interrelated motives. First of all, the SWA administration wanted to create a buffer zone between the commercial livestock farms in Central and South Namibia on the one hand, and the African interior (in particular, Angola) on the other hand. For this reason, too, a veterinary cordon fence — the so-called Red Line — was constructed in the course of the 1930s, dividing Namibia from east to west into the communal farming areas in the north, and the Police Zone in the south. This buffer zone needed to prevent livestock diseases such as lung sickness (Contagious Bovine Pleuropneumonia, CBPP) or anthrax to reach the white livestock holdings in the Police Zone. Despite the fact that, for instance, lung sickness or rinderpest were introduced by white settlers, it was believed that especially African-owned herds harboured a breeding ground for these diseases.

A second motive was that African herds also posed an economic threat to the artificial white monopoly on the trade in beef and livestock-related products. Should African livestock owners be allowed free competition in the formal economy, this would surely have meant the end of the heavily subsidized commercial livestock farms in Namibia. Therefore, Africans were forbidden to trade their animals, and the veterinary cordon fence also was a means to keep African animals away from the market.

Thirdly, the veterinary cordon fence also was a means to control the movements of people. Through forbidding trade, destocking programmes, grazing fees and the like, the colonial government sought to create a cheap labour force that could be employed on these commercial farms, in the mines and in town. By reducing economic opportunities and reducing a highly diversified economy to a cattle subsistence economy and, next, by undermining the basis of this pastoral economy (through, for instance, introducing grazing fees and other taxes, or through the draconian measures allegedly taken to prevent the spread of cattle disease), the colonial regime wanted to install a cash economy fuelled by salaried employment (Bollig 1998, Van Wolputte 2004a,b).

3.2. Water and "Material Development"

One of the means to obtain these goals was through development. Roads were forcibly constructed to increase control on the movements of people and livestock. By forcing people to relocate their homesteads next to these roads, the latter were an instrument to sedentarize the (semi-)nomadic population. So were water pumps a means to enhance the visibility of people and herds. Paradoxically, perhaps, roads were constructed to reduce the mobility of people and their herds; water pumps were part of an effort to control and bring down livestock numbers rather than to provide adequate access to water for people's herds.

In the course of the 1950s and 1960s also the notion of development made its way into political discourse. However, for the SWA administration the material development (building pumps, hospitals, schools, etc.) of the northern Kunene Region was intrinsically tied up with its administrative and political development. Within the context of apartheid in South Africa, this meant that material development had to be instrumental in segregating the diverse population of the northern Kunene Region:

> There is continual friction between the different groups of the same Race in the Kaokoveld [as the northern Kunene Region was named under colonial rule]. If more water supplies were opened up, it would be possible to separate the different groups, for instance, place all the Ovahimbas in the North, all the Hereros in the South and all the Ovatjimbas in the North West. *As no water supplies have been opened up by means of boring, it will not be possible to separate the different groups at present* (emphasis is mine) [1]*.

In the course of years, however, the subtext of development changed. If livestock measures before the Second World War were aimed at isolating and dispossessing the local population of their cattle, after 1948 these livestock measures were also aiming at segregating the different groups inhabiting the northern Kunene Region. With the outbreak of the armed conflict in 1966, growing resentment among the local population and the escalation of hostilities in the course of the 1970s, particularly water, became a means to gain and maintain the population's trust in the colonial authorities [2] During this period, the number of pumps in the northern Kunene Region rose dramatically.

3.3. The Anti-Politics Machine

For the SWA administration, development was a technical, de-politicized means to obtain political goals: to control people and their movements, confine them to their so-called natural habitat (the infamous "Homelands"), control and limit the number and mobility of livestock, and so on. Ferguson (1994) (see also Sharma & Gupta 2005) referred to this view on development as "the anti-politics machine": an apparatus to reinforce and expand bureaucratic state power while depoliticizing both poverty and the state.

This is also how "development" was perceived by the local population. Not without reason, they interpreted the livestock measures taken by the SWA administration (such as quarantine camps, cattle-free zones, water pumps, cattle excess

* Numbers in brackets [ ] refer to the notes, pp. 475-476.

fees, and so on) as part of a politics of identity. Therefore, resistance, or "reluctance to change", was principally aimed at the technical interventions by the government, rather than against apartheid policy as such (ALMAGOR 1980). Of course, in colonial discourse and practice, the material and administrative development of the region were closely linked. So they were in local experience. The anti-politics machine did not yield the desired effect. On the contrary, resistance against development (against building hospitals, schools, and so on) became a "de-politicized" way to counter apartheid and the Odendaal Plan (the blueprint to divide South Africa into different so-called Homelands). In that sense, development functioned as an anti-anti-politics machine: it became the focus of popular resistance against colonial rule. This popular resistance must be understood as a form of civil disobedience rather than as a form of overt contestation. It took the form of, for instance, tax evasion, chasing away state veterinarians, refusing to vaccinate, not attending tribal meetings, smuggle of cattle and weapons, illegal labour (and, at the same time, rejecting official labour contracts) or, on one occasion, refusing a substantial government donation to assist in drilling and equipping water pumps and dams. This form of disobedience also was quite successful, in that it was able to delay the administrative development of the region (its division into Homelands, each with its own hospital, administration and government offices) and prevent the Odendaal Plan from being fully implemented in the northern Kunene region.

3.4. Limitations of Colonial Rule

This relative success of popular resistance against segregated development (*afsonderlike ontwikkeling*) may not make us forget that it took place against the background of apartheid, racism, and violence that increased in intensity in the course of the 1970s. Nevertheless, it also reveals something about the nature of the colonial encounter. Even in the context of apartheid and racist oppression, colonialism was not about the simple imposition of colonial rule on willing or unwilling subjects. Even though it was characterized by an unequal power balance, colonialism needed to be continuously negotiated between different actors such as civil servants, headmen, counsellors, police officers, farmers, herders and so on, each having their own interests, motives and strategies.

This implies that it is misleading to oppose colonizers to colonized: both groups were divided over different factions. While the Bantu Affairs Commissioner of Opuwo needed to negotiate with local headmen and councillors, he also needed to negotiate with other government departments (such as Water Affairs, Nature Conservation or the military). All these factions had different interests, different goals and different ways to achieve them. They also held divergent views on governance and development. The same is, *mutatis mutandis*, true for the individuals and the different social and political groups that together make up "the colonized": they could be cooperative, resentful or indifferent depending on the context and their motives and perception of needs, wants, and so on.

It also implies that colonialism itself was fragmentary, contradictory, and incoherent, and that there existed a huge gap between colonial discourse and practice. Colonial discourse presented itself as omnipresent and omnipotent, while in reality, at least in the context discussed here, it was dependent on local constellations of power. In this, the local population was — again, to a certain extent — able to use and manipulate the colonial presence. This presence, moreover, was confined to a few centres and unable to penetrate every fibre of the social tissue. Even if the colonial encounter was considerably constricted by colonial and ultimately military power, still the outcome of the process of negotiation it entailed was far from certain (COMAROFF & COMAROFF 1991, 1997).

Finally, looking at the colonial encounter as a social and political process of (often violent) interaction between different groups and actors, also allows to go beyond the simple opposition of collaboration versus resistance. Even though their distrust of segregated development earned them their reputation of conservatives, the inhabitants of the northern Kunene Region were not opposed to development as such. Formal labour recruitment campaigns, for instance, did indeed remain very low of expectations, and a few exceptions notwithstanding, most annual reports between 1950 and 1975 indicate that no labour contracts to go and work in the Police Zone were closed. Within the northern Kunene Region, virtually all "Native" employees were in government service; they also were the only ones who paid their annual taxes. Nevertheless, a substantial number crossed the fences around Kaokoland to go and work illegally in the north-central regions (the then Ovamboland), in the Police Zone or in Angola, like they had done before the advent of colonial rule, when they worked as mercenaries, hunters, herders, plantation workers, and so on. Repeatedly, the members of the Tribal Council indicated they were not opposed to labour, but they were to the terms of the standard labour contracts. Likewise, people preferred African-owned shops in the north-central regions over the store in Opuwo that was started by the South-West African Labour Association (SWANLA) to instigate the need for commodities and cash. One reason was that the latter store charged higher prices; another reason was that it operated along the lines of racial segregation.

Livestock vaccination campaigns, too, were not always successful, partly because people distrusted the motives and methods of the state veterinarians. On several occasions they chased them away or otherwise prevented their herds from being inspected. This distrust was fuelled by memories of the indiscriminate extermination of both healthy and sick animals during early efforts at quarantining, and of the disastrous effect of early vaccination campaigns. With regard to lung sickness, for instance, veterinarians were accused of having introduced the disease, and of deliberately spreading it in order to justify their presence in the region and its isolation from the rest of the world. Nevertheless, people were not opposed to vaccination as they offered to inoculate and to pay for vaccines and syringes themselves. But this possibility was rejected out of hand by the SWA administration, since it would render any control over African herds impossible.

Throughout the colonial period, it were not the local inhabitants who were opposed to livestock trade, but the members of the SWA administration who tried to prevent it. Arguing that African herds posed a health risk, they fenced the region, installed cattle-free zones and outlawed trade. Before the onset of colonial rule people were heavily involved in international livestock trade. However, in the 1950s and 1970s, state ethnographers concluded that they were living a subsistence herding economy. Throughout this period, the Tribal Council time and time again demanded that the gates to Kaokoland be opened. Its members argued they needed the cash to comply with the tax regulations imposed by the colonial regime, or to pay for the development of the region, but to no avail. The SWA administration even used the 1962 outbreak of Foot and Mouth disease in Central Namibia as an argument to continue to forbid the export of livestock from the northern Kunene region. The most dreaded disease was lung sickness. Even though it was never endemic in the region, especially this disease (the occurrence and intensity of which was exaggerated for political reasons) served to legitimate the trade boycott and the cattle free zones and fences around Kaokoland. Judging by the colonial records, the true conservatives were among the rank and file of the SWA administration, as they were unwilling or unable to conceive of a development that was phrased in local terms, and instead clung to their technical ("a-political") and universalist perspective on "upliftment".

One of the most telling examples was when in the course of 1960 the members of the Tribal Council rejected a substantial amount of government subsidy intended to finance building and equipping water pumps, dams, hospitals, and so on (see above). The reason for this donation was the fact that ever since it was established in 1953, the Kaokoland Tribal Fund (intended to "bear portion, or the whole cost, of any agricultural development", and to be financed by tax revenue) had been in state of permanent bankruptcy [3]. However, the members of the Council also proposed an alternative: they would finance the cost of development themselves, through the sale of oxen. But this prospect, in its turn, was unacceptable for the colonial authorities and on several occasions the offer was turned down. A few years later, in 1964, the Bantu Affairs Commissioner in Opuwo remarked in his annual report that "the OvaHerero have turned to a general boycott of everything, even if the development is to their advantage" [4].

What emerges from these past examples is that the local perspectives and understandings of development were at odds with the ones cherished by colonial officials, state veterinarians and so on. Later, Langman Tjihahurua, one of the headmen in the Tribal Council, phrased it as follows:

> What I do not understand is that what we ask, we do not get, and that what we do not ask, we are sent. The government sends us money. We ask for land. The

> government has no cattle but sticks to the land and does not hand it to its subjects who ask the land for their cattle [5].

Remarkable, perhaps, is how modern the argumentation by the "traditionalist" members of the Tribal Council was. The Bantu Affairs Commissioner's claim that they were unable to collect the taxes required for the Kaokoland Tribal Fund was countered by the remark that there was not sufficient cash in Kaokoland because there was no possibility to market their livestock [6], and when the government finally agreed to organize "bush" auctions, people refused to show up with their animals as they judged the prices offered by the Bantu Investment Corporation Ltd. (*Bantu Beleggings Korporasie beperk*, BBK, the successor of SWANLA) too low. Instead they demanded a fixed price and, again, a permanent market for their animals [7].

Nevertheless, opposition against segregated development, too, was fragmented. In this, especially water became an instrument to divide the population. However, at the same time, the social history of water, pumps, and dams also illustrates how different local actors and groups tried to turn the colonial presence to their advantage.

4. Ethnography

In March 1995 I arrived on my fieldwork location in the pouring rain. Nevertheless, the rest of that and the following year were characterized by the lack of water. In fact, it would only rain again a week before my departure on Christmas Eve. Rainfall in the northern Kunene Region is highly local: in the distance we could see thunderstorms pass, but none of them reached the vicinity of Omirora, "the place of many small riverbeds". Part of my initial culture shock was to find that water is a scarce resource, and that the little water available was primarily intended for animals; people drink milk.

The presence of the pump (ombora) had been one of the reasons to choose Omirora as a place to do fieldwork. Unfortunately, it gradually yielded less and less water until it broke down completely in the course of October 1996, at the height of the dry season (fig. 3). As a consequence, people moved their cattle posts near a manually operated pump some five kilometres further down the road, in Omungwindi. By December 1996, also this pump was starting to fall apart: it took six people to operate, and by that time people were working day and night to provide all the animals that had amassed there with water. The first rains fell the day after it stopped working.

Most Himba in the rural hinterland are semi-nomadic herders. This means that households live in a homestead (*onganda*) during the rainy season, and move to the cattle post (ohambo) when water and pasture become exhausted in the course of the dry season. Especially the homestead is rather permanent, as it is the place where people return to each "year" (*ombura*, defined as the time between two rainy periods). Next to these two types of settlement, there also are the "cattle posts of the oxen" (*ozohambo zozondume*). These are more permanent in time, even though their location often shifts according to the availability of resources. Mothering animals and their suckling offspring move together with the household; the other animals are found in the "oxen" cattle posts and tended by the unmarried men.

Fig. 3. — In the course of 1996, the yield of Omirora's water pump was slowly diminishing. Despite (or because of) this, it became the stake of competition and political debate (Photo: S. Van Wolputte & G. De Bondt, © RMCA Tervuren, accession no. 96.05.59.5).

4.1. Water, Hunger, Time and Space

Yet, people do not move through the landscape haphazardly. Neither is settlement dependent on the availability of water and pasture alone. The most important determinant of settlement is kinship. This notion does not refer to biological descent alone. Rather, it must be understood as a symbolic idiom to shape and express history, social relationships, and power. The homestead, for instance, is built in one of the regions that belong to the husband's patriclan (*oruzo*), and claims to a region are made by relating the journey of the ancestors of that patriclan, and sustained by referring to the graves of these ancestors [8]. These graves are constructed in the homestead that upon the death of the head of the household is abandoned. The mythical journey of the ancestors of the patriclan is hence reflected in an imaginary map marked by their graves. These graves symbolically underlie the claims made by the patriclan on a region's pasture and water. However, these claims are not exclusive: on the basis of their ancestors' journey, different clans may claim the same region. Neither are these claims fixed: they need to be continuously negotiated. Moreover, each generation adds to the ancestors' journey, marking the track with the elder's grave. In other words, the homestead is closely associated with the patriclan and its ancestors. The same goes for the region it is in, its pasture and water resources. Water is generally considered a gift by the ancestors; the homestead (or "home", *ko yetu*) stands for the times of plenty, when the animals are fat and milk is abundant.

In contrast, the household's cattle post is associated not with abundance, but with scarcity. Often it is found in one of the regions claimed not by the patriclan of the homestead's head, but by the members of his matriclan (eanda), his maternal uncle(s) (*ongundwe*). As they belong to a different patriclan, they may claim other regions; yet, as members of the same matriclan they are expected to offer hospitality and assistance. In Himba thought, this maternal uncle is an ambiguous figure: he provides water and pasture in times of drought, and since animals are passed on matrilineally, to his sister's children, he is the one whose herd one will inherit. Also, finally, his children are considered to be ideal marriage partners. He, in other words, is a source of wealth and prosperity, a life-giver. But the maternal uncle also is a life-taker, in that he is a pivotal figure in accusations of witchcraft. As a witch he can take the lives (or animals) of the members of his "house" (*ondjuo*, as the matrilineage is referred to) and bring "bad luck". Hence, moving into his proximity is considered as potentially dangerous, since it exposes the members of his house to his "hunger" or greed.

The time of hunger then not only refers to the lack of milk experienced during the dry season; it also is a metaphysical condition (De Boeck 1994). *Mutatis mutandis*, this also goes for the time of plenty spent in the homestead. Abundance refers to the good fortune (*erau*) bestowed by the patriclan ancestors or the protection they offer. Yet, it is a gift that needs to be cherished and earned by honouring the ancestors and observing the specific taboos associated with each patriclan: the ancestors can also withdraw their protection.

This is the rudimentary scheme behind the ideology of the patron-client relationships that permeate Himba social and political life. A "good" elder, a "true" big man (*omuhona*) is characterized by hospitality, magnanimity and generosity. He receives travellers, gives out cattle loans, and shares the resources bestowed upon him by the ancestors. At the same time, and even though strictly speaking his cattle are not his but belong to his matriclan, he extends his power and authority over the clients who herd his cattle in return for their milk. Likewise, allowing others to water their animals at his (patriclan's) wells and pumps will further add to his reputation as omuhona and to his and his patriclan's influence.

Whereas a thriving herd and good fortune may arouse the envy of witches (against which ancestral protection is needed), a man too greedy or too wealthy will arouse suspicions of witchcraft.

4.2. Water and Authority

Throughout the arid and mountainous landscape of the northern Kunene Region, water is found in natural springs and wells, or at dams constructed by the (apartheid) government or by contractors hired by the local population. It is brought up by the more than thousand pumps variously powered by diesel engines, manpower, wind or solar energy. It is also found in the sand underneath the riverbeds. Whereas these riverbeds only fill with water in the hours or days after a shower, they harbour a subterranean water reserve that can be brought up by digging in the sand.

Elders indicate the location (and people say this knowledge is passed on through the patriclan), but usually trust the digging to the young men in the village or region. Especially for bigger wells, or when many hands are needed to complete the work, these young men are rewarded with the meat of a sacrificial heifer or a sheep. This sacrifice is donated by the head of the family or household. It is a highly symbolical gift: especially heifers and sheep refer to the patrilineal forebears and are only slaughtered on rare occasions. By making this sacrifice, the household head not only pays tribute to the ancestors, but also claims the well as his, as belonging to his patriclan. This sacrifice is not just an exotic custom. It acquires particular relevance in the context of the political ecology of water in north-west Namibia.

Nowadays, the Namibian Department of Water Affairs only services and repairs (and, occasionally, upgrades) the pumps, most of which were built under colonial rule. Also government officials are (and were) offered a sacrificial animal. Even though nowadays, for maintenance and repairs, this sacrifice usually is a goat (a "lesser" animal) and even though government employees have their own reasons to welcome the meat, the result is more or less the same. By offering the animal, the family head establishes a claim on the pump. The pump then becomes not only an economic asset, but also a tool to establish or maintain his authority and to achieve his political (and even spiritual) goals. This gift will be used as an argument in later negotiations to counter the claims made by others or by relative recent organs such as pump committees, established by, for instance, the Red Cross to guarantee a more democratic access to water.

4.3. Negotiating Access to Water

Contrary to what is often assumed, the use of communal resources such as pumps or dams is well-regulated through local social mechanisms. Yet, it is not fixed. Access to water is gained through political means. Conversely, water is or can become a means to obtain or maintain power and authority. Especially during the dry season, the use of water is strictly sanctioned. At the same time, it becomes the stake of often heated discussions and political debate. Such was the case in Omirora, in the course of August and September 1996.

By that time, most households had already left the region to move near a bigger dam further north, of which people said it would never run dry. Nevertheless, by the end of August 2006, people were digging in the floor of the dam. Some moved even further north, towards the Kunene River. Most Omirora households, however, decided to return with the core of their herds — the mothering animals and their calves and lambs.

The catalyst for this return was a funeral held in September in Omirora, for which many people gathered around the pump. One of the main reasons for their return, though, was the political struggle over the "ownership" of the pump that had been dragging on ever since the onset of the drought.

Okangombe N, the older brother of one of Omirora's residents, challenged the rights of his younger brother and that of the other households in Omirora. He claimed that it was his father who had donated a cow to the labourers who had built the pump back in 1974 and that he, being the eldest son, now came to claim what was rightfully his. His opponents argued that he lost these rights when he was ousted from the region several years ago, and that he had abused people's hospitality. On several occasions, and twice at night, he had watered his entire herd at the pump, thereby depleting the strictly rationed water supply people needed for their cows and calves. Also, he had refused others the hospitality he invoked in Omirora.

This was one of the issues debated during the funerary proceedings. Ironically, with the dry season at its peak, most households returned to Omirora, despite (or precisely because of) the sorry state of the wind pump there. The motives behind their return were to safeguard their claims to the pump, to supervise its use, and to await the technicians who had promised to come and repair it. The two main household heads used this occasion to boost their political authority as for the time being they were able to refute Okangombe's claims. At the funeral, people decided to put to use the worn hand pump in Omungwindi (fig. 4); in the course of the weeks to follow, they would also move their cattle posts there. Another outcome was that Okangombe's patriclan scheduled to "take" another water pump, further south.

5. Conclusions

Also the apartheid government had political motives to start its borehole programme: whereas at first pumps were a means to enhance colonial control, they later became a means to obtain the trust of the local population. All the while, water was a tool to segregate the diverse population of the northern Kunene Region into different clearly delineated ethnicities and "homelands" (see above).

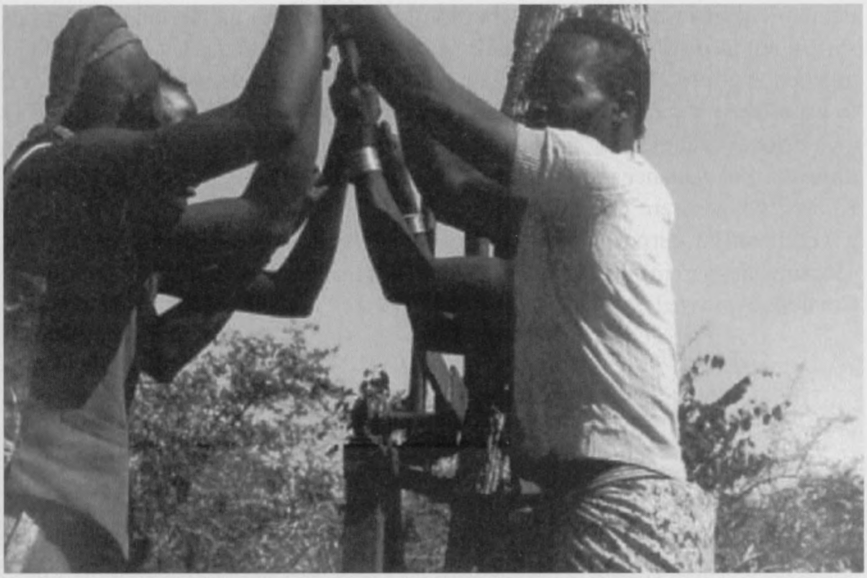


Fig. 4. — By October 1996, the only water resource in the vicinity was this old and worn hand pump in Omungwindi. It took six adults to operate (Photo: S. Van Wolputte & G. De Bondt, © RMCA Tervuren, accession no. 96.05.41.28A).

Important to note, however, is that the members of the Tribal Council were not sitting there waiting to be segregated or that they were just victims of manipulation by the apartheid regime. In their turn, they tried to use the colonial presence to their advantage. Whereas, for instance, they argued against the building of "ethnic" hospitals (and, instead, demanded a single hospital where people would be treated regardless of "race" or ethnic background), they played out the ethnicity argument in trying to get pumps and water to their region [9].

Of course, these local politicians had rather pragmatic reasons to demand more water holes. Since it was impossible, or at least very difficult, to trade off their animals or to move outside the Kaokoveld in search of water and grazing, they needed more water within the fences around the region. Also political motives were at play. Pumps were regarded as a means to enhance the power and authority of the members of the Tribal Council. Headmen and councillors had been appointed by the apartheid regime, but their local power base was rather lean given the polycephalous structure of precolonial power relations in the northern Kunene Region. In that sense, water became an important asset to establish and maintain so-called traditional authority in the region. This shows itself in the conflicts between local officeholders and the engineers of Water Affairs over the precise location of pumps and boreholes. This way, water pumps and dams blended in not only with the political landscape (patron–client relationships), but also with the moral landscape (the ancestors and what is expected of a "good" patron). This partly explains why "material" development with regard to water was more "successful" than with regard to labour or vaccination.

Yet local headmen and councillors remained suspicious of the government's motives. For instance, they indicated that many water resources (such as the Kunene River) were located in the cattle-free zones. Also, they reproached the government for purposely boring for water there, in order to have an excuse for shooting trespassing animals. As Gideon Muteza, one of the members of the Council, expressed it:

> Gideon Muteza: With regard to the issue of government assistance and with regard to the money the Minister wanted to give us, I want this to say to the commissioner: these few pumps, engines, heads and the money of the Minister will not buy our land. Only blood can buy land.
>
> Marais: Gideon, must I now conclude that you threaten with bloodshed? Just remember this: my government has many troops, and if it comes to violence you will come off worst [10].

Water, in other words, has many meanings. It may refer to moral and spiritual values, to good fortune and ancestral blessings, to being a "good" person. As such it also refers to social (kinship) and political (patronage) relationships. It even evokes notions of sociality as such, as water is associated with the time spent in the homestead, *monganda* or *ko yetu*, in contrast to the time spent in the bush, *mokuti* (fig. 5). At the same time, it is a means to foster political power and authority over others. For most members of the colonial administration, water was a tool and prerequisite for the material and administrative development of the region. Also, it was a tool to create obedient colonial subjects, and to enhance (colonial) control over people and their animals. In a later stage, water was used to gain the population's support during the military struggle for liberation. Rather than a politically neutral, technical intervention in an arid environment, it was integrally a part of indirect rule and apartheid.

People realized that apartheid livestock policy (and development in general) had an outspoken political goal and character. In some instances (such as with regard to cattle inspections and vaccination) they preferred to resist; in others they complied. Important to remark is that both resistance and compliance were fragmented. The same goes, by the way, for colonial rule as such. Different actors within the administration held divergent views on the use and precise meaning of development initiatives such as installing and equipping water holes. Moreover, and much more than colonial administrators were likely to admit, it was dependent on local social relationships and configurations of power.

So is development. This is not to simply equate development with colonialism, on the contrary. However, both were or are part of a drama — in the original, classic sense of the word — figuring different actors each with divergent

Fig. 5. — Girls play near the water, after the small river in Omungwindi filled itself following the first downpour in eighteen months (Photo: S. Van Wolputte & G. De Bondt, December 1996, © RMCA Tervuren, accession no. 96.05.107.1A).

motives, backgrounds and aspirations. Like colonialism, also development initiatives need to be continuously negotiated between local actors even if the outcome of this negotiation is highly uncertain. Therefore, this outcome depends on the particularity and logic of the situation rather than on, say, the technical feasibility or innovative character of the project.

ACKNOWLEDGEMENTS

This chapter is based on anthropological field research conducted from 1995 to 1996 and in 1998 and 2002 among the Himba in the western, rural areas of the northern Kunene Region, and on research in the National Archives of Namibia (NAN) in 1996 and 2002. This research was made possible by successive research grants and postdoctoral fellowships by the Research Foundation Flanders (FWO).

NOTES

[1] NAN NAO 51 3/8, Sgd. Eedes, Office of the Native Commissioner Ondangua, Ovamboland to the Chief Native Commissioner Windhoek, untitled (April 30, 1952).

[2] NAN BOP 7 N1/15/6 Bantusakekommissaris Opuwa (B. J. van Zyl). *Memorandum. Feite Posisie van die Kaokoveld*, undated; NAN BOP 5 N1/15/4/1, *Notule van vergaderinge gehou te Opuwo 13 november 1978*, undated (my translation).

[3] NAN SWAA 2515 A 552 13/1, Native commissioner Ondangwa, Ovamboland to Chief Native Commissioner, Ovamboland, *Improvement of native-owned stock* (undated, probably 1935).

[4] NAN BOP 7 N1/15/6, Toesighoudende Beampte Ohopoho (B. J. van Zyl), *Jaarverslag vir 1964. Bantoe administrasie en ontwikkeling. Kaokoveld Bantoe reservaat en Zessfontein inboorling reservaat* 1965 (my translation).

[5] Langman Tjihahurua, in NAN BOP 5 N1/15/4/3, Bantusakekommissaris Ohopoho (B. J. van Zyl), *Vergadering gehou te Oseondekka op 14 januarie 1968* (1968), pp.2-3 (my translation).

[6] NAN BOP 5 N1/15/4, Toesighoudende Beampte Ohopoho, *Notule stamvergadering gehou te Ohopoho op 15 November 1960* (April 29, 1961).

[7] NAN BOP 5 N1/15/4/3, Bantoesakekommissaris (T. J. B. Van Niekerk), *Spesiale stamvergadering van die Kaokoveld ter verwelkoming van sy edele die nuwe Kommissaris-generaal mnr. J. De Wet te Ohopoho op 25 mei 1970*; NAN BOP 53 N8/5/4, Agricultural overseer (G. Owen-Smith), *Report on the buying of smallstock for export from the Kaokoveld during Feb. & March 1969* (March 20, 1969).

[8] For sake of argument, here I do not distinguish between matriclan (or patriclan) and the lineages they are composed of. Nevertheless, these lineages (as almost independent social, economic and political units that often cross-cut so-called ethnic boundaries) do play an important role in north-west Namibia.

[9] NAN BOP 5 N1/15/4/3, Administratief beampte, *Notule van vergadering met hoofmanne: Kaokoveld: 20 tot 23 maart 1962* (March 24, 1962, p. 10).

[10] NAN BOP 5 N1/15/4/3 Administratief Beampte, *Notule van vergadering met hoofmanne: Kaokoveld: 20 tot 23 maart 1962* (March 24, 1962, p. 14, my translation).

REFERENCES

ALMAGOR, U. 1980. Pastoral identity and reluctance to change: the Mbanderu of Ngamiland. — *Journal of African Law*, **24** (1): 35-61.

BOLLIG, M. 1998. The colonial encapsulation of the north-western Namibian pastoral economy. — *Africa*, **68** (4): 506-536.

COMAROFF, J. & COMAROFF, J. L. 1991. Of revelation and revolution, Vol. one: Christianity, colonialism and consciousness in South Africa. — Chicago, University of Chicago Press, XX + 414 pp.

COMAROFF, J. .L. & COMAROFF, J. 1997. Of revelation and revolution. Vol. two: The dialectics of modernity on a South African frontier. — Chicago, University of Chicago Press, XXIII + 588 pp.

DE BOECK, F. 1994. 'When hunger goes around the land': hunger and food among the Aluund of Zaire. — *Man*, **29** (2): 257-282.

ESCOBAR, A. 1999. After Nature: Steps to an Antiessentialist Political Ecology. — *Current Anthropology*, **40** (1): 1-30.

FERGUSON, J. 1994. The anti-politics machine: "development", depoliticization, and bureaucratic power in Lesotho. — Minneapolis, University of Minnesota Press, XIII+320 pp.

GREENBERG, J. B. & PARK, T. K. 1994. Political ecology. — *Journal of Political Ecology*, **1** (1): 1-12.

JACOBSOHN, M. 1995. Negotiating meaning and change in space and material culture. An ethno-archeological study among semi-nomadic Himba and Herero herders in North-Western Namibia. — Cape Town, University of Cape Town, V + 217 pp. (Unpublished PhD Dissertation).

RAWLINSON, J. 1994. The meat industry of Namibia 1835 to 1994. Windhoek, Gamsberg MacMillan, VII + 259 pp.

ROBBINS, P. 2004. Political ecology. — Maldan (MA), Blackwell Publishing, XXI + 242 pp.

SCOONES, I. 1999. New ecology and the social sciences: what prospects for a fruitful engagement? — *Annual Review of Anthropology*, **28**: 479-507.

SHARMA, A. & GUPTA, A. (eds.). 2006. The anthropology of the state. A reader. — Maldan (MA), Blackwell Publishing, XI + 410 pp.

THOMAS, N. 1994. Colonialism's culture. Anthropology, travel and government. A study in black and white. — Oxford, Polity Press, XI + 238 pp.

VAN WOLPUTTE, S. 2004a. Subject Disobedience. The colonial narrative and native counterworks in north-western Namibia, *ca.* 1920-1975. — *History and Anthropology*, **15** (2): 151-173.

VAN WOLPUTTE, S. 2004b. Power to the cattle. Counterworks in Himbaland, northern Namibia. — *In*: VAN WOLPUTTE, S. & VERSWIJVER, G. (eds.), At the fringes of modernity. People, animals, transitions. Tervuren, Royal Museum for Central Africa, pp. 201-231.

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 479-488

Subsidizing Water on the Way to the Millennium Development Goals (MDGs): How Much Can We Expect? *

by

Kristin KOMIVES **

KEYWORDS. — Water; Poverty; Millennium Development Goals; Subsidy.

SUMMARY. — Expanding access to improved water and sanitation services is one component of the Millennium Development Goals. In discussions of how to achieve this objective, the need for free or subsidized water service is often highlighted. Two important assumptions underlie this motivation for water subsidies. The first is that poor households actually receive the benefit of water services. The second is that reducing price barriers would enable poor households to use water services. This article examines both assumptions, using data from thirty-two water subsidy programmes in thirteen water utilities from around the world.

This cross-case analysis of subsidy performance suggests that many and often the majority of poor households are excluded from the benefits of subsidy programmes. The most common forms of water subsidies — quality-based subsidies — are highly regressive, meaning that non-poor households receive the majority of the subsidy benefits. Subsidy models that rely on other targeting methods have a much better chance of archieving a progressive distribution. Nonetheless, the analysis also demonstrates that removing price barriers to service use is at best a partial solution to the access problems faced by the poor.

TREFWOORDEN. — Water; Armoede; Millenniumontwikkelingsdoelstellingen; Subsidie.

SAMENVATTING. — *Subsidiëren van water onderweg naar de Millenniumontwikkelingsdoelstellingen (MOD): wat mogen wij verwachten?* — De uitbreiding van de toegang tot een betere (drink)watervoorziening in één component van de Millenniumontwikkelingsdoelstellingen. In discussies over hoe dit doel te bereiken, wordt de nood aan kosteloze of gesubsidieerde watervoorziening vaak benadrukt. Twee belangrijke veronderstellingen liggen aan deze motivatie voor watersubsidies ten grondslag. De eerste is dat arme gezinnen wel degelijk zouden kunnen genieten van watervoorziening. De tweede is dat de verlaging van de prijsbarrières de arme gezinnen in staat zou stellen van watervoorzieningen gebruik te maken. In deze voordracht worden beide veronderstellingen onderzocht, gebruik makend van gegevens afkomstig van tweeëndertig watersubsidieprogramma's in dertien watermaatschappijen wereldwijd.

---

* Paper presented at the seminar "Water in the Third World: Use, Needs and Limitations" held on 21 March, 2006. Text received on 16 March, 2007.

** Rural Development, Environment, and Population, Institute of Social Studies, Kortenaerkade 12, 2518 AX The Hague (The Netherlands).

Deze overdwarse analyse van gevallen van subsidiëring suggereert dat vele en dikwijls de meeste arme gezinnen van subsidiëringsprogramma's verstoken blijven. De meest gebruikelijke vormen van watersubsidiëring — op kwantiteit gebaseerde subsidies — zijn zeer regressief, d.w.z. dat de subsidies voor het grootste deel naar niet-arme gezinnen gaan. Subsidiëringsmodellen die steunen op andere doelgroepmethodes hebben een veel grotere kans om tot een progressieve verdeling te komen. De analyse toont echter ook aan dat het opheffen van prijsbarrières om van voorzieningen gebruik te kunnen maken in het beste geval een gedeeltelijke oplossing zijn voor de toegangsproblemen waarmee de armen af te rekenen hebben.

MOTS-CLES. — Eau; Pauvreté; Objectifs du Millénaire pour le Développement; Subvention.

RESUME. — *Subventionner l'eau en vue des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD): combien pouvons-nous escompter?* — Elargir l'accès à de meilleurs services des eaux et d'hygiène est une composante des Objectifs du Millénaire pour le Développement. Dans les discussions sur la manière d'atteindre ce but, l'accent est souvent mis sur la nécessité d'un service des eaux gratuit ou subventionné. Deux hypothèses importantes sous-tendent cette motivation pour des subventions d'eau. La première est que les ménages pauvres puissent vraiment bénéficier des services des eaux; la seconde, que la réduction des barrières sur les prix permette aux ménages pauvres d'utiliser ces mêmes services. Le présent article examine les deux hypothèses en s'appuyant sur des données issues de trente-deux programmes de subventions d'eau dans treize services publics des eaux à travers le monde.

Cette analyse croisée de l'octroi de subventions suggère que beaucoup sinon la plupart des ménages pauvres sont exclus des bénéfices des programmes de subsides. Les formes les plus courantes de subvention d'eau — subventions basées sur la quantité — sont fortement régressives, à savoir que les ménages non pauvres perçoivent la majorité des bénéfices des subventions. Les modèles de subsides dépendant d'autres méthodes ciblées ont nettement plus de chance d'opérer une distribution progressive. Néanmoins, l'analyse démontre également que la levée des barrières sur les prix en faveur de l'utilisation des services constitue au mieux une solution partielle aux problèmes d'accès rencontrés par les pauvres.

*
* *

Halve, by 2015, the proportion of people without sustainable access to safe drinking water and basic sanitation. The international community has set this goal for itself as part of Millennium Development Goal initiative. It is a formidable goal given that one billion people lack access to improved water supplies, and 2.6 billion are without improved sanitation. The 2006 Millennium Development Goals Report (United Nations 2006) concluded that the world is on target to reach the water goal, though reaching the sanitation target will be more difficult. Despite this optimistic news about our progress towards the water target, however, the report notes that progress is uneven: there are wide disparities between countries and between rural and urban areas, and the poor are the most likely to remain without service. Moreover, access to safe water supplies and basic sanitation is only the first step — ultimately, the benefits of improved water and sanitation are only achieved if households make use of the improved services.

The water and sanitation MDG has renewed interest in identifying strategies that will speed up the expansion of water and sanitation services and ensure their sustainability. Subsidies play a role in many of the strategies being considered — either subsidies to consumers of these environmental services or subsidies to government agencies or private firms who deliver the service. In this paper, I examine the potential of one form of subsidy — subsidies directed to the consumers of urban piped water service — to help expand access to and use of water services.

Whether or not to subsidize urban water service is a subject of much debate. On the one hand, subsidy advocates argue that subsidizing water is the only way to ensure that cost will not be a barrier for poor households. Some even argue that charging for water is inconsistent with the idea that all individuals have a right to safe drinking water. On the other hand, there is much concern that subsidies lead to underfinanced utilities that provide poor quality service and cannot afford to extend their service areas. Proponents of demand-driven project planning also argue that households are more likely to take care of their water supplies if they are paying for them.

Most of the debate about urban water subsidies, however, has taken place with little recognition that there are many different forms of subsidies and without any empirical evidence on the performance of subsidies. This paper reviews the findings of a new global study of urban water subsidies (Komives *et al.* 2005) to draw conclusions about the extent to which subsidies could help achieve the Millennium Development Goal for water. The first section of the paper describes different types of water subsidies. The second section is a conceptual analysis of the causes of low water coverage and a discussion of whether water subsidies could reasonably be expected to solve these problems. The third section turns to the specific question of whether subsidies could help remove barriers to access for the poor: it examines to what extent different water subsidy designs reach the poor. The final section presents conclusions.

Types of Urban Water Subsidies

Financial assistance to urban water customers is delivered through two main types of instruments — consumption subsidies and connection subsidies. Consumption subsidies reduce the charge for consuming water service, while connection subsidies are a one-time reduction in connection charges. Consumption subsidies are available only to existing utility customers. Connection subsidies are by definition for unconnected households only.

Consumption and connection subsidies may be targeted to a subgroup of customers, or untargeted and thus enjoyed by all customers. In practice, many utilities provide both targeted and untargeted subsidies at the same time: there is general underpricing of water service and also additional discounts for a specific group of customers.

By far the most common type of targeted subsidy in water utilities is the quantity-based consumption subsidy — subsidies on water consumption in which the size of the subsidy received depends on the quantity of water consumed. In most cases, the subsidy takes the form of an increasing block tariff (IBT) — a stepped tariff that charges an increasingly higher price per unit to all consumers as their consumption increases into subsequent blocks. The majority of water utilities in Latin America, Africa and Asia include some form of quantity-based subsidy in their residential tariff structures (Komives *et al.* 2005).

Utilities also use other forms of targeting. Service-level targeting involves subsidizing only those households who opt to use a particular lower-cost service level (*e.g.* public water taps). Categorical targeting involves subsidizing all customers in a particular demographic or employment group (*e.g.* pensioners or war veterans). This form of subsidy is very common in Eastern Europe and Central Asia. Geographic targeting directs subsidies to those living in particular neighbourhoods or regions (*e.g.* subsidies for slum dwellers). Means-testing is a more time-consuming and data-intensive approach to administrative decision-making about targeting. It involves using a multicriteria instrument to evaluate the income or poverty level of individual households in order to find those who are most in need of a subsidy. All of these forms of targeting can be applied to either consumption or connection subsidies.

Consumer Subsidies as a Solution?

Before we can evaluate to what extent water subsidies will help achieve the water MDG, we need to understand why it is that so many urban households today do not have or use improved water service. In piped urban water supply systems with individual connections, there are three basic steps involved in getting households to use improved water service. First, households must have access to the water network. This means that trunk lines must be laid in the household's neighbourhood, enabling connection to the network. Second, households must decide to connect to the network. This involves installing a connection and at least some basic fixtures (*e.g.* a water tap). Finally, households must decide to use the water service. When water supply service is delivered through public taps, this reduces to two steps: households must have access to an improved public water source within a reasonable distance of their home, and households must decide to collect and use water from that source. In both cases, the first step requires action by the water utility — the water utility must extend trunk lines or install a public water tap. The next steps depend on decisions and action by households. Identifying where exactly the problem lies — whether it is a problem of supply or of demand — is not always easy.

Anecdotal evidence suggests that supply-side problems are widespread. Many unconnected neighbourhoods in large cities do not yet have trunk lines to permit connections; other neighbourhoods cannot be served or receive water service only a few hours a day because of water shortage problems. One study that looked at the relationship between water coverage and income using Living Standards Measurement Surveys from fourteen countries found that up to one third of the low-income households who did not have private water taps did not even have the option of connecting because no water service was available in their neighbourhoods (KOMIVES *et al.* 2003). Understanding how much of the under-coverage problem in a particular locality can be attributed to supply-side problems is very important because subsidies provided to water consumers will not solve these supply-side problems. On the contrary, to the extent that subsidies deprive utilities of needed revenues, the subsidies risk even exacerbating the supply-side problems. To avoid this, it is important that utilities find means to recover losses stemming from the provision of consumer subsidies, either with transfers from government revenues or through cross-subsidies from non-residential customer groups.

Turning next to the issue of connection, a connection subsidy could certainly reduce the financial barrier that high connection costs may pose for some households. One could even argue that consumption subsidies would make connections more attractive because households would be able to access subsidized water by connecting to the service. Unfortunately, however, price is not the only barrier to connection. In many cases, water utilities are not able to provide connections to households that demand them, even if the water network is in place. Urban planning regulations often prohibit utilities from providing infrastructure services to households without legal tenure. Similarly, water shortage problems may make it infeasible to connect additional customers to the network. Renting households will also have difficulties obtaining water connections, unless the owners of the property are willing to sign for the connection. Neither connection nor consumption subsidies can address these problems.

The final step is the decision to use water from an improved source. This is where consumption subsidies are most likely to have a positive effect. Households that are currently not using water or not using enough water because they find that it is too expensive would welcome such subsidies. Here again, however, it is important to acknowledge that the price of water is not the only barrier to water use: households may not use the service because they are not satisfied with the quality or the reliability of the water service, or because they have access to an alternative source such as a private well or a spring they believe is clean. Some households that could otherwise pay for water are unable to save money long enough to pay monthly or bimonthly bills, even if the price per unit of water is very low. In the case of public water taps, some households may not use the improved systems because they have conflicts with their neighbours, do not want to put up with the waiting time, or are not physically able to carry water from the tap.

Moreover, the reality is that most households with water connections already enjoy substantial subsidies. A recent survey by Global Water Intelligence, covering water utilities in 132 major cities worldwide, revealed that underpricing of water services is widespread (GWI 2004). All surveyed water utilities in South Asia and Eastern Europe and Central Asia, and more than half in East Asia, the Middle East, and North Africa, charged average tariffs below what would normally be required to even cover ongoing operation and maintenance costs. In a study of household water expenditure, Komives *et al.* 2005 found that the poorest quintile of households in Latin America and Eastern Europe were spending about 3 % of their income on water each month. In South Asia, this group dedicated just over 1 % of their household income to water each month on average. Given the other barriers to water use described above, what percentage of the households that currently do not use improved water services would do so if the prices were to be subsidized even further?

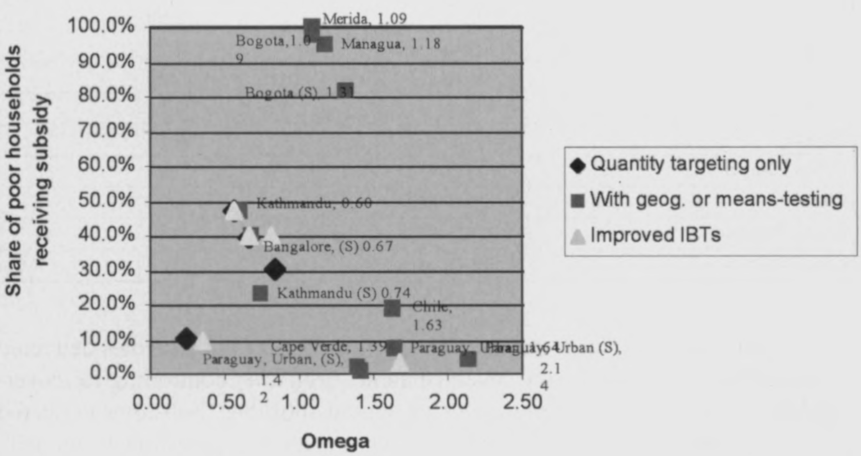
In sum, connection and consumption subsidies cannot help solve supply-side barriers to water service extension, and risk even making service expansion more difficult for the utility. Connection subsidies will increase connection rates in neighbourhoods with network access, but cannot overcome all barriers to connection. Consumption subsidies are already omnipresent in urban water services.. Further expansion of the subsidies are likely to make service more attractive for some households not currently using the service, but do not address concerns households may have about the quality, reliability or convenience of service.

Do Consumption Subsidies Reach the Poor?

There is little information available on how price elasticity of demand for water services varies with income. Nonetheless, it would seem logical to conclude that, all else being equal, poor households would be the most likely to be enticed to start using improved water service with a consumption subsidy scheme. It is therefore useful to examine to what extent consumption subsidies are able to target subsidy benefits to these poor households.

To answer this question, I rely on the findings of Komives *et al.* 2005, which looked at the distributional incidence of subsidies provided by thirteen different water utilities around the world. This study defined the value of a subsidy as the difference between the financial cost to the utility of providing water service and the amount the household actually paid for service. This study found that the most common forms of consumption subsidies — quantity-based subsidies like increasing block tariffs — were highly regressive: not a single IBT studied managed to disproportionately benefit poor households. On the contrary, these subsidies were even more regressive than a general subsidy to all households would have been. This would be true even if the design of the increasing block tariff were improved to limit the size of the first, highly subsidized block of the tariff. Subsidies using means-testing and geographic targeting were more likely to be progressive, but even these subsidies excluded a large percentage of the poor population.

These results are shown in figure 1. The vertical axis measures beneficiary incidence — the percentage of poor households in each study area that receive a water subsidy. The horizontal axis, labelled Omega, is a measure of benefit incidence. Omega is the percentage of benefits accruing to the poor divided by the percentage of the population that is poor. When Omega is greater than 1.0, the subsidy is progressive. When it is less than 1.0, it is regressive.



Source: Komives *et al.* 2006.

Fig. 1. — Beneficiary and benefit incidence of water consumption subsidies.

One of the major explanations for the poor targeting performance observed in most water subsidy cases is the fact that water coverage levels are so low: many of the poor households excluded from the subsidies are left out simply because they do not have a connection. For example, of the four quantity-targeting cases included on the graph, in Cape Verde only 26.5 % of households have water connections, in Kathmandu 65.5 %, in Bangalore 53.8 %, and in Sri Lanka 37.4 %. In this sense, the Omega on figure 1 is not a good indication of how well the different subsidy models would perform under universal coverage conditions. To get at this question, table 1 reports Omega (the share of subsidy benefits that would be delivered to the poor) for each subsidy model, if all households had connections.

Table 1

Benefit incidence measure for water subsidies, after controlling for coverage

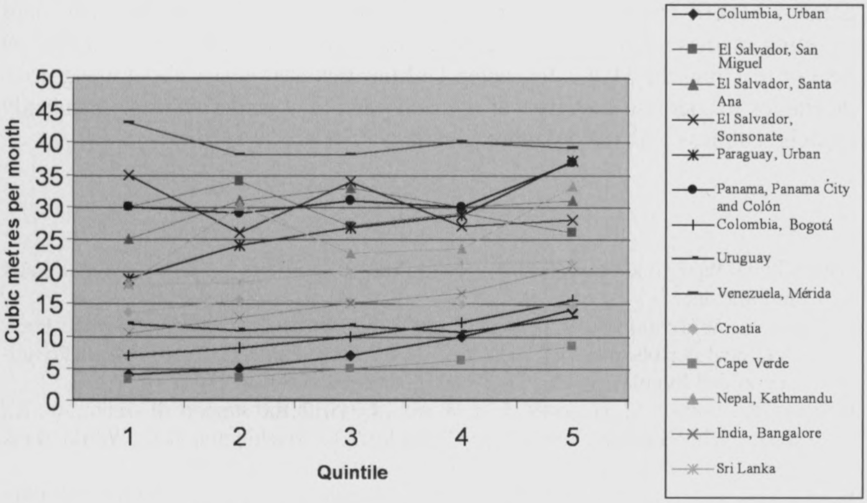
City	Subsidy type	Measure of benefit incidence, if all households had connections
Cape Verde	IBT	0.63
Kathmandu (S)	IBT	0.76
Kathmandu (S)	Geog.	0.81
Kathmandu (S)	Means-testing	0.89
Bangalore (S)	IBT	0.90
Bangalore (S)	Means-testing	0.90
Bangalore (S)	Geog.	0.92
Sri Lanka	IBT	1.00
Mérida	Geog.	1.09
Bogotá	Geog.	1.10
Managua	Geog.	1.21
Bogotá	Means/geog.	1.33
Urban Paraguay	Geog.	1.62
Chile	Means-testing	1.77
Urban Paraguay	Means-testing	1.89
Cape Verde (S)	Means-testing	3.56

From this table it is clear that the poor performance of the subsidies delivered through IBTs is not due to low coverage alone: even after controlling for coverage levels, the IBTs deliver regressive or neutral subsidies. Subsidies delivered with geographic targeting do better, and those with means-testing better still. This is not surprising, since means tests are specifically designed to identify poor households whereas geographic targeting relies on the broad assumption that all poor households live concentrated in particular neighbourhoods.

Why does the most common form of subsidies — the IBT — perform so poorly? There are a number of reasons for this. The first is that IBTs are usually combined in practice with general price subsidies: although the first block of the IBT is the most subsidized, all other tariff blocks are also subsidized. Households consuming large quantities of water receive a subsidy on every unit of water consumed, albeit a smaller subsidy for the last units of consumption than for the first. Even if the average subsidy per unit for large volume customers is smaller than that of the smallest volume customers, the largest total subsidy goes to the largest volume consumers. Second, IBTs are often combined with a fixed fee, such that households pay one fixed charge each month in addition to the volumetric charge calculated with the increasing block tariff. With this construction, the total price per unit paid by the smallest volume customers is actually the highest (because the fixed fee is divided over a smaller number of units of consumption). IBTs with fixed fees do not, therefore, deliver the greatest discount to the smallest volume customers.

Finally, the assumption that quantity consumed is a good indication of poverty status does not hold in most cases. Figure 2 graphs average monthly household water consumption for each income quintile in a variety of cases. Two things stand out here. The first is that the curves are relatively flat across all income quintiles, indicating that rich households do not necessarily consume more water than the poor. The second is that, even when the curve is upward sloping, the difference in average consumption levels between the middle-class groups and the poorest groups is negligible. The quantity of water consumed does thus not distinguish poor households from other income groups.

In conclusion, this analysis shows that it is possible to design water consumption subsidies that do direct benefits to the poorest connected households. Nonetheless, the most common form of subsidy — the increasing block subsidy — does not achieve this goal. While all households may in practice receive subsidies (because of a generalized subsidy for all residential customers), IBTs do not succeed in directing the bulk of these subsidy benefits to the poor. They are therefore a costly and inefficient way to reduce the cost of water service for the poorest households.



Source: Author's elaboration based on appendices from Komives *et al.* 2005.

Fig. 2. — Average monthly household water consumption by quintile, among households with private water connections.

Conclusions

Will water consumption subsidies help achieve the MDG targets for water coverage? As we have seen, neither consumption nor connection subsidies can help expand use of improved water services unless water utilities are in a position to extend water networks into neighbourhoods where service is currently not available. This means that any discussion of water subsidies should begin with the idea that we cannot afford to further weaken the financial status of urban water utilities. Unless alternative sources of revenue are available to the utilities (*e.g.* cross-subsidies or transfers from government revenue), it would be unwise to deepen or introduce subsidies. On the other hand, gradually transforming the existing IBT tariff structures into means-tested or geographically targeted subsidies could improve targeting and thus increase utility revenues.

Both consumption and connection subsidies have the potential to increase demand for water service. A first step will be to identify to what extent the cost of service is a real barrier to connection and water use. If households' primary concerns about the water system lie elsewhere, then increasing subsidies will have limited effect. Even when cost is an issue, it is important to differentiate between the cost of connection and the cost of service. Connection cost barriers are best addressed with connection subsidies.

Consumption subsidies do have the potential to reduce the cost of water service for poor connected households who might find water bills to be excessive (despite the presence of general subsidies to the residential sector). However, unless the tendency to use IBTs to deliver subsidies changes, those receiving the greatest benefit from subsidies will not be the poorest households. The poor targeting of these subsidies will dampen the impact of each subsidy dollar on goal of reaching the MDGs for water. Utilities that are serious about using price incentives to increase coverage of the poor should consider alternative subsidy models with less leakage of subsidy benefits.

REFERENCES

GWI (Global Water Intelligence) 2004. Tariffs: Half Way There. — Oxford, Global Water Intelligence.

Komives, K., Whittington, D. & Wu, X. 2003. Infrastructure Coverage and the Poor: A Global Perspective. — *In*: Ugaz, C. & Waddams Price, C. (Eds.), Utility Privatization and Regulation: Fair Deal for Consumers?, Edward Elgar.

Komives, K., Foster, V., Halpern, J. & Wodon, Q. (with the support of Abdullah, R.) 2005. Who Benefits from Utility Subsidies? — Washington D.C., World Bank Directions in Development Series, Water, Electricity and the Poor.

Komives, K., Foster, V., Halpern, J., Wodon, Q. & Abdullah, R. 2006. Utility Subsidies as Social Transfers: An Empirical Evaluation of Targeting Performance. — Development Policy Review.

United Nations 2006. Millennium Development Goals Report 2006. — New York, United Nations.

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 489-507

Engineering, Procurement and Construction of Ports in Developing Countries *

by

LUC MAERTENS **

KEYWORDS. — Near-shore Engineering; Ports Construction; EPC.

SUMMARY. — Two thirds of our planet are covered with water, which allows heavy and cheap transportation between continents and countries. Transportation over water has occurred for several centuries: the DNA research of Bryan Sykes has demonstrated that immigration between South-East Asia and South America occurred 3,500 years ago, by vessel over the Pacific.

Today, transportation over seas and rivers remains one of the most important means of transportation, which is the basis of the development of developing countries.

This paper will discuss port construction in these countries. In the first chapter, the different forms of contract will be evaluated. Then, the organization of port construction in Third-World countries is scrutinized, and finally, some technical challenges are tackled.

The key for successful port construction in Third-World countries consists in selecting excellent flexible people, having fair accommodation and full support of the headquarters.

TREFWOORDEN. — *Near-shore Engineering*; Havenbouw; EPC.

SAMENVATTING. — *Ontwerpen, leveren en bouwen van havens in derdewereldlanden.* — Twee derden van de wereld is bedekt met water. Dit laat goedkoop transport toe tussen continenten en landen. Transport over water gebeurt sinds verschillende eeuwen: het DNA-onderzoek van Bryan Sykes heeft aangetoond dat immigratie tussen Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika al plaatsvond meer dan 3 500 jaar geleden door middel van schepen over de Stille Oceaan.

Tegenwoordig blijft transport over zee en rivieren zeer belangrijk voor het transport van goederen wat de basis vormt voor de ontwikkeling van derdewereldlanden.

In deze bijdrage wordt dieper ingegaan op de bouw van havens in deze landen. Eerst worden de belangrijkste contractvormen onder de loep genomen, vervolgens wordt dieper ingegaan op de organisatie van havenbouw in derdewereldlanden, waarna twee technische uitdagingen worden behandeld.

De sleutel van het succes in havenbouw in derdewereldlanden bestaat erin dat uitstekende flexibele medewerkers worden ingezet, gehuisvest in goede omstandigheden, met een efficiënte ondersteuning van de *headquarters*.

---

* Paper presented at the seminar "Water in the Third World: Use, Needs and Limitations" held on 21 March, 2006. Text received on 18 September, 2006.

** Member of the Academy; Besix Brussels, Gemeenschappenlaan 100, B-1200 Brussels (Belgium).

Mots-cles. — *Near-shore Engineering*; Construction de ports; EPC.

Resume. — *Ingénierie, approvisionnement et construction de ports dans les pays en développement.* — Les deux tiers de notre planète sont couverts d'eau, ce qui permet un transport économique entre continents et pays. Le transport maritime existe depuis plusieurs siècles: la recherche ADN de Bryan Sykes a démontré qu'il y avait déjà une immigration entre l'Asie du Sud-est et l'Amérique du Sud depuis plus de 3 500 ans à travers le Pacifique.

Aujourd'hui, le transport par bateau sur les mers et les fleuves reste l'un des plus importants et est à l'origine du développement des pays du Tiers-Monde.

Cette contribution traite particulièrement de la construction de ports dans ces pays. Avant d'aborder l'organisation portuaire et les défis techniques liés à la construction, l'importance des différentes formes de contrats sera évaluée.

La clé du succès pour la construction de ports dans les pays du Tiers-Monde consiste à sélectionner des collaborateurs excellents et flexibles, logés dans des conditions agréables et soutenus efficacement par les services centraux de la société.

1. Introduction

Two thirds of the world are covered with water. A long time before physicists formulated the laws of buoyancy, humans were able to build vessels not only for fishing, but also for transporting persons and goods over rivers, seas and oceans. Bryan Sykes (2001) demonstrated with his DNA research that more that 3,500 years ago immigration between South-East Asia and South America occurred over the pacific.

Today, transportation over water is considered to be the most economic way to transport heavy goods and large volumes over long distances. Transportation to and from developing countries is one of the most important conditions for real development. Export of goods is essential for creating income in hard currencies. To make this possible, modern ports are needed to welcome, berth and (un)load vessels.

Some natural ports exist in the world, but due to the demand for increased depth, very few natural ports today meet the needs of shipping companies. Man-made ports with increased depth are not only difficult to build, but also difficult and expensive to maintain.

Owners are planning more and more ports, and consultants are designing and planning berth facilities in difficult circumstances. Construction companies, which are building only prototypes at the location of the end-user, are faced with complex geological conditions, unfamiliar work and tax environments and research for local labour and materials. The fact that contractors are only involved in the final stage of the construction cycle makes it even more difficult.

Owners becoming more conscious of these problems are considering more recent contract forms like D&B (Design and Build) or EPC (Engineering, Procurement and Construction) contracts.

2. Design and Build Contracts

The basis for D&B contracts was formulated by C. Middler in 1991. To improve the development of a project, it is necessary to create the best level of knowledge as quickly as possible, and in the mean time the possibility to influence the project has to remain as long as possible. Middler calls it a "fast convergence" of the project. This mechanism is explained clearly in the graph (fig. 1).

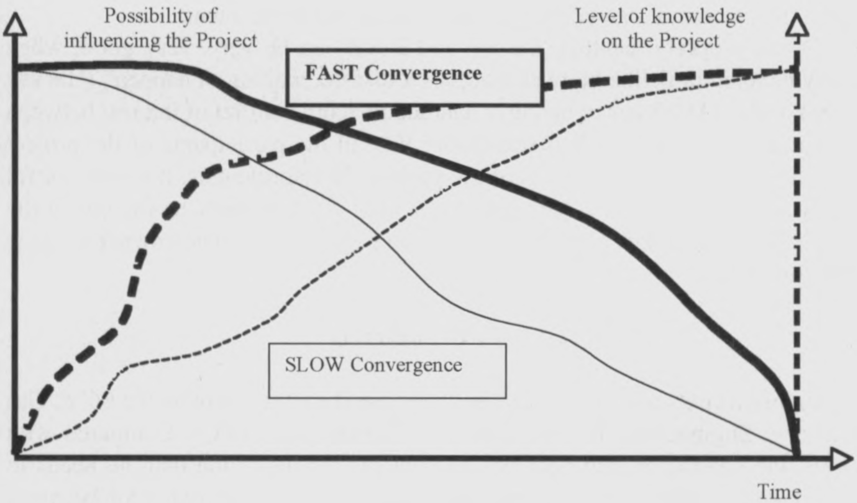
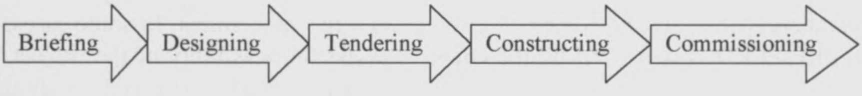


Fig. 1. — Convergence of a project (Middler 1991).

How to implement this theory to construction projects and more particularly to port construction projects?

The traditional "chain" in construction consists of five stages (Ilo 1984):



In the traditional approach, "Briefing, Designing and Tendering" is organized by the owner together with his consultant. The contractor enters the chain during the Tendering stage and is responsible for the construction of the works. This late involvement of the contractor prevents him from making his experience and expertise available at an early stage of the project.

In the D&B concept, the contractor is involved during the design stage, and in this way he can influence the project at an earlier stage, which in turn leads to a faster convergence of the project.

The input data for the contractor in a D&B contract are: the lay-out, the loads, the environmental data including geotechnical investigations, the pre-design, and the technical specifications. The contractor has to deliver the final design (including alternatives), the execution design, the construction methodology, the constructability evaluation and of course the construction. The very important constructability evaluation is mandatory when the contractor employs an external designer. Constructability will be automatically integrated in the design when the contractor can employ his internal design department.

"When properly handled, Design and Build can be very, very good, when badly handled or deliberately abused, it's a disaster waiting to happen" (Hacket 1998). Indeed D&B has to be fairly handled to avoid conflict of interest between design and construction. It is mandatory that all the participants of the project have the same goal: the success of the project. To improve this, it is very useful to organize team-building meetings at the start of the project to strengthen the understanding and the collaboration between participants (owner, owner agent(s) and contractor).

3. EPC Contracts

A more recent construction process was introduced recently by the Oil & Gas Industry: Engineering, Procurement and Construction (EPC). Compared with D&B, the contractor also becomes responsible for all of the data he needs to undertake the engineering. In the case of port projects the contractor becomes responsible for the definition of the wave climate, wind, earthquake and soil characteristics which need to be considered (fig. 2).

This does not mean that the contractor prepares his EPC tender without any input. In general, the client will perform in a first stage a FEED (Front End Engineering Design). This FEED is undertaken by companies which are also performing EPC contracts. The only input for the FEED are the requirements of the client, and the delivery by the FEED contractor of a lay-out, the loads, the environmental data including geotechnical information, the pre-design, the technical specifications, the construction cost and a risk assessment. In some cases, a PRE-FEED is organized by the client to assess the feasibility of the project. Sufficient elements are assembled and a conceptual design is performed to define first the cost at +/- 20 % and then the risks.

The risk assessment, as a result of discussions between the client and the PRE-FEED contractor, is organized by the client. A very good risk assessment model called IPRA (International Project Risk Assessment) was developed by the University of Texas (Austin, USA) on request of the CII (Construction Industry Institute) in 2003.

Fig. 2. — Offshore soil investigations.

The CII is an institute which is composed of members from the industry (clients), academics, consultants and contractors. This combination of members guarantees the document to be both scientific and practical, hence satisfactory for both clients and contractors. It is dynamic and can be applied during the different stages of the project: PRE-FEED, FEED, and during EPC. It can assess the risks for the client in addition to the risks for the contractor.

IPRA considers risks related to commercial aspects (business plan, finance, funding), country aspects (taxes, politics, culture, legal system), facilities to build (scope, sourcing and supply, design and engineering, construction, start-up), production and operations (people, legal, technical). All risks are evaluated in two aspects: the likelihood of occurrence and the relative impact. The combination of all these elements allows for a clear risk assessment.

After FEED, contractors are invited to tender for an EPC contract. In some cases, the contractor who performed the FEED is also allowed to tender the EPC contract. The best bidder (not only the construction cost is considered) starts from the FEED documents and has to deliver assessment of FEED data, collection of missing data, final design (including alternatives), execution design, construction methodology, constructability evaluation and, of course, the construction of the works.

4. Why EPC Contracts for Port Construction in Developing Countries?

Port construction is linked to a very large number of risks: geotechnical and metocean risk is the most important, and linked to this risk, other risks are the selection of piling equipment, drilling equipment, floating equipment and construction methodology.

This risk is an issue for the client, as after selecting the area to construct, all environmental problems are a consequence of his choice. Of course, the client may wish to "hand over" that risk to the contractor, because he is often not able to carry it. The contractor is ready to take over a part of the client's risk, as far as he is able to assess the risk by scientific and technical investigations. This is only possible when the contractor is involved in an early stage of the contract. This creates a need for new contract forms as D&B, EPC, Construction team or Partnership. For port construction in developing countries, the most appropriate contract form is EPC, since both parties can share the risks equitably. Other than technical risks, further risks are encountered by the contractor: legal risks, health and safety, labour availability, aggregates, payment guarantee, etc.

As a general rule, it is important to consider that first, not all risks can be transferred to one party, and second, the transfer of a risk has a price.

5. Organization of Port Projects in Developing Countries

To organize a port project in a developing country, various aspects have to be considered: administrative and financial aspects, housing and accommodation, engineering, equipment and maintenance, site installation, precast yards, etc.

To organize all these aspects properly, it is necessary to balance the responsibilities between the site and the headquarters in an optimized way.

It is very important that under the responsibility of the site manager, a technical office is installed on the site with specialized people, who are able to communicate and to speak the same professional language with the departments in the headquarters, such as the Financial, Logistics, Equipment, Engineering, and Procurement Departments (fig. 3).

This communication has to be professional, but not only professional; it has to be also human, comprehensive, and helpful; in addition, there should be some pepper and salt such as friendship and humour...

The best results in business are obtained from the fruit of professionalism, communication, human respect and ethics.

5.1. Logistics

To build ports, very heavy and expensive equipment is needed such as barges, tugs, self-elevating platforms, backhoe dredgers, split barges, heavy cranes,

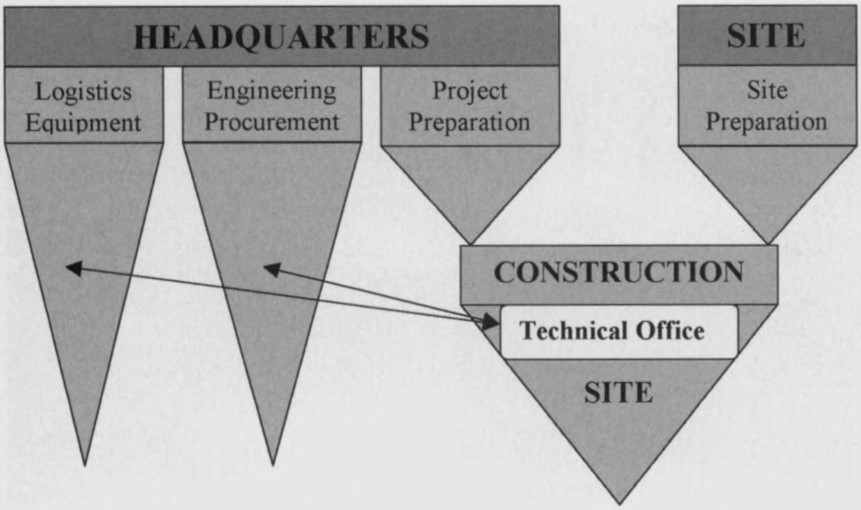


Fig. 3. — Organization of a port project.

driving and drilling equipment, ... All this equipment has to be transported over very long distances over sea to be operational on the construction site.

Figure 4 shows a self-elevating platform and a tugboat which were towed together by a very powerful tug from Libya to Equatorial Guinea. This transportation was recorded daily and reported: the actual position, speed, wind and swell was given, together with the total number of rand hours, the average speed, the weather forecast and the expected arrival day and hour at the final destination. This way of transportation is the most economic, but rather slow (± 5 knots).

Faster transportation is possible (10 to 15 knots) by using a semi-submersible heavy transport carrier. This carrier is able to make a part of the ship submerge in order to allow the transported vessel(s) to sail in it.

Construction materials also have to be ordered in time, and shipped to the site. Due to the long fabrication and shipping time for steel piles for example, it is necessary to specify the piles (diameter, thickness, length, steel grade, paint specifications) approximately one year before piling starts, which is often earlier than soil tests are executed. Due to this risk, it is necessary to have equipment at the site that permits the shortening, lengthening and painting of piles.

5.2. Site Installations: Housing

The construction time for port projects in developing countries is most often very tight. Owing to this, work is performed in two or even three shifts. This generates a very heavy work load for the staff (expatriates, called expats).

Fig. 4. — Transportation of a self-elevating platform from Libya to Equatorial Guinea.

The housing for expats has to be comfortable to allow for recuperation between the working shifts: houses with air conditioning, satellite television, camp with restaurant, relaxation room, swimming pool, fitness room, ... Also the workers and the foreman need similar comfort. Since religious persuasion is important to people, it is occasionally necessary to install a small mosque for example.

5.3. Site Installations: Technical Installations

In all cases, a plant is needed to maintain and repair construction equipment, such as vessels, cranes, etc. Also offices for the client's staff and the contractor's own staff with meeting rooms will be installed. Telecommunication and internet connections are nowadays essential for a smooth production and a performing quality system. Since telecommunication lines are often not available or of insufficient quality, direct access by satellite is needed.

As already mentioned above, in case of use of steel piles, it will be necessary to lengthen, shorten and paint piles on the site.

In most cases, concrete is also produced on the site and aggregates have to be crushed. A concrete plant with crushing unit is then installed together with a lab for testing the concrete.

Concrete will be precast (reinforced, pre-stressed or post-tensioned) as far as possible to minimize offshore operations (fig. 5).

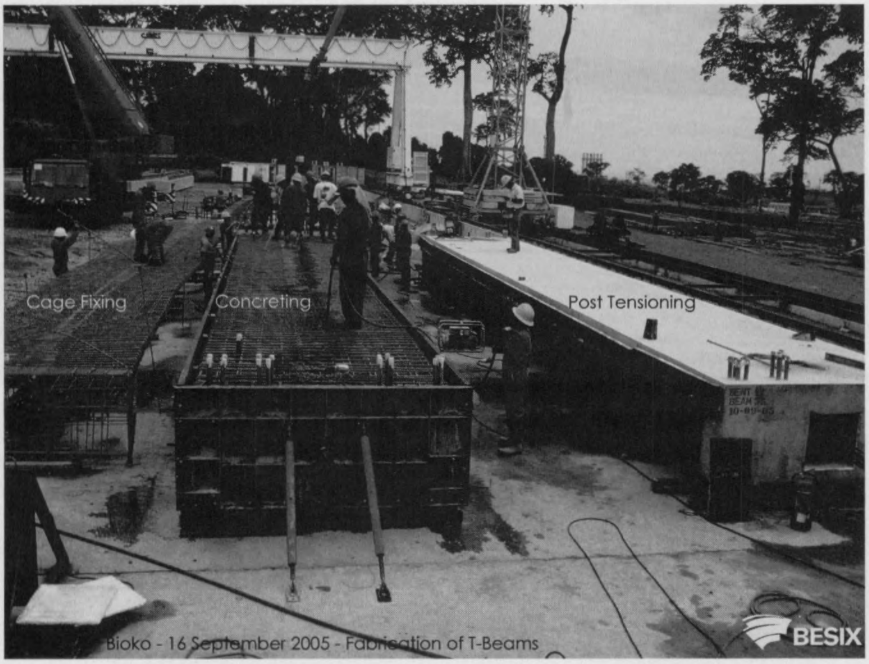


Fig. 5. — Precast post-tensioned concrete elements in Equatorial Guinea.

5.4. Safety and Respect for Human Beings

The performance of a construction site depends mainly on the performance of the people involved: design and methods of construction have to be practical and safe at the same time. Management has to go for the most economic solution to be competitive, but with respect to the duty of care of human life. Construction sites, and more specifically (offshore) port construction sites, are very risky operations. Very small lack of attention from workers can generate very important incidents, with serious injuries as a consequence.

Pressure of time schedules, working in shifts (by night) and the placing of very heavy units increase the risk of accidents. This risk can be reduced by intensive training of workers and foremen and by creating a spirit of safety from top to bottom in the company. In fact, safety is a matter of respect for human beings, it is an ethical matter, and it has to be part of daily life (fig. 6).

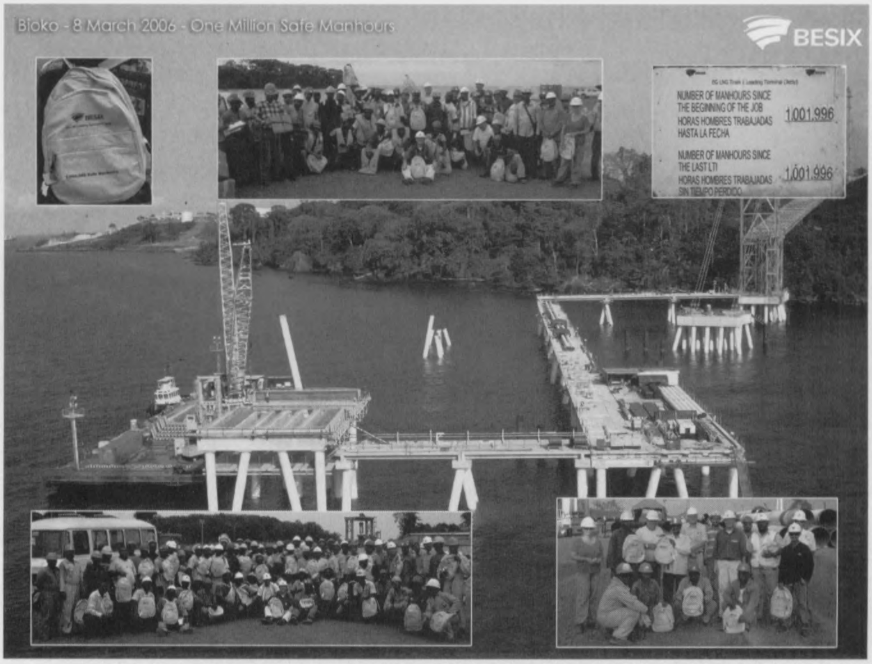


Fig. 6. — One million safe man-hours.

6. Technical Challenges

Port construction in developing countries is not only a matter of organization; it is also a matter of overcoming technical challenges: collaboration between a strong engineering team and an experienced site team is the best basis to solve technical problems in a way that the scientific basis and the constructability are guaranteed. Applied science is not the same as mathematics; a certain level of doubt always remains, and engineering judgment by experienced engineers is a permanent need.

As an example, two technical challenges are provided below: the first is a case of offshore pile driving in difficult geotechnical conditions and the second is a case of an earthquake assessment for a block wall under very severe seismic actions.

6.1. Offshore Driving of Piles in a Difficult Environment (Bioko)

Soil conditions can be very unpredictable. When it is necessary to build on a soil that is present as a result of several volcanic eruptions in the last millions of years, composed of a mix of soil, basalt, boulders, soft lenses and hard consolidates horizons, it becomes very difficult to define a foundation system and installation methodology for it, especially when this operation has to be executed offshore.

In Equatorial Guinea, on the island of Bioko, an LNG loading jetty is under construction. It is an offshore structure founded on open-ended steel piles, connected to the shore by a suspension bridge to carry the LNG pipes from the shore (fig. 7).

Fig. 7. — LNG loading jetty under construction – free standing test piles (1,219 × 22).

6.1.1. Soil Investigations

Extensive soil investigations by the client were available. One borehole log from among twenty was different: it showed quite sound basalt over 5 m! This indicated that local rock plates or boulders were present in the subsoil. The question was: to what extent? It is necessary to locate the boulders or at least the boulder area, since two hundred piles have to be installed. What is the risk of a pile hitting a boulder?

To define this as adequately as possible, additional soil investigations were undertaken: a geophysical survey and additional boring.

— Side scans: these are scans of the sea bed to define the shape of it by a kind of picture. This indicated nine locations where "outcrops" of basalt were present at the construction location.
— Deep sub-bottom profiles to discover "layers" below the sea bottom (fig. 8).
— Boring to confirm the findings of the sub-bottom profile.

According to the geological interpretation of the geophysical tests, it was found that a "slump", covered by an upper sand layer, was present. A slump is a landslide composed of soil, as clay and sand, mixed with blocks of basalt

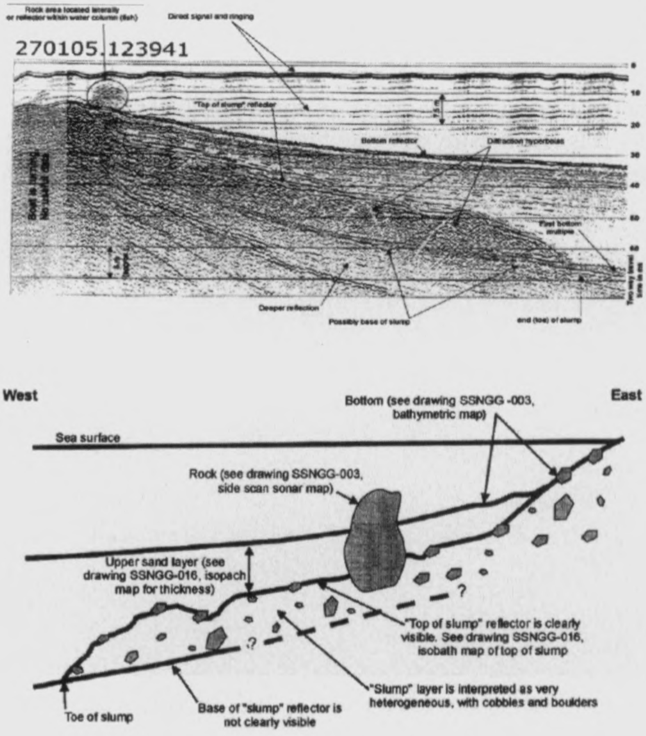


Fig. 8. — Sub-bottom profile and interpretation.

(boulders) of different sizes: decimetric to very large (up to 200 m^3). By performing a grid of sub-bottom profiles, it is possible to draw Isopach Maps (maps of thickness of the different layers). This allows definition of the area and the depth where it is possible to encounter boulders. Unfortunately, it appeared that boulders could be present over more than 90 % of the construction area.

6.1.2. Pile Driving Prediction

As a first step, soil models have to be built up, starting from geophysical and geotechnical test results. For each typical soil profile, two models are considered: a model for the calculation of the pile capacity to define the minimum pile diameter and wall thickness, and a second for the analysis of the driveability. Hereafter, we will only focus on the assessment of driveability. The pile driving is first simulated by Pile Driving Prediction software, which is based on the pile driving wave theories. From these simulations, it is possible to predict driving time, driving stresses, blow count and the estimated capacity of the pile for each penetration depth. The accuracy of these predictions depends on a large number of soil parameters which have to be given. These parameters are linked to both in situ and laboratory tests and require large user experience: not only sheer parameters are required, but also quake and damping factors have to be defined. On top of this, the soil behaviour is not the same throughout the driving: due to "fatigue", the friction of the soil reduces during driving.

6.1.3. How to Treat the Boulder Problem

As has been explained in section 6.1.1., we are faced in the case of Bioko with the possibility of encountering boulders before reaching the required penetration depth. If the size of the boulders is not known, it is not possible to decide whether the bearing capacity of the pile on top of the boulder is sufficient to resist the required compression. Tension can be checked depending on the depth of the boulder. Very often it is necessary to pass through boulder with the pile using the methodology shown in figure 9.

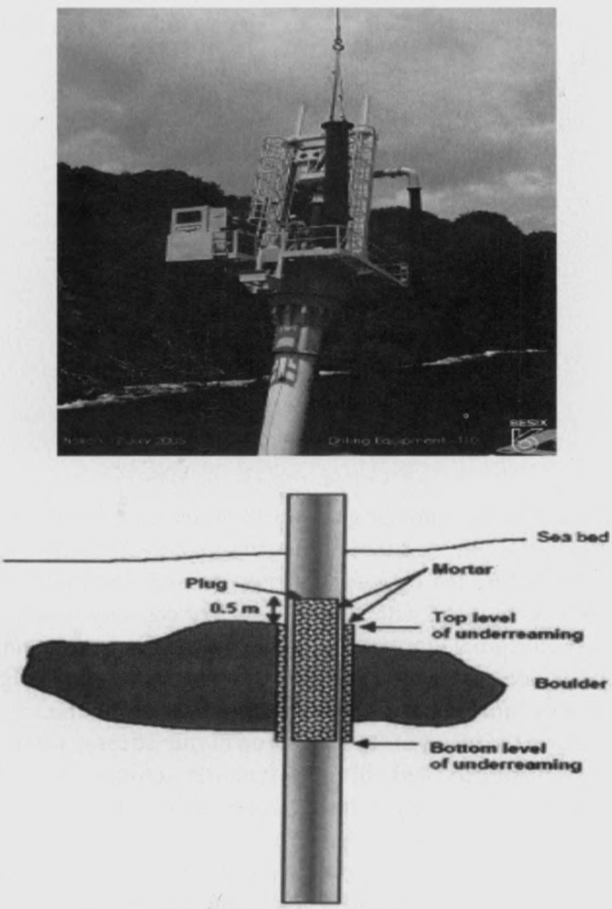


Fig. 9. — Under-reaming of piles at boulder location.

When a pile hits a boulder, driving can be stopped and a drilling machine can be installed on top of the pile, which is capable of drilling out the soil from inside the tubular pile. Once the drill head reaches the tip of the pile, drill bits can be opened to continue drilling below the pile with a diameter that is larger than the outside diameter of the pile. The drilled space is then filled with fresh mortar and the pile can be driven though the mortar to the required depth. The mortar will set and will restore the external and internal friction from the soil in the boulder area.

6.1.4. Damage on Pile Tip

To make under-reaming possible, it is mandatory that the pile tip is not damaged at the moment when the pile hits the boulder (fig. 10). This means that a driving methodology has to be followed, which allows the required depth to be achieved if no boulders are present (= hard driving) on the one hand, and also to avoid bending of the pile tip (soft driving) in case a boulder is encountered on the other hand.

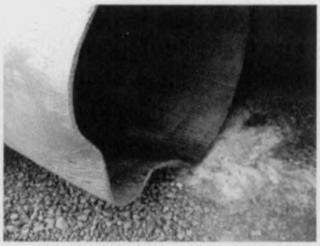


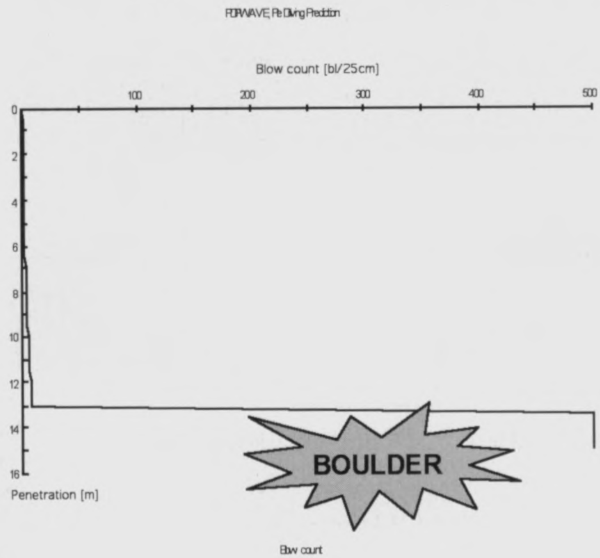
Fig. 10. — Damaged pile tip.

The blow count of the hammer grows with an increase in the soil resistance, but when a boulder is hit, the blow count grows so dramatically that the pile is already damaged before the operator can stop driving. Hydraulic driving hammers, however, can be tuned with several ranges of capacity (settings of 100 %, 50 %, 25 %, ...). Pile prediction calculations can be performed for piling in a soil model which includes a boulder. Figure 11 shows the prediction given for an IHC S150 hammer tuned at 100 %, for a pile of 1,219 × 22 mm.

Figure 12 shows the result of the prediction of pile stresses when a boulder is hit for different hammers and different hammer settings. According to our experience, pile damage is very unlikely when the pile stress exceeds 225 MPa for a pile with a steel grade X60 (415 MPa).

These calculations lead to the production of a method statement for piling, which consists of limiting the hammer setting and the blow count over the depth when there is a risk of encountering boulders (*cf.* 6.1.1.).

Blows per 250 mm of penetration



Pile Stress during driving (MPa)

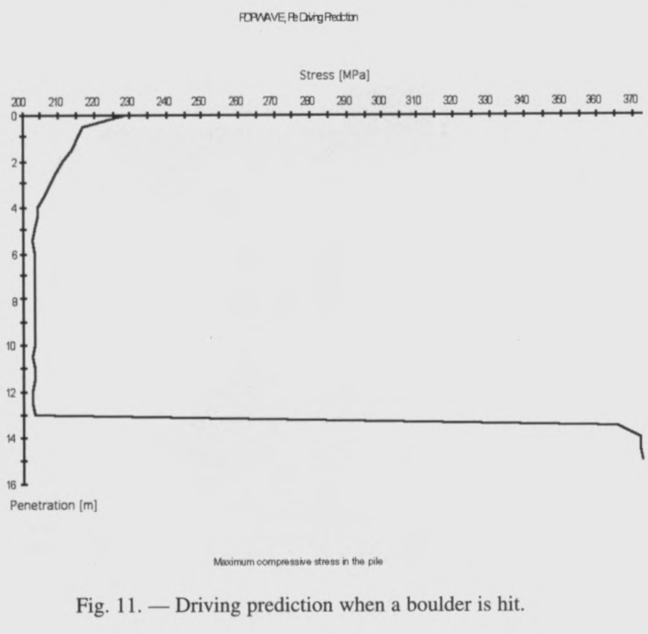


Fig. 11. — Driving prediction when a boulder is hit.

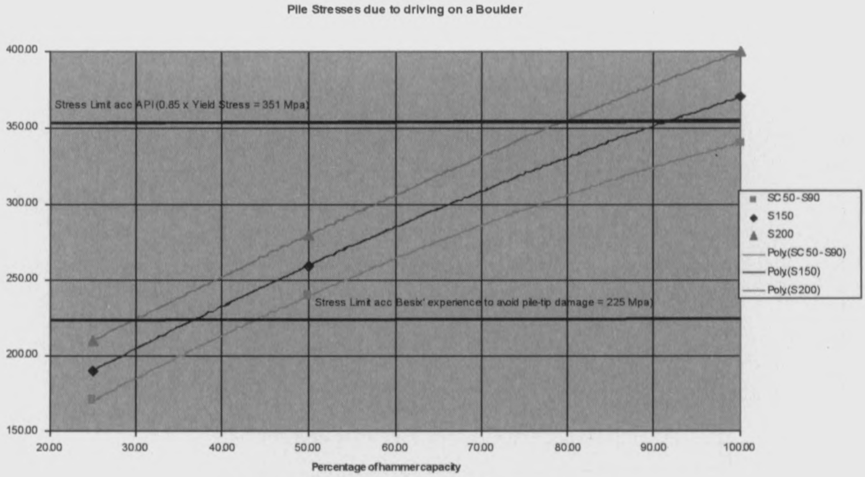


Fig. 12. — Pile stress due to hitting a boulder.

6.2. Earthquake Assessment for Gravity Walls

When the subsoil conditions are such that a resistant horizon is present close to the dredged level of a harbour, a gravity wall can be considered. A block wall will be a very good solution when the wall has to be constructed offshore. A block wall is a wall that consists of a stack of non-reinforced concrete blocks (fig. 13).

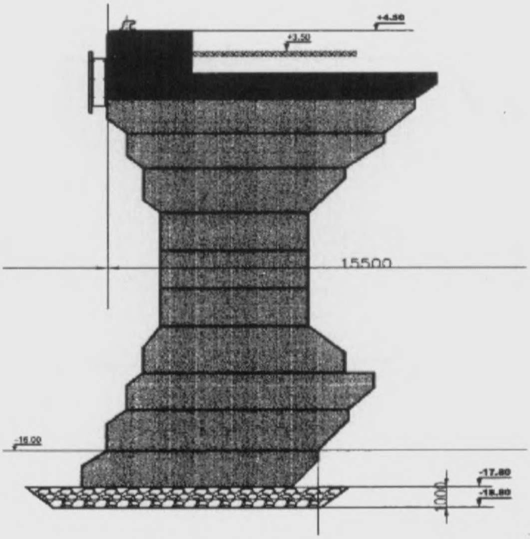


Fig. 13. — Block wall.

This type of construction is economic and durable and is an excellent solution for applications in developing countries where sand and gravel is available, since almost no (expensive and imported) steel is needed.

This structure can easily be designed in regions where earthquake conditions are not severe. Determination of external stability, such as sliding, overturning and bearing capacity, is under control.

Internal stability (block by block) also needs to be verified since there is no connection between the blocks. Finally, overall stability has to be checked. All these checks have to meet requirements in accordance with international standards, for both the normal case and the seismic case.

In the case of severe earthquake conditions, pseudo-static calculations, where the dynamic forces from the earthquake are transformed into static horizontal and vertical forces, are no longer sufficiently accurate to be of use.

Full dynamic calculations can be performed by the Finite Element Method (FEM) software (fig. 14). An accelerogram (fig. 15) is applied to the boundaries of the model, and the displacements (or even the collapse) of the wall are observed. The evaluation of the results (fig. 16) has to be in accordance with PIANC 2001 (tabs. 1 & 2).

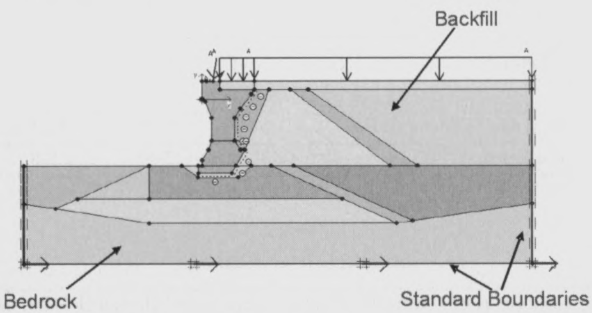


Fig. 14. — Block wall modelled in FEM.

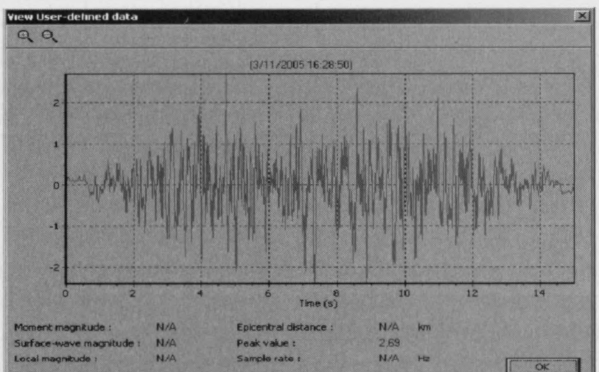


Fig. 15. — Accelerogram.

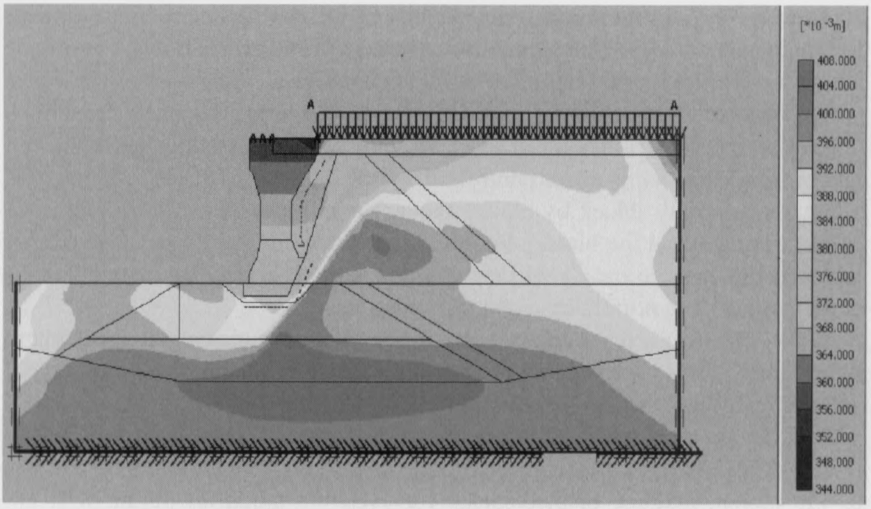


Fig. 16. — Displacements after earthquake.

Table 1

Damage criteria

Damage Criteria for Gravity Quay Wall (PIANC 2001)				
Level of damage	Degree I	Degree II	Degree III	Degree IV
Normalized horizontal displacement (d/H)	< 1.5 %	1.5-5 %	5-10 %	> 10 %
Residual tilting towards sea	< 3°	3-5°	5-8°	> 8°

Table 2

Acceptable level of damage

Acceptable Level of Damage in Performance-based Design (PIANC 2001)		
Level of damage	Structural	Operational
Degree I: Serviceability	Minor or no damage	Little or no loss of serviceability
Degree II: Repairable	Controlled damage	Short-term loss of serviceability
Degree III: Near-collapse	Extensive damage in near-collapse	Long-term or complete loss of serviceability
Degree IV: Collapse	Complete loss of structure	Complete loss of serviceability

7. Conclusions

To undertake port construction in Third-world countries, it is necessary to:

— Be involved in the project at an early stage;
— Carry out an in-depth study concerning equipment and logistics;
— Carry out extensive (and expensive!) soil investigations and other surveys;

— Select excellent and flexible site people and provide good accommodation;
— Organize fast and efficient support from the headquarters;
— Have an experienced team of engineers available in the HQ.

REFERENCES

HACKETT, J. 1998. Design and Build: Uses and Abuses. — Practical Construction Guides, LPP.

ILO (International Labour Office) 1984. Managing construction projects. — *In*: AUSTIN, A. D. & NEALE, R. H. (Eds.), Geneva.

IPPRA 2003. University of Texas, Austin. — CII Implementation Resource, 181-2.

MIDDLER, C. 1991. L'apprentissage de la gestion par projet dans l'industrie automobile. — *Annales des Mines* (octobre).

PIANC 2001. Seismic Design Guidelines for Port Structures: Working Group 34 of the International Navigation Association. — Lisse, Balkema Publishers.

SYKES, B. 2001. The Seven Daughters of Eve. — New York, W.W. Norton & Company.

Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.
Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer
52 (2006-4): 509-524

Crop Water Productivity in Irrigation Schemes*

by

Dirk RAES**, Klaartje VANDERSYPEN** & Sam GEERTS**

KEYWORDS. — Water Scarcity; Freshwater Resources; Deficit Irrigation; Irrigation Calendars; Water Demand.

SUMMARY. — Fresh water becomes a valuable resource as a consequence of the rise in the global demand. Since irrigated agriculture is consuming 70 % of the renewable freshwater resources, the sector is strongly pressed to improve its water use efficiency and to produce more crop per drop. After situating irrigated agriculture, the paper focuses on three important irrigation water management aspects that might improve crop water productivity: better formulation of the irrigation water demand, use of irrigation charts and deficit irrigation. By analysing farmers' behaviour in collective irrigation schemes, the water demand might be formulated in a sharper way. As such managers will be able to match closer the water supply to the demand. Irrigation applications by farmers are often characterized by periods of over- and under-irrigation. With the help of irrigation charts, farmers are provided with simple guidelines on how to adjust their irrigation during the growing season to the actual weather condition and when shortage in the supply of irrigation water occurs. In regions where the currently available water can hardly cover the irrigation needs on the cultivated area, the irrigation calendars are no longer sufficient and deficit irrigation might become an option. Deficit irrigation aims at obtaining maximum water productivity and stabilizing yields rather than obtaining maximum yields.

TREFWOORDEN. — Waterschaarste; Zoet water; Deficitirrigatie; Irrigatiekalenders; Water vraag.

SAMENVATTING. — *Gewaswaterproductiviteit in irrigatieperimeters.* — Zoet water wordt een schaars goed door de stijging van de globale vraag. Aangezien de geïrrigeerde landbouw 70 % van het hernieuwbaar zoet water verbruikt wordt de sector sterk gedwongen om de efficiëntie van het watergebruik te verbeteren en „meer gewas per druppel" te produceren. Na de geïrrigeerde landbouw in een globale context te hebben geplaatst, concentreert dit artikel zich op drie belangrijke aspecten van het management van irrigatiewater die de gewaswaterproductiviteit kunnen verbeteren: het beter schatten van de irrigatiebehoeften, het gebruik van irrigatiekalenders en deficitirrigatie. Door het gedrag van landbouwers in collectieve irrigatieperimeters te analyseren, zou de watervraag op een

* Paper presented at the seminar "Water in the Third World: Use, Needs and Limitations" held on 21 March, 2006. Text received on 30 August, 2006.

** Division of Soil and Water Management, Katholieke Universiteit Leuven, Celestijnenlaan 200E, B-3001 Leuven (Belgium).

betere manier kunnen ingeschat worden. Zo kunnen managers de watervoorziening beter op de vraag afstemmen. Irrigatie die toegepast wordt door boeren wordt vaak gekenmerkt door periodes van over- en onderirrigatie. Met behulp van irrigatiekalenders, worden de landbouwers eenvoudige richtlijnen gegeven om hun irrigatie tijdens het groeiseizoen aan de heersende weersomstandigheden aan te passen en aan eventuele tekorten aan irrigatiewater. In gebieden waar het beschikbare water de irrigatiebehoeften op de huidige gecultiveerde oppervlakte nauwelijks kan dekken, volstaan de irrigatiekalenders niet meer en deficitirrigatie kan hier een optie zijn. Deficitirrigatie streeft maximale waterproductiviteit en het stabiliseren van de oogsten na, eerder dan het bekomen van maximale oogsten.

Mots-clés. — Pénurie d'eau; Ressources en eau douce; Irrigation déficitaire; Fiches de conseil pour la conduite des arrosages; Demande en eau.

Resume. — *Productivité en eau dans des périmètres irrigués.* — Suite à l'augmentation au niveau mondial de la demande en eau, l'eau douce devient de plus en plus une ressource finie. L'agriculture d'irrigation consommant 70 % des ressources en eau douce renouvelables, elle est soumise à de fortes pressions afin d'améliorer son efficacité d'utilisation des eaux et de produire plus tout en utilisant moins d'eau. Après une description de l'état de l'agriculture d'irrigation, l'article se concentrera sur trois aspects importants de la gestion des eaux susceptibles d'améliorer la productivité en eau: meilleure formulation des besoins en eau, application de fiches de conseil pour la conduite des arrosages en temps réel et irrigation déficitaire. Par l'analyse du comportement des fermiers dans des périmètres d'irrigation collectifs, les gestionnaires arrivent à une meilleure adaptation de l'approvisionnement et de la demande en eau. L'irrigation pratiquée par les fermiers se caractérise souvent par des périodes de sur-irrigation et de sous-irrigation. Des fiches de conseil guident l'utilisateur dans l'ajustement de la fréquence d'irrigation en rapport avec la pluviométrie actuelle et les économies en eau qui peuvent être réalisées. Dans les régions arides où l'eau disponible parvient à peine à couvrir les besoins d'irrigation sur les zones cultivées, les fiches de conseil s'avèrent insuffisantes et l'irrigation déficitaire devient ici une option valable. L'irrigation déficitaire vise à optimiser la productivité en eau et à stabiliser la récolte à un niveau acceptable plus qu'à porter la production au maximum.

Irrigated Agriculture

Only 2.5 % of the global water volume on earth is fresh water. 75 % of this fresh water is contained in the ice caps and glaciers, and another 14 % is located in deep, highly inaccessible aquifers (FAO 1996). Consequently, less than 0.5 % of the earth's water is available for human consumption (fig. 1). Hence, fresh water is a valuable resource.

Global demand for fresh water is constantly on the rise as a consequence of population growth and a rise in living standards. Meanwhile, pollution decreases the availability of clean fresh water. In the near future, covering global water demand will only be possible when it is used more efficiently, reducing waste and pollution (Molden *et al.* 2003, Howell 2001). In particular the agricultural

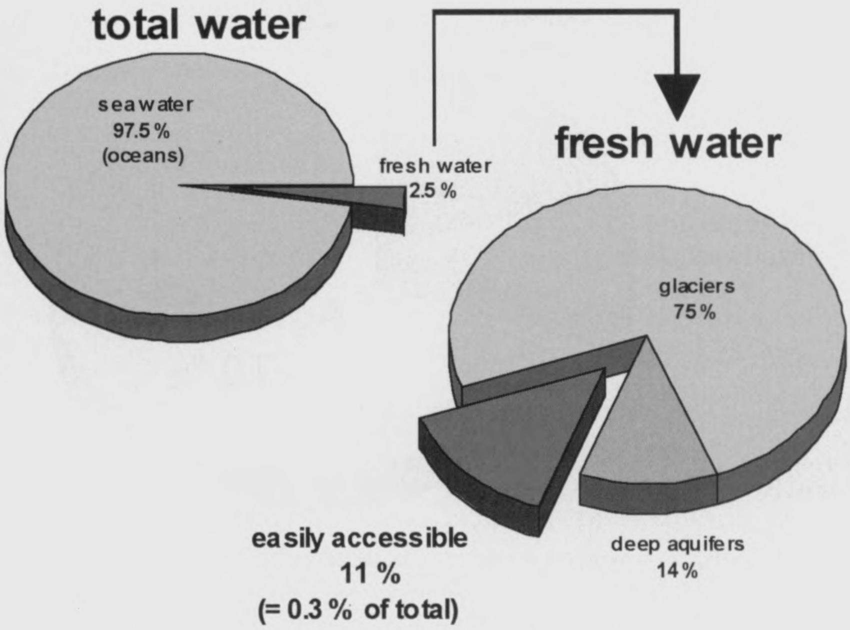


Fig. 1. — Easily accessible fresh water expressed as a fraction of the global water volume.

sector is targeted for improving water use efficiency. Indeed, this sector is not only the world's largest water user in terms of volume, it is also a relatively low-value, low efficiency and highly subsidized water user (FAO 1996, 2003). With food prices at an historical low, the agricultural sector is often unable to compete for scarce water with households and the industry, causing a decreased water allocation to irrigated agriculture (FAO 1996).

Despite being a considerable consumer of fresh water (fig. 2), irrigated agriculture is quite productive. On less than 17 % of total agricultural land, it accounts for one third of global food production (FAO 1996). In the future, the necessary growth in food production will heavily rely on intensification of production on existing arable land, since most of the fertile lands are already in use (Burt & Styles 1999, Rhoades *et al.* 1999). Given its productivity, irrigated agriculture is under heavy pressure to take its part in producing more food to cover growing demand (Howell 2001). But on the other hand, it has to be done with less water. The slogan 'more crop per drop' perfectly captures the challenge of irrigated agriculture.

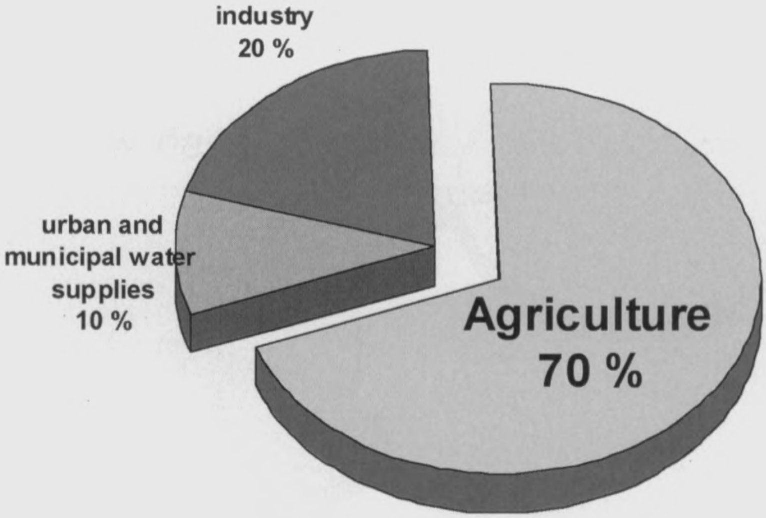


Fig. 2. — Average global use of the renewable freshwater resources.

The challenge faced by irrigated agriculture can be addressed through several strategies:

— Reducing water pollution. As such more water is available for re-use downstream (SECKLER 1996, MOLDEN *et al.* 2003).
— Storing water. This results in a better use of the available water supplies. Much of the rainfall and water contained in rivers is lost to the sea or salt lakes and no longer available for agricultural use. Open-surface or underground reservoirs can counter these water losses (FAO 1996). Storing and utilizing rainfall that at present is wasted, is often a cheap and efficient way to tackle the problem of water scarcity (IWMI 2006, COGHLAN 2006).
— Considering alternative water resources. Given that the actual renewable freshwater resources are already largely allocated, unconventional resources such as treated saline and wastewater should be put to use (RHOADES *et al.* 1992, PESCOD 1992, MURTAZA *et al.* 2006). The use of unconventional water resources demands a careful follow-up to contain health and environmental risks (PEREIRA *et al.* 2002).
— Increasing agricultural output per unit water used, *i.e.* 'more crop per drop'. This objective can be attained by increasing crop production per unit water applied or transpired.

Irrigation Efficiency and Crop Water Productivity

Irrigation efficiency (Bos 1997, Wolters 1992) is a basic engineering term used in irrigation science to characterize irrigation performance, evaluate irrigation water use, and to promote better or improved use of water resources (Howell 2003). Efficiency is in general the ratio between the unit of output per unit of input. Irrigation engineers use the term to designate the amount of water required to grow a crop divided by the amount of water delivered (Kijne *et al.* 2002).

Another efficiency term often used is water-use efficiency, WUE. This is defined as the ratio between the crop biomass or grain production and the amount of water consumed by the crop including rainfall (Oweis *et al.* 1998, Zhang *et al.* 1998). However, there is a source of confusion in terminology because the same term WUE is used to analyse plant performances when defined by the ratio between assimilation and transpiration rates (Steduto 1996, Steduto *et al.* 1997). It is proposed to restrict the use of the term WUE as indicator of the plants' performance as applied by crop physiologists (Pereira *et al.* 2002). The irrigation performance relative to crop yield is indicated by the crop water productivity (WP).

Crop water productivity (WP) is defined by Kassam & Smith (2001) as the ratio between crop yield and the water consumptively used in evapotranspiration (ET). Depending on how the terms in the numerator and denominator are expressed (Seckler *et al.* 1998), water productivity can be expressed in physical terms (tons of economically valuable yield per cubic metre water consumed by the plant) or economic terms (value of the output divided by the value of input). Depending on the objectives and domain of interest, WP is also sometimes expressed per unit diverted/applied water:

$$WP_{ET} = \frac{\text{crop yield}}{\text{water consumed}}$$

$$WP_{supplied} = \frac{\text{crop yield}}{\text{water supplied}}$$

Representative WP_{ET} values for cereals at crop or field level vary between 0.5 and 2 kg/m^3 (Kijne *et al.* 2002). Data on field-level productivity per unit water supplied (WP_{supply}) are much lower and vary over a wide range. For example, Tuong (1999) reports values for rice of 0.05 to 0.6 kg/m^3, and Rockstrom *et al.* (2000) present values for sorghum from 0.05 to 0.3 kg/m^3 and maize from 0.2 to 0.8 kg/m^3.

Increasing water scarcity and competition for the same water from non-agricultural sectors drive the need to improve crop water productivity to ensure adequate food for future generations with the same or less water than is presently available to agriculture (CGIAR 2006). In many agricultural areas it seems that the irrigation water requirement could be strongly reduced. This can be achieved by:

— Developing stress-tolerant crop varieties that produce more marketable yield per unit of water consumed (improving WP_{ET});
— Improving the water supply to irrigation areas and inside the irrigation schemes, and to the crop with a better infrastructure or adjusted irrigation method (improving $WP_{supplied}$);
— Improving irrigation water management (improving WP_{ET} and/or $WP_{supplied}$).

Most water savings lead to a reduction in the water supply ($WP_{supplied}$) and not necessarily to a reduction in water consumed (WP_{ET}). Although water saving technologies that aim at reducing the irrigation water requirement do not affect crop (evapo)transpiration, the savings might result in a bonus for the environment. With less water losses in the field, less water contaminated with fertilizers and pesticides arrives in rivers, lakes and ground water. Further on, if the saved water does not flow to a sink, it can be used productively elsewhere. Efficient water use in irrigation is thus not only vital for food production, but also reduces environmental degradation and as such improves sustainability of the agricultural sector.

Improved Irrigation Water Management

A better formulation of the irrigation water demand, the development of guidelines for farmers, and deficit irrigation are important examples of irrigation water management issues that are able to increase the output of water.

A Better Formulation of the Irrigation Water Demand

It has become a matter of increasing concern in recent years that the performance of many irrigation schemes has fallen short of expectations (Clemmens 2006). This is due to a number of factors but no doubt the lack of proper operation and maintenance is an overriding cause for the malfunctioning of schemes (Sagardoy 1982). The chief objective of the operation service should be the timely delivery of the irrigation water necessary to meet crop water requirements. To plan the operation, the future water supply should be estimated and the estimated water demand should be calculated.

Although water demand is based on theoretical calculations of crop water requirements (Allen *et al.* 1998), the human element when assessing the water demand by farmers is not always addressed. In practice farmer's water demand may substantially differ from theoretical calculations of crops' water requirement (De Nys 2004).

A second problem concerns the distribution of water among farmers. Much of the irrigated surface, especially in developing countries, is located in collective irrigation schemes, where farmers share the irrigation infrastructure and water resource (Plusquellec 2002). During the past decades, many of these irrigation schemes underwent drastic reforms aimed at securing their financial and economic sustainability (Groenfeldt & Svendsen 2000, Gonzales & Salman 2002). The reform package usually included a transfer of irrigation management competences from a government agency to farmers (Vermillion 2000, Abdelhadi *et al.* 2004). As a result, farmers are responsible for coordinating an equitable distribution of available water. It is, however, not evident that farmers are willing and able to take on this task (Vandersypen *et al.* 2006a, b; Le Gal *et al.* 2001; Jamin *et al.* 2005). First, a radical mentality shift is required, since until the reforms, farmers found themselves in a purely dependent position in relation to the government agency (Shah *et al.* 2002). Second, it demands a considerable knowledge and understanding of the technical aspects of water distribution, which is not always available to farmers (De Nys 2004). Last, farmers need to set up necessary institutions to establish and enforce rules on water distribution (Tang 1992, Meinzen-Dick & Reidinger 1995). In the absence of these rules (Vandersypen *et al.* 2006c), farmers often develop individualistic strategies aimed at securing each a maximum of water for their own plot, leading to vast irrigation inefficiencies (fig. 3).

Fig. 3. — Intake of a secondary canal in the *Office du Niger* irrigation scheme (Mali). Development of rules by farmers to organize water distribution in collective irrigation schemes will improve the scheme water productivity.

One of the major challenges in improving water productivity is therefore to profoundly understand the functioning and possible shortcomings of farmers' irrigation management. On the basis of this understanding, farmers can be supported through sensitization, capacity building and information transfer (MEINZEN-DICK *et al.* 2002). Also the coordination process between a water supplier or the scheme manager, on the one hand, and water consumers or the agricultural producers, on the other hand, should be understood to improve water productivity. Decision support in the form of (*i*) a clear and shared representation of the current management context and (*ii*) prospective information about the scheme's future, *e.g.* by designing and comparing various "what-if" scenarios, are hereby very helpful (DE NYS 2004).

DEVELOPMENT OF IRRIGATION GUIDELINES FOR FARMERS

The unreliability of rainfall and the absence of guidelines at a short time-step often complicate decision-making during the irrigation season. At small households' level, guidelines for scheduling are rarely available or require expensive monitoring equipment and data processing. As such farmers often follow a rather fix irrigation calendar with or without some empirical adjustments to actual weather conditions. The corresponding irrigation applications are often characterized by periods of over- and under-irrigation. Excess watering may cause water logging, excessive vegetative growth and loss of valuable nutrients out of the root zone. Withholding irrigation, especially during crop sensitive periods, will result in limited growth and reduction in crop yield.

With the help of irrigation charts (DE NYS *et al.* 2001; VAES 2001; HOLVOET 2002; RAES *et al.* 2000, 2002), farmers can be provided with simple guidelines on how to adjust their irrigation during the growing season (*i*) to the actual weather condition and (*ii*) when shortage in the supply of irrigation water occurs. For the development of irrigation charts a good knowledge of the regional climatic conditions, physical soil parameters, crop characteristics, and the ongoing irrigation practices is required. With the help of soil water balance models (SMITH 1990, RAES *et al.* 2006), irrigation calendars can be easily developed and alternative solutions can be quickly evaluated.

The developed irrigation guidelines are presented in irrigation charts (fig. 4) and with the help of an extension service transferred to farmers. Each chart presents guidelines for the irrigation scheduling of a specific crop, for a particular region, soil type, growing season and irrigation method. The charts give farmers indicative values for irrigation intervals for four different weather conditions. Their simplicity makes them useful tools to help in decision-making for all actors involved in irrigation management.

DEFICIT IRRIGATION

In regions where the currently available water can hardly cover the irrigation needs on the cultivated area, the irrigation calendars are no longer sufficient and

Irrigation guidelines for:

Potatoes

Soil type: clay (Harare 5E2)
Irrigation application gross depth: 25 mm

Irrigation interval given in days

Month		December			January			February			March		
Decade (10 days)		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Actual weather condition	Hot + dry	4 days					3 days			4 days			
	Dry	7 days								4 days		7 days	
	Normal	20 days								7 days			
	Humid	20 days											
Growing stage		Germi nation	Vegetative development					Flowering		Yield formation + ripening			
Sensitivity to waterstress		very (a)	moderate sensitive (b)			sensitive (c)		very sensitive (a)		sensitive (c)			not (d)

(a) The crop is extremely sensitive to waterstress during establishment. Also during flowering water shortage should be avoided.
(b) During the early vegetative stage, the crop is moderately sensitive to waterstress and furthermore, root development is encouraged by a limited water supply.
(c) When the crop reaches its maximum crop development, the highest values of transpiration can be observed. This makes the crop very sensitive to waterstress. Also during yield formation sufficient water should be applied to avoid a decrease in yield.
(d) During ripening, less water is required.

Mind! Do not irrigate at the end of the day, so that leaves are dry when night falls. If they are wet during the night, Late Blight can occur!

Irrigation conditions

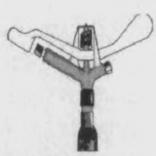
Growing season

— planting: early December

— harvesting: late March

Region II

Sprinkler irrigation



75 % field application efficiency

Fig. 4. — Example of an irrigation chart (front side).

other solutions are required. Here an important concept change is necessary around water use in agriculture. Where the main aim of the agricultural research for many years was to maximize the productivity, the focus is now on the most restrictive factor in the production systems, *i.e.* the availability of land or water. In a lot of dry regions the restrictive factor is water, what consequently asks for the maximization of the productivity per unit water (WP_{ET} in tons of economically valuable yield per cubic metre water consumed by the plant). Deficit irrigation (English 1990, Pereira *et al.* 2002) aims at obtaining maximum water productivity and stabilizing yields rather than obtaining maximum yields (Zhang & Oweis 1999). In North Africa, the Sahel, the Middle East and the dry regions in South-East Asia and America not land but water is generally the most limiting factor in crop cultivation. It is clear that in these water poor regions of the world, deficit irrigation will be a very important strategy of agricultural water management in the future.

Deficit irrigation has indeed arisen from the striving for an increase of the crop water productivity. It is an optimization strategy in which a limited water amount is applied during drought-sensitive growth stages of a crop. Because the water needs are not fully covered, this inevitably results in plant water stress and consequently in production loss. The periods with water shortage are generally restricted to the vegetative stages and the late ripening period. During the sensitive stages, such as the flowering period and the early grain filling period, the necessary water is applied to prevent the plant from experiencing water stress. In this way, a certain harvest reduction is tolerated, but crop water productivity is maximized (Rockstrom *et al.* 2003, Oweis *et al.* 2006).

Recent findings confirm the hypothesis of increasing water use efficiency without extreme yield reductions using deficit irrigation (fig. 5). Ilbeyi *et al.* (2006) proved that small amounts of well-planned irrigation caused a yield increase of 65 % compared to the rain-fed treatment and nearly doubled the crop water productivity compared to the fully irrigated treatment for winter wheat. Similar results are described by Tavakkoli & Oweis (2004), Liu *et al.* (2006), Erdem *et al.* (2006) and Zhang *et al.* (2006).

Figure 5 illustrates that by implementing irrigation the grain yield is increased from less than 2 tons/ha under rain-fed conditions to more than 4 tons/ha. However, the results indicate that without proper guidance farmers might not irrigate efficiently. With irrigation guidelines (*e.g.* with the help of irrigation charts), more yield can be produced with 25 % less water. The good irrigation strategy assures 100 % fulfillment of the crop water requirement by keeping water losses minimal. Finally, when applying a deficit irrigation strategy, grain yield becomes sub-maximal but the water productivity increases substantially. With deficit irrigation, similar yields as under farmers' irrigation practices were obtained but with only one third of the water.

Yazar & Sezen (2006) carried out experiments with deficit irrigation on winter wheat in Turkey. Limiting the amount of irrigation to 65 % of the full irriga-

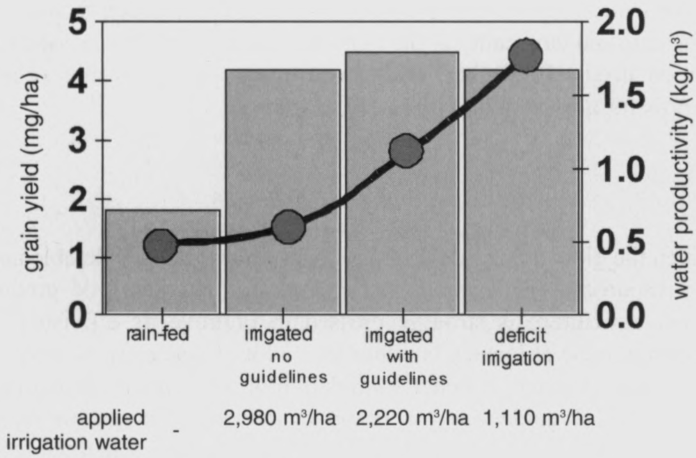


Fig. 5. — Grain yield (bars) and crop water productivity (line) for winter wheat in Syria (IWMI 2006).

tion requirement yielded the highest WP_{ET}. Nevertheless, severe deficit irrigation with a reduction of 80 % of the full irrigation requirement caused the lowest WP_{ET} of all treatments. This is in accordance with the experiments performed on quinoa by GEERTS *et al.* (2006) where it was demonstrated that reducing the applied water for quinoa with 50 % of the full requirement significantly caused the lowest yields and the lowest WP_{ET}. It indicates that for the maximizing of the WP_{ET} a specific amount of water is required. Applying less water results in an abruptly drop of the WP_{ET}.

For the correct application of deficit irrigation, not only a thorough knowledge of the plant water consumption, but also of the economic impact of harvest reduction, is required. In areas where water is the most restrictive factor, maximizing water productivity can be economically more profitable for the farmer than maximizing the harvest. The water that is saved by the deficit irrigation procedure can be used to irrigate extra units of land (KIPKORIR *et al.* 2002). This does not necessarily have to be land of the farmer itself. It can be land from people grouped in water communities to obtain an even larger cost-effectiveness. These findings require a more integrated vision on the water policy in agriculture.

Further on, also the agriculture practices must be adapted to the deficit irrigation practice. Field observations indicate that the yield of crops that experience serious water stress during the season, might still be reasonable when only a small amount of fertilizers are applied. Too much fertilizers will result in a well-developed crop which can hardly survive during dry spells. This is a very positive point and is sometimes labelled as the win-win effect of deficit irrigation and fertilization application (Fox & Rockstrom 2000). Other factors, such as the sowing date and the quality of the rainy season, will strongly influence the deficit irrigation needs. Flexibility, cost-effectiveness and applicable knowledge are keywords for a good deficit irrigation practice.

Conclusion

Given the global rising demand for fresh water, the considerable use of fresh-water resources by irrigation and the relative low-value of produced food, irrigated agriculture is strongly pressed to improve its efficiency. Since the current water use efficiency is rather low, a lot of water can be saved by reducing the water demand. A better formulation of the irrigation water demand, the development of guidelines for farmers, and deficit irrigation are important examples of irrigation water management issues that are able to increase the output of water.

REFERENCES

Abdelhadi, A. W., Adam, H. S., Hassan, M. A. & Hata, T. 2004. Participatory management: Would it be a turning point in the history of the Gezira scheme? — *Irrigation and Drainage*, **53** (4): 429-436.

Allen, R., Pereira, L., Raes, D. & Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration (Guidelines for computing crop water requirements). — Rome, FAO, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, 297 pp.

Bos, M. G. 1997. Performance indicators for irrigation and drainage. — *Irrig. Drain. Syst.*, **11**: 19-137.

Burt, C. M. & Styles, S. W. 1999. Modern water control and management practices in irrigation. Impact on performance. — Rome, IPTRID-WB-FAO, Water Reports 19.

Clemmens, A. J. 2006. Improving irrigated agriculture performance through an understanding of the water delivery process. — *Irrigation and Drainage*, **55**: 223-234.

Coghlan, A. 2006. Catch every drop to fight world hunger. — *New Scientist*, **191** (2566): 14.

Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) 2006. Crop water productivity improvement. — CGIAR, Concept Notes. http://www.waterandfood.org/

De Nys, E. 2004. Interaction between water supply and demand in two collective irrigation schemes in North-East Brazil. — Leuven, K.U.Leuven, Fac. of Agron. and Applied Biological Sciences, Dissertationes de Agricultura, no. 593, 207 pp.

De Nys, E., Kipkorir, E. C., Sahli, A., Vaes, R. & Raes, D. 2001. Design of farmer-oriented irrigation charts by using a soil-water balance model. — *In*: 4th Inter-Regional Conference on Environment-Water, ICID (27-30 Aug., Fortaleza, Brazil), pp. 235-243.

English, M. 1990. Deficit Irrigation. I: Analytical Framework. — *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, **116**, 399-412.

ERDEM, T., ERDEM, Y., ORTA, A. H. & OKURSOY, H. 2006. Response of agronomic crops to use of deficit irrigation in the Trakya region - Turkey. — *In*: Proceedings of the 1st International Symposium on Land and Water Management for Sustainable Irrigated Agriculture (CD-rom).

FAO 1996. World Food Summit. Technical background documents. — Rome, FAO.

FAO 2003. Agriculture, food and water. — Rome, FAO.

FOX, P. & ROCKSTROM, J. 2000. Water-harvesting for supplemental irrigation of cereal crops to overcome intra-seasonal dry-spells in the Sahel. — *Physical and Chemistry of the Earth*, **25**: 289-296.

GEERTS, S., MAMANI, R. S., GARCIA, M. & RAES, D. 2006. Response of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to differential drought stress in the Bolivian Altiplano: Towards a deficit irrigation strategy within a water scarce region. — *In*: Proceedings of the International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture (Cukurova University, Adana, Turkey, April 4-8, 2006).

GONZALES, F. J. & SALMAN, S. M. A. 2002. Institutional reform for irrigation and drainage. — *In*: GONZALES, F. J. & SALMAN, S. M. A. (Eds.), Proceedings of a World Bank Workshop. Washington DC, World Bank, pp. 1-9.

GROENFELDT, D. & SVENDSEN, M. 2000. Case studies in participatory irrigation management. — Washington DC, World Bank.

HOLVOET, K. 2002. Participative development of irrigation guidelines for a sustainable water use in the highveld region of Zimbabwe. — Leuven, K.U.Leuven, Faculty Agron. & Applied Biological Sciences, MSc dissertation, 82 pp.

HOWELL, T. A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. — *Agronomy Journal*, **93**: 281-189.

HOWELL, T. A. 2003. Irrigation Efficiency. — *In*: STEWART, B. A. & HOWELL, T. A. (Eds.), New York, Marcel-Dekker, INC, Encyclopedia of Water Science, pp. 467-472.

ILBEYI, A., USTUN, H., OWEIS, T., PALA, M. & BENLI, B. 2006. Wheat water productivity and yield in a cool highland environment: Effect of early sowing with supplemental irrigation. — *Agricultural Water Management*, **82**: 399-410.

International Water Management Institute (IWMI). 2006. Working paper. — *In*: World Water Week Conference Stockholm, Sweden (20-26 August 2006) http://www.worldwaterweek.org/

JAMIN, J.-Y., BISSON, P., FUSILIER, J.-L., KUPER, M., MARAUX, F., PERRET, S. & VANDERSYPEN, K. 2005. La participation des usagers à la gestion de l'irrigation: des mots d'ordre aux réalités dans les pays du Sud. — *Irrigation et Développement Durable*, **1**: 65-84.

KASSAM, A. & SMITH, M. 2001. FAO Methodologies on Crop Water Use and Crop Water Productivity. — Rome, FAO, Expert meeting on crop water productivity (3-5 December 2001).

KIJNE, J. W., TUONG, T. P., BENNETT, J., BOUMAN, B. & OWEIS, T. 2002. Ensuring food security via improvement in crop water productivity. Challenge Program on Water and Food. — Background Paper 1.

KIPKORIR, E. C., RAES, D. & MASSAWE, B. 2002. Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in Perkerra, Kenya. — *Agricultural Water Management*, **56**: 229-240.

Le Gal, P.-Y., De Nys, E., Passouant, M., Raes, D. & Rieu, T. 2001. Intervention et décision collective dans les périmètres irrigués. Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision. — *In*: Malezieux, E., Trebuil, G. & Jaeger, M. (Eds.), CIRAD/INRA, Montpellier, pp. 351-369.

Liu, F., Shahanzari, A., Andersen, M. A., Jacobsen, S.-E. & Jensen, C. R. 2006. Effects of deficit irrigation (DI) and partial root drying (PRD) on gas exchange, biomass partioning, and water use efficiency in potato. — *Scientia Horticulturae*, **109** (2): 113-117.

Meinzen-Dick, R. & Reidinger, R. 1995. Participation in irrigation. Social development papers 3. — Washington DC, World Bank.

Meinzen-Dick, R., Raju, K. V. & Gulati, A. 2002. What affects organisation and collective action for managing resources? Evidence from canal irrigation systems in India. — *World Development*, **30** (4): 649-666.

Molden, D., Murray-Rust, H., Sakthivadivel, R. & Makin, I. 2003. A water-productivity framework for understanding and action. — *In*: Kijne, J. W. & Barker, R. M. D. (Eds.), Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement (International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka), pp. XI-XIX.

Murtaza, G., Ghafoor, A. & Qadir, M. 2006. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. — *Agricultural Water Management*, **81**: 98-114.

Oweis, T., Pala, M. & Ryan, J. 1998. Stabilizing rainfed wheat yields with supplemental irrigation and nitrogen in a Mediterranean climate. — *Agronom. J.*, **90**: 672-681.

Oweis, T., Pala, M., Benli, B., Ilbeyi, A. & Tavakkoli, A. R. 2006. The role of early sowing with supplemental irrigation in cool highland environments. — *In*: Proceedings of the International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture (Cukurova University, Adana, Turkey, April 4-8, 2006).

Pereira, L. S., Oweis, T. & Zairi, A. 2002. Irrigation management under water scarcity. — Agricultural Water Management, **57**: 175-206.

Pescod, M. B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. — Rome, FAO, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 47.

Plusquellec, H. 2002. How design, management and policy affect the performance of irrigation projects: Emerging modernization procedures and design standards. — Bangkok, Thailand, FAO.

Raes, D., Sahli, A., Van Looij, J., Ben Mechlia, N. & Persoons, E. 2000. Charts for guiding irrigation in real time. — *Irrigation and Drainage Systems*, **14** (4): 343-352.

Raes, D., Smith, M., De Nys, E., Holvoet, K. & Makarau, A. 2002. Charts with indicative irrigation intervals for various weather conditions. — *In*: ICID 18th Congress (Montreal, Canada, 21-28 July 2002).

Raes, D., Geerts, S., Kipkorir, E., Wellens, J. & Sahli, A. 2006. Simulation of yield decline as a result of water stress with a robust soil water balance model. — *Agricultural Water Management*, **81**: 335-357.

Rhoades, J. D., Kandiah, A. & Mashali, A. M. 1992. The use of saline waters for crop production. — Rome, FAO, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 48.

Rhoades, J. D., Chanduvi, F. & Lesch, S. 1999. Soil salinity assessment. Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. — Rome, FAO, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 57.

ROCKSTROM, J., BARRON, J. & FOX, P. 2003. Water productivity in rain-fed agriculture: challenges and opportunities for smallholder farmers in drought-prone tropical agroecosystems. — *In*: KIJNE, J. W., BARKER, R. & MOLDEN, D. (Eds.), Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement (International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka), pp. 145-162.

SAGARDOY, J. A. 1982. Organization, operation and maintenance of irrigation schemes. — Rome, FAO, FAO Irrigation and Drainage paper No. 40, 166 pp.

SECKLER, D. 1996. The new era of water resources management: From 'dry' to 'wet' water savings. — Colombo, Sri Lanka, IWMI, Research Report 1.

SECKLER, D., MOLDEN, D. & SAKTHIVADIVEL, R. 1998. The concept of efficiency in water resource management and policy. — Sri Lanka, Colombo, IWMI.

SHAH, T., VAN KOPPEN, B., MERREY, D., DE LANGE, M. & SAMAD, M. 2002. Institutional alternatives in African smallholder irrigation: lessons from international experience with irrigation management transfer. — Colombo, Sri Lanka, IWMI, Research Report 60.

SMITH, M. 1990. CROPWAT – a computer program for irrigation planning and management. — Rome, FAO, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 46, 126 pp.

STEDUTO, P. 1996. Water use efficiency. — *In*: PEREIRA, L. S., FEDDES, R. A., GILLEY, J. R. & LESAFFRE, B. (Eds.), Sustainability of Irrigated Agriculture. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, pp. 193-209.

STEDUTO, P., KATERJI, N., PUERTOS-MOLINA, H., UNLU, M., MASTRORILLI, M. & RANA, G. 1997. Water-use efficiency of sweet sorghum under water stress conditions: gas-exchange investigations at leaf and canopy scales. — *Field Crops Res.*, **54**: 221-234.

TANG, S. Y. 1992. Institutions and collective action. Self-governance in irrigation. — San Francisco (CA), USA, Institute for Contemporary Studies Press.

TAVAKKOLI, A. R. & OWEIS, T. Y. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. — *Agricultural Water Management*, **65**: 225-236.

TUONG, T. P. 1999. Productive water use in rice production: Opportunities and limitations. — *Journal of Crop Production*, **2**: 241-264.

VAES, R. 2001. Dynamische irrigatiekalenders. — KULeuven, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Departement Land- en Waterbeheer, 78 pp.

VANDERSYPEN, K., KEITA, A. C. T., KALOGA, K., COULIBALY, Y., RAES, D. & JAMIN, J.-Y. 2006a. Sustainability of farmers' organization of water management in the *Office du Niger* irrigation scheme in Mali. — *Irrigation and Drainage*, **55**: 51-60.

VANDERSYPEN, K., KEITA, A. C. T., RAES, D. & JAMIN, J.-Y. 2006b. Irrigation performance and collective action. A case study in the *Office du Niger* (Mali). — *In*: Proceedings of the International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture (Cukurova University, Adana, Turkey, April 4-8, 2006).

VANDERSYPEN, K., BENGALY, K., KEITA, A. C. T., SIDIBE, S., RAES, D. & JAMIN, J.-Y. 2006c. Irrigation performance at tertiary level in the rice schemes of the *Office du Niger* (Mali): Adequate water delivery through over-supply. — *Agricultural Water Management*, **83**: 144-152.

VERMILLION, D. L. 2000. Guide to monitoring and evaluation of irrigation management transfer. — Roranomon, Japan, The Japanese Institute for Irrigation and Drainage.

WOLTERS, W. 1992. Influences on the Efficiency of Irrigation Water Use. — Wageningen, ILRI, Publication No. 51, 150 pp.

YAZAR, A. & SEZEN, S. M. 2006. Effects of full and deficit irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the arid southeast Anatolia region of Turkey. — *In*: Proceedings of the International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture (Cukurova University, Adana, Turkey, April 4-8, 2006).

ZHANG, H., OWEIS, T. Y., GARABET, S. & PALA, M. 1998. Water-use efficiency and transpiration efficiency of wheat under rain-fed conditions and supplemental irrigation in a Mediterranean type environment. — *Plant Soil*, **201**: 295-305.

ZHANG, H. & OWEIS, T. 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. — *Agricultural Water Management*, **38**: 195-211.

ZHANG, B., LI, F.-M., HUANG, G., CHENG, Z.-Y. & ZHANG, Y. 2006. Yield performance of spring wheat improved by regulated deficit irrigation in an arid area. — *Agricultural Water Management*, **79**: 28-42.

NOTULEN — PROCES-VERBAUX

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen
Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen
Klasse voor Technische Wetenschappen

Bijzondere zitting
(Gent, 20 juni 2006)

"Universiteit Gent / Overzee: jonge onderzoekers delen hun passie mee"

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen: Mevr. E. Bruyninx, de HH. P. Collard, E. Haerinck, D. Huyge, J. Jacobs, S. Plasschaert, C. Sturtewagen en F. Van Noten.

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen: de HH. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, E. Coppejans, M. De Dapper, R. Dudal, P. Goyens, H. Nicolaï, A. Ozer, E. Robbrecht, E. Roche, G. Stoops, Mevr. D. Swinne, Vast Secretaris, de HH. C. Sys, L. Tack, P. Van der Veken, E. Van Ranst, Mevr. M. Vincx en de Heer M. Wéry.

Klasse voor Technische Wetenschappen: de HH. M. De Boodt, J. De Cuyper, L. Dejonghe, J. Hus, W. Loy en L. Martens.

Op initiatief van de Heer Morgan De Dapper, Voorzitter van de Academie in 2005, werden de leden van de drie Klassen uitgenodigd op een studiedag georganiseerd door de Universiteit Gent.

Eén van de bedoelingen van deze ontmoeting was jonge vorsers de gelegenheid te bieden hun onderzoek voor te stellen via een postersessie. Een dertigtal jonge onderzoekers stelde een vijftigtal posters ten toon (zie hierna).

De Heer K. Goethals, academisch beheerder, heet de deelnemers welkom in Het Pand.

De Heer O. Van Cleemput, Voorzitter van de Commissie "Ontwikkelingssamenwerking", houdt een voordracht met als titel "De ontwikkelingssamenwerking aan de Universiteit Gent".

Na de lunch in Het Pand, wordt de postersessie gehouden in het peristylium van de Aula.

Volgende posters werden voorgesteld:

J. Adam: Displacement and resettlement in Maluku (Indonesia).

L. Audenaert *et al.*: Recovery of aquatic biological communities in a Ugandan crater lake after complete desiccation during late 18th-century drought.

I. Bessems *et al.*: Late-18th drought recorded in lake-sediment records across equatorial East Africa.

Classe des Sciences morales et politiques
Classe des Sciences naturelles et médicales
Classe des Sciences techniques

Séance extraordinaire
(Gand, 20 juin 2006)

«Universiteit Gent Overzee: jonge onderzoekers delen hun passie mee»

Classe des Sciences morales et politiques: Mme E. Bruyninx, MM. P. Collard, E. Haerinck, D. Huyge, J. Jacobs, S. Plasschaert, C. Sturtewagen et F. Van Noten.

Classe des Sciences naturelles et médicales: MM. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, E. Coppejans, M. De Dapper, R. Dudal, P. Goyens, H. Nicolaï, A. Ozer, E. Robbrecht, E. Roche, G. Stoops, Mme D. Swinne, Secrétaire perpétuelle, MM. C. Sys, L. Tack, P. Van der Veken, E. Van Ranst, Mme M. Vincx et M. M. Wéry.

Classe des Sciences techniques: MM. M. De Boodt, J. De Cuyper, L. Dejonghe, J. Hus, W. Loy et L. Martens.

A l'initiative de M. Morgan De Dapper, Président de l'Académie pour l'année 2005, les membres des trois Classes ont été conviés à une journée d'étude organisée par l'Université de Gand.

Un des objectifs de cette rencontre était de donner l'occasion aux jeunes chercheurs de présenter leurs recherches, au cours d'une session-poster. Une trentaine de jeunes chercheurs ont présenté une cinquantaine d'affiches (voir ci-dessous).

M. K. Goethals, administrateur académique, souhaite la bienvenue aux participants dans *Het Pand.*

M. O. Van Cleemput, Président de la Commission «Coopération au Développement», présente un exposé intitulé «De ontwikkelingssamenwerking aan de Universiteit Gent».

Après le lunch pris dans *Het Pand*, s'est tenue la session-poster dans le péristyle de l'Auditorium.

Les posters suivants furent présentés:

J. Adam: Displacement and resettlement in Maluku (Indonesia).

L. Audenaert *et al.*: Recovery of aquatic biological communities in a Ugandan crater lake after complete desiccation during late 18th-century drought.

I. Bessems *et al.*: Late-18th drought recorded in lake-sediment records across equatorial East Africa.

C. Cocquyt *et al.*: Diatom communities of thermal springs in Burundi: diversity and relationship with physical and chemical characteristics.

C. Cocquyt *et al.*: Are seasonal changes in the pelagic diatom community of Lake Tanganyika reflected in its laminated sediments deposited during the last decades?

A. Da'As & K. Walraevens: Characterization of the Quaternary aquifer of the eastern basin in the Jordan Valley, Palestine.

M. Delanoy *et al.*: Seed germination of *Passiflora Mollissima* (Kunth) L. H. Bailey and *Passiflora Tricuspis* Mast.

M. Delanoy *et al.*: Knowledge and use of *Passiflora* species in the *Yungas* of the Department La Paz, Bolivia.

P. Delrue: Indications for a desilvering process at ed-Dur (U.A.E., Umm al-Qaiwain): preliminary results.

M. De Troch & M. Vincx: Marine biodiversity in tropical seagrass beds: a circumtropical voyage (Kenya, Zanzibar, Mexico and the Philippines).

C. Delvaux *et al.*: Eco-physiology of the recovery of the medicinal tree after debarking in the Monts Kouffé woodland of Benin (West Africa).

H. Eggermont & D. Verschuren: Taxonomic diversity and distinctiveness of the chironomid fauna (Insecta: Diptera) inhabiting high-elevation lakes on Mount Kenya and the Ruwenzori, East Africa.

H. Eggermont *et al.*: Taxonomic diversity and biogeography of Chironomidae (Insecta: Diptera) in lakes of tropical West Africa, using sub-fossil remains extracted from surface sediments.

R. Gamanya Sibanda: Development of a Standardized Object Oriented Automatic Classification (SOOAC) method & application in land use and land cover change detection using remote sensing in Central Zimbabwe.

H. Gheerardyn *et al.*: Morphological plasticity in the Laophontidae (Copepoda: Harpacticoida): adaptations to dead coral substrates (from the coast of Kenya).

S. Gondet & T. De Schacht: Evolution et aménagement du paysage dans le centre de l'Empire Perse Achéménide (Fars Central, Iran): une prospection à différentes échelles dans un milieu rural fortement anthropisé. Problèmes méthodologiques et solutions envisagées.

P. Hindryck *et al.*: Prevalence of HPV types among Nicaraguan women with histological proven pre-neoplastic and neoplastic lesions of the cervix.

D. Huygens *et al.*: Nitrogen cycling in an unpolluted forest ecosystem: integrating novel concepts in a comprehensive methodology.

E. Kasongo Lenge *et al.*: Elaboration d'un modèle d'évaluation biophysique pour la culture de maïs. Etude de cas: plaine de la Lufira, Katanga, R. D. Congo.

M. Kervyn *et al.*: Debris avalanches at Oldoinyo Lengai (Tanzania): morphological evidence, collapse mechanisms and hazard assessment.

C. Cocquyt *et al.*: Diatom communities of thermal springs in Burundi: diversity and relationship with physical and chemical characteristics.

C. Cocquyt *et al.*: Are seasonal changes in the pelagic diatom community of Lake Tanganyika reflected in its laminated sediments deposited during the last decades?

A. Da'As & K. Walraevens: Characterization of the Quaternary aquifer of the eastern basin in the Jordan Valley, Palestine.

M. Delanoy *et al.*: Seed germination of *Passiflora Mollissima* (Kunth) L. H. Bailey and *Passiflora Tricuspis* Mast.

M. Delanoy *et al.*: Knowledge and use of *Passiflora* species in the *Yungas* of the Department La Paz, Bolivia.

P. Delrue: Indications for a desilvering process at ed-Dur (U.A.E., Umm al-Qaiwain): preliminary results.

M. De Troch & M. Vincx: Marine biodiversity in tropical seagrass beds: a circumtropical voyage (Kenya, Zanzibar, Mexico and the Philippines).

C. Delvaux *et al.*: Eco-physiology of the recovery of the medicinal tree after debarking in the Monts Kouffé woodland of Benin (West Africa).

H. Eggermont & D. Verschuren: Taxonomic diversity and distinctiveness of the chironomid fauna (Insecta: Diptera) inhabiting high-elevation lakes on Mount Kenya and the Ruwenzori, East Africa.

H. Eggermont *et al.*: Taxonomic diversity and biogeography of Chironomidae (Insecta: Diptera) in lakes of tropical West Africa, using sub-fossil remains extracted from surface sediments.

R. Gamanya Sibanda: Development of a Standardized Object Oriented Automatic Classification (SOOAC) method & application in land use and land cover change detection using remote sensing in Central Zimbabwe.

H. Gheerardyn *et al.*: Morphological plasticity in the Laophontidae (Copepoda: Harpacticoida): adaptations to dead coral substrates (from the coast of Kenya).

S. Gondet & T. De Schacht: Evolution et aménagement du paysage dans le centre de l'Empire Perse Achéménide (Fars Central, Iran): une prospection à différentes échelles dans un milieu rural fortement anthropisé. Problèmes méthodologiques et solutions envisagées.

P. Hindryck *et al.*: Prevalence of HPV types among Nicaraguan women with histological proven pre-neoplastic and neoplastic lesions of the cervix.

D. Huygens *et al.*: Nitrogen cycling in an unpolluted forest ecosystem: integrating novel concepts in a comprehensive methodology.

E. Kasongo Lenge *et al.*: Elaboration d'un modèle d'évaluation biophysique pour la culture de maïs. Etude de cas: plaine de la Lufira, Katanga, R. D. Congo.

M. Kervyn *et al.*: Debris avalanches at Oldoinyo Lengai (Tanzania): morphological evidence, collapse mechanisms and hazard assessment.

M. Kervyn *et al.*: MODIS thermal remote sensing monotoring of low-intensity anomalies at volcanoes: Oldoinyo Lengai (Tanzania) and the MODLEN algorithm.

M. Lafkioui: Atlas linguistique des variétés berbères du Rif (N-Maroc). Analyses géolinguistiques et comparatives.

D. Mbayo Ndekanya *et al.*: Valorisation des données disponibles des ressources naturelles physiques de la R. D. Congo pour une gestion rationnelle et durable des terres.

I. C. Mjemah *et al.*: Hydrogeological mapping and groundwater recharge rate estimation of sand aquifers in Dar-es-Salaam area, Tanzania.

T. N. T. Nguyen: Halogenated furanone, a quorum sensing antagonist, attenuates *Vibrio harveyi* virulence towards gnotobiotic rotifer Brachionus plicatilis *stricto sensu.*

B. Nsombo Mosombo *et al.*: Evaluation biophysique des terres et aménagement agricole au plateau des Batéké, RD Congo.

S. Soltanian: Dose-dependent protection of *Artemia nauplii* against *Vibrio campbellii* by isogenic yeast cells differing in ß-glucan content.

K. Titeca: De rol van *Civil Society* Organisaties in het locale politieke veld. Case-studie Uganda.

T. Vanagt *et al.*: ENSO and macrobenthos at an Ecuadorian sandy beach.

P. Van Daele *et al.*: African mole-rats (Rodentia – Bathyergidae): a complex radiation in afrotropical soils.

T. Vanderstraete *et al.*: Remote sensing as a decision-support tool in ICZM: a case study for Hurghada (Egypt).

T. Vanderstraete *et al.*: Study of the Pulau Nukaha Reef System (Indonesia) using hyperspectral Casi Data: a focus on bathymetric mapping.

A. Van Dienderen: Production process as a site of critique ethnographic research into the mediated interactions during (documentary) film productions.

L. Vansteenvoort *et al.*: Development of an Information and Monitoring System to strengthen conservation in world heritage sites in Central Africa.

A. Verdoodt *et* al.: Land evaluation tools at different scales reveal options for land use optimisation in Rwanda.

A. Verdoodt *et al.*: The digital land resources inventory of Rwanda and its applications.

A. Verdoodt *et al.*: Design of the Soil and Terrain (SOTER) Database of Central Africa.

A. Verdoolaege: The South African Truth and Reconciliation Commission: constructing reconciliation discourse in a traumatized society.

E. Verleyen *et al.*: Coastal Antarctic lakes – Archives of past changes in climate, ultraviolet radiation, relative sea level, and autotrophic community structure.

D. Verschuren *et al.*: A continuous high-resolution climate-proxy record of the past 2,600 years from the central Sahara desert.

M. Kervyn *et al.*: MODIS thermal remote sensing monotoring of low-intensity anomalies at volcanoes: Oldoinyo Lengai (Tanzania) and the MODLEN algorithm.

M. Lafkioui: Atlas linguistique des variétés berbères du Rif (N-Maroc). Analyses géolinguistiques et comparatives.

D. Mbayo Ndekanya *et al.*: Valorisation des données disponibles des ressources naturelles physiques de la RD Congo pour une gestion rationnelle et durable des terres.

I. C. Mjemah *et al.*: Hydrogeological mapping and groundwater recharge rate estimation of sand aquifers in Dar-es-Salaam area, Tanzania.

T. N. T. Nguyen: Halogenated furanone, a quorum sensing antagonist, attenuates *Vibrio harveyi* virulence towards gnotobiotic rotifer Brachionus plicatilis *stricto sensu.*

B. Nsombo Mosombo *et al.*: Evaluation biophysique des terres et aménagement agricole au plateau des Batéké, RD Congo.

S. Soltanian: Dose-dependent protection of *Artemia nauplii* against *Vibrio campbellii* by isogenic yeast cells differing in ß-glucan content.

K. Titeca: De rol van *Civil Society* Organisaties in het locale politieke veld. Case-studie Uganda.

T. Vanagt *et al.*: ENSO and macrobenthos at an Ecuadorian sandy beach.

P. Van Daele *et al.*: African mole-rats (Rodentia – Bathyergidae): a complex radiation in afrotropical soils.

T. Vanderstraete *et al.*: Remote sensing as a decision-support tool in ICZM: a case study for Hurghada (Egypt).

T. Vanderstraete *et al.*: Study of the Pulau Nukaha Reef System (Indonesia) using hyperspectral Casi Data: a focus on bathymetric mapping.

A. Van Dienderen: Production process as a site of critique ethnographic research into the mediated interactions during (documentary) film productions.

L. Vansteenvoort *et al.*: Development of an Information and Monitoring System to strengthen conservation in world heritage sites in Central Africa.

A. Verdoodt *et al.*: Land evaluation tools at different scales reveal options for land use optimisation in Rwanda.

A. Verdoodt *et al.*: The digital land resources inventory of Rwanda and its applications.

A. Verdoodt *et al.*: Design of the Soil and Terrain (SOTER) Database of Central Africa.

A. Verdoolaege: The South African Truth and Reconciliation Commission: constructing reconciliation discourse in a traumatised society.

E. Verleyen *et al.*: Coastal Antarctic lakes – Archives of past changes in climate, ultraviolet radiation, relative sea level, and autotrophic community structure.

D. Verschuren *et al.*: A continuous high-resolution climate-proxy record of the past 2,600 years from the central Sahara desert.

D. VERSCHUREN *et al.*: CHALLACEA: high-resolution, multi-proxy climate reconstruction for equatorial East Africa (21 ka BP to present) from laminated lake sediments near Mt. Kilimanjaro.

B. WILLAERT *et al.*: Multitemporal study of the changes in land use with the use of maps and satellite images in Southern Rwanda.

L. YE *et al.*: Design and implementation of a web-based land evaluation system and its application in agricultural productivity assessment in developing countries.

Y. YIKSUNG: Non-lethal heat shock protects *Artemia franciscana* against virulent vibrios.

De abstracts van de posters zijn beschikbaar op de website van de Academie (http://www.kaowarsom.be/).

Bij wijze van slot bedankt Mevr. Danielle Swinne de organisatoren voor het onthaal.

D. Verschuren *et al.*: CHALLACEA: high-resolution, multi-proxy climate reconstruction for equatorial East Africa (21 ka BP to present) from laminated lake sediments near Mt. Kilimanjaro.

B. Willaert *et al.*: Multitemporal study of the changes in land use with the use of maps and satellite images in Southern Rwanda.

L. Ye *et al.*: Design and implementation of a web-based land evaluation system and its application in agricultural productivity assessment in developing countries.

Y. Yiksung: Non-lethal heat shock protects *Artemia franciscana* against virulent vibrios.

Les résumés des posters sont disponibles sur le site web de l'Académie (http://www.kaowarsom.be/).

En guise de clôture, Mme Danielle Swinne adresse ses remerciements aux organisateurs pour l'accueil réservé à l'Académie.

Plenaire zitting van 19 oktober 2006

De plenaire openingszitting van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen vond plaats in het Paleis der Academiën te Brussel. Zij werd voorgezeten door de Heer Jean Marchal, Voorzitter van de Academie en Directeur van de Klasse voor Technische Wetenschappen, omringd door Mevr. Firouzeh Nahavandi, Directeur van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen, de Heer Morgan De Dapper, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, en Mevr. Danielle Swinne, Vast Secretaris.

De Heer J. Marchal leidt de zitting in (p. 397).

Mevr. F. Nahavandi geeft een uiteenzetting met als titel „La culture politique en Iran: la question du nucléaire" (pp. 399-404).

De Heer M. De Dapper houdt een voordracht met als titel „Woestijnen: mythes en feiten".

De Heer J. Marchal stelt een mededeling voor met als titel „'Recherche & Développement' et transfert des connaissances relatifs à un projet de transport fluvial en Amazonie" (pp. 405-418).

Vervolgens geeft de Vast Secretaris lezing van het verslag over de werkzaamheden van de Academie 2005-2006 (pp. 419-424).

De zitting wordt besloten met de overhandiging van de diploma's aan de laureaten van de Wedstrijd 2006 en de Lucien Cahenprijs.

Séance plénière du 19 octobre 2006

La séance plénière de rentrée de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer s'est tenue au Palais des Académies à Bruxelles. Elle est présidée par M. Jean Marchal, Président de l'Académie et Directeur de la Classe des Sciences techniques, entouré de Mme Firouzeh Nahavandi, Directeur de la Classe des Sciences morales et politiques, M. Morgan De Dapper, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales, et Mme Danielle Swinne, Secrétaire perpétuelle.

M. J. Marchal ouvre la séance (p. 397).

Mme F. Nahavandi présente un exposé intitulé «La culture politique en Iran: la question du nucléaire» (pp. 399-404).

M. M. De Dapper présente une communication intitulée «Woestijnen: mythes en feiten».

M. J. Marchal fait une lecture intitulée «'Recherche & Developpement' et transfert des connaissances relatifs à un projet de transport fluvial en Amazonie» (pp. 405-418).

Ensuite, la Secrétaire perpétuelle présente le rapport sur les activités de l'Académie 2005-2006 (pp. 419-424).

La séance se clôture par la remise des diplômes aux lauréats du Concours 2006 et du Prix Lucien Cahen.

Aanwezigheidslijst van de leden van de Academie

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen: E. Bruyninx, F. de Hen, D. de Lame, G. de Villers, E. Haerinck, D. Huyge, J. Jacobs, J. Klener, G. Mangin, F. Nahavandi, F. Neyt, C. Ntampaka, S. Plasschaert, P. Raymaekers, J. Sabakinu Kivulu, C. Sturtewagen, C. Willemen.

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen: I. Beghin, M. De Dapper, J. Delhal, R. Dudal, A. Fain, P. Gigase, D. Le Ray, H. Maraite, H. Nicolaï, A. Ozer, G. Stoops, D. Swinne, J.-J. Symoens, C. Sys, L. Tack, P. Van der Veken, E. Van Ranst, M. Wéry.

Klasse voor Technische Wetenschappen: L. André, J. Bouharmont, J.-M. Charlet, J. De Cuyper, G. Demarée, P. De Meester, C. De Meyer, J.-J. Droesbeke, A. Jaumotte, R. Leenaerts, J. Marchal, L. Martens, J. Michot, A. Monjoie, A. Sterling, F. Thirion, M. Van Den Herrewegen, T. Van Frachen.

Liste de présence des membres de l'Académie

Classe des Sciences morales et politiques: E. Bruyninx, F. de Hen, D. de Lame, G. de Villers, E. Haerinck, D. Huyge, J. Jacobs, J. Klener, G. Mangin, F. Nahavandi, F. Neyt, C. Ntampaka, S. Plasschaert, P. Raymaekers, J. Sabakinu Kivulu, C. Sturtewagen, C. Willemen.

Classe des Sciences naturelles et médicales: I. Beghin, M. De Dapper, J. Delhal, R. Dudal, A. Fain, P. Gigase, D. Le Ray, H. Maraite, H. Nicolaï, A. Ozer, G. Stoops, D. Swinne, J.-J. Symoens, C. Sys, L. Tack, P. Van der Veken, E. Van Ranst, M. Wéry.

Classe des Sciences techniques: L. André, J. Bouharmont, J.-M. Charlet, J. De Cuyper, G. Demarée, P. De Meester, C. De Meyer, J.-J. Droesbeke, A. Jaumotte, R. Leenaerts, J. Marchal, L. Martens, J. Michot, A. Monjoie, A. Sterling, F. Thirion, M. Van Den Herrewegen, T. Van Frachen.

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen

Zitting van 21 november 2006

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door Mevr. F. Nahavandi, Directeur, bijgestaan door de Heer C. Sturtewagen, Vice-Directeur, en Mevr. D. Swinne, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: de Heer R. Anciaux, Mevr. P. Bouvier, E. Bruyninx, de HH. F. de Hen, G. de Villers, J. Everaert, Mevr. C. Grégoire, de HH. J. Jacobs, J. Klener en Mevr. Y. Verhasselt, werkende leden; de HH. D. Huyge en U. Vermeulen, geassocieerde leden; de Heer H. Vinck, corresponderend lid; de Heer I. Beghin, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen: de HH. H. Baetens Beardsmore, P. Collard, Mevr. D. de Lame, M. Engelborghs-Bertels, de HH. E. Haerinck, A. Huybrechts, S. Plasschaert, P. Raymaekers, F. Reyntjens, R. Rezsohazy, E. Vandewoude, J.-L. Vellut en C. Willemen.

„Etudes de géographie linguistique berbère. Variation géolinguistique et classification dialectométrique"

Mevr. M. Lafkioui stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

Mevr. C. Grégoire, de HH. J. Jacobs en G. de Villers nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt twee verslaggevers aan.

Een zeldzaam masker uit Bougainville (Salomonseilanden)

Mevr. E. Bruyninx stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

Mevr. Y. Verhasselt, de HH. J. Jacobs, F. de Hen en Mevr. M. Lafkioui nemen aan de bespreking deel.

De Klasse stemt ermee in deze tekst in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

Eretekens

Bij Koninklijk Besluit van 19 april 2006 werd de Heer H. Baetens Beardsmore tot Grootofficier in de Kroonorde, de Heer G. de Villers tot Grootofficier in de Leopoldsorde en de Heer P. Petit tot Commandeur in de Leopoldsorde benoemd.

Classe des Sciences morales et politiques

Séance du 21 novembre 2006

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par Mme F. Nahavandi, Directeur, assistée de M. C. Sturtewagen, Vice-Directeur, et de Mme D. Swinne, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents: M. R. Anciaux, Mmes P. Bouvier, E. Bruyninx, MM. F. de Hen, G. de Villers, J. Everaert, Mme C. Grégoire, MM. J. Jacobs, J. Klener et Mme Y. Verhasselt, membres titulaires; MM. D. Huyge et U. Vermeulen, membres associés; M. H. Vinck, membre correspondant; M. I. Beghin, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance: MM. H. Baetens Beardsmore, P. Collard, Mmes D. de Lame, M. Engelborghs-Bertels, MM. E. Haerinck, A. Huybrechts, S. Plasschaert, P. Raymaekers, F. Reyntjens, R. Rezsohazy, E. Vandewoude, J.-L. Vellut et C. Willemen.

Etudes de géographie linguistique berbère. Variation géolinguistique et classification dialectométrique

Mme M. Lafkioui présente une communication intitulée comme ci-dessus.

Mme C. Grégoire, MM. J. Jacobs et G. de Villers prennent part à la discussion.

La Classe désigne deux rapporteurs.

«Een zeldzaam masker uit Bougainville (Salomonseilanden)»

Mme E. Bruyninx présente une communication intitulée comme ci-dessus.

Mme Y. Verhasselt, MM. J. Jacobs, F. de Hen et Mme M. Lafkioui prennent part à la discussion.

La Classe accepte de publier ce texte dans le *Bulletin des Séances*.

Distinctions honorifiques

Par Arrêté royal du 19 avril 2006, M. H. Baetens Beardsmore a été nommé Grand Officier de l'Ordre de la Couronne; M. G. de Villers, Grand Officier de l'Ordre de Léopold; M. P. Petit, Commandeur de l'Ordre de Léopold.

Het Hellebeeld in het Oost-Aziatische Boeddhisme

Mevr. I. Van Put heeft deze mededeling voorgesteld tijdens de zitting van 18 april 2006.

Na de verslagen te hebben gehoord, beslist de Klasse deze tekst in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

Bestuurscommissie

Het mandaat van de Heer R. Devisch binnen de Bestuurscommissie vervalt op 31 december 2006 en is hernieuwbaar.

De Bestuurscommissie stelt voor de Heer Devisch een nieuw mandaat toe te vertrouwen.

De Klasse is het met dit voorstel eens.

De zitting wordt om 17 u. geheven.
Zij wordt door een Besloten Vergadering gevolgd.

«Het Hellebeeld in het Oost-Aziatische Boeddhisme»

Mme I. Van Put a présenté cette communication lors de la séance du 18 avril 2006.

Après avoir entendu les rapports, la Classe décide de publier ce texte dans le *Bulletin des Séances*.

Commission administrative

Le mandat de M. R. Devisch au sein de la Commission administrative échoit le 31 décembre 2006 et est renouvelable.

La Commission administrative propose de confier un nouveau mandat à M. Devisch.

La Classe approuve cette proposition.

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

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen

Zitting van 12 december 2006

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door Mevr. F. Nahavandi, Directeur, bijgestaan door de Heer C. Sturtewagen, Vice-Directeur, en Mevr. D. Swinne, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: Mevr. E. Bruyninx, de Heer F. de Hen, Mevr. D. de Lame, de HH. J. Everaert en J. Jacobs, werkende leden; de Heer C. Willemen, geassocieerd lid; de Heer J. Charlier, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen: de HH. R. Anciaux, H. Baetens Beardsmore, P. Collard, P. de Maret, G. de Villers, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de HH. E. Haerinck, A. Huybrechts, C. Ntampaka, P. Petit, P. Raymaekers, F. Reyntjens, R. Rezsohazy, E. Vandewoude, G. Vanthemsche, F. Van Noten en Mevr. Y. Verhasselt.

Materialiteit, textualisering en indexicaliteit: instrumenten voor een vernieuwde antropologische studie van de kunst?

De Heer K. Arnaut stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

Mevr. D. de Lame en E. Bruyninx nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt twee verslaggevers aan.

„Les Belbase: une réalisation peu connue de l'expansion belge en Afrique de l'Est"

De Heer L. Darcis stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. J. Charlier en C. Sturtewagen nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt twee verslaggevers aan.

Het Congolese transitieproces: hoop op vrede?

De Heer K. Vlassenroot heeft deze mededeling voorgesteld tijdens de zitting van 17 januari 2006.

Na de verslagen te hebben gehoord beslist de Klasse deze tekst in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

De zitting wordt om 16 u. 40 geheven.
Zij wordt door een Besloten Vergadering gevolgd.

Classe des Sciences morales et politiques

Séance du 12 décembre 2006

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par Mme F. Nahavandi, Directeur, assistée de M. C. Sturtewagen, Vice-Directeur, et de Mme D. Swinne, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents: Mme E. Bruyninx, M. F. de Hen, Mme D. de Lame, MM. J. Everaert et J. Jacobs, membres titulaires; M. C. Willemen, membre associé; M. J. Charlier, membre de la Classe des Sciences techniques.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance: MM. R. Anciaux, H. Baetens Beardsmore, P. Collard, P. de Maret, G. de Villers, Mme M. Engelborghs-Bertels, MM. E. Haerinck, A. Huybrechts, C. Ntampaka, P. Petit, P. Raymaekers, F. Reyntjens, R. Rezsohazy, E. Vandewoude, G. Vanthemsche, F. Van Noten et Mme Y. Verhasselt.

«Materialiteit, textualisering en indexicaliteit: instrumenten voor een vernieuwde antropologische studie van de kunst?»

M. K. Arnaut présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. J. Charlier et C. Sturtewagen prennent part à la discussion.

La Classe désigne deux rapporteurs.

Les Belbase: une réalisation peu connue de l'expansion belge en Afrique de l'Est

M. L. Darcis présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. J. Charlier et C. Sturtewagen prennent part à la discussion.

La Classe désigne deux rapporteurs.

«Het Congolese transitieproces: hoop op vrede?»

M. K. Vlassenroot a présenté cette communication lors de la séance du 17 janvier 2006.

Après avoir entendu les rapports, la Classe décide de publier ce texte dans le *Bulletin des Séances*.

La séance est levée à 16 h 40.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen

Zitting van 28 november 2006

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer A. Ozer, Directeur, bijgestaan door de Heer E. Van Ranst, Vice-Directeur, en Mevr. D. Swinne, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: de HH. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, M. De Dapper, E. De Langhe, M. Deliens, P. Gigase, P. Goyens, J.-M. Jadin, H. Maraite, J.-C. Micha, H. Nicolaï, J. Rammeloo, G. Stoops, J.-J. Symoens, C. Sys en M. Wéry, werkende leden; de HH. J.-P. Malingreau en E. Roche, geassocieerde leden; de Heer C. Sturtewagen en Mevr. Y. Verhasselt, leden van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen; de Heer G. Demarée, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen: de HH. J. Bolyn, E. Coppejans, R. Dudal, S. Geerts, L. Tack, D. Thys van den Audenaerde en P. Van der Veken.

„Les méthodes qualitatives en socio-anthropologie. Applications à la santé publique"

De Heer P. Lefèvre stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. I. Beghin, H. Maraite, M. De Dapper, P. Goyens en E. Van Ranst nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt twee verslaggevers aan.

Eretekens

Bij Koninklijk Besluit van 19 april 2006 werd de Heer E. Robbrecht tot Grootofficier in de Kroonorde en de HH. D. Thys van den Audenaerde en M. Wéry tot Grootofficier in de Leopoldsorde benoemd.

„Diversité et unité biologique d'*Homo sapiens* dans le temps et dans l'espace"

Mevr. R. Orban heeft deze mededeling voorgesteld tijdens de zitting van 16 mei 2006.

Na de verslagen te hebben gehoord, beslist de Klasse deze tekst in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

De zitting wordt om 17 u. 05 geheven.
Zij wordt door een Besloten Vergadering gevolgd.

Classe des Sciences naturelles et médicales

Séance du 28 novembre 2006

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. A. Ozer, Directeur, assisté de M. E. Van Ranst, Vice-Directeur, et de Mme D. Swinne, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents: MM. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, M. De Dapper, E. De Langhe, M. Deliens, P. Gigase, P. Goyens, J.-M. Jadin, H. Maraite, J.-C. Micha, H. Nicolaï, J. Rammeloo, G. Stoops, J.-J. Symoens, C. Sys et M. Wéry, membres titulaires; MM. J.-P. Malingreau et E. Roche, membres associés; M. C. Sturtewagen et Mme Y. Verhasselt, membres de la Classe des Sciences morales et politiques; M. G. Demarée, membre de la Classe des Sciences techniques.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance: MM. J. Bolyn, E. Coppejans, R. Dudal, S. Geerts, L. Tack, D. Thys van den Audenaerde et P. Van der Veken.

Les méthodes qualitatives en socio-anthropologie. Applications à la santé publique

M. P. Lefèvre présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. I. Beghin, H. Maraite, M. De Dapper, P. Goyens et E. Van Ranst prennent part à la discussion.

La Classe désigne deux rapporteurs.

Distinctions honorifiques

Par Arrêté royal du 19 avril 2006, M. E. Robbrecht a été nommé Grand Officier de l'Ordre de la Couronne et MM. D. Thys van den Audenaerde et M. Wéry, Grand Officier de l'Ordre de Léopold.

Diversité et unité biologique d'*Homo sapiens* dans le temps et dans l'espace

Mme R. Orban a présenté cette communication lors de la séance du 16 mai 2006.

Après avoir entendu les rapports, la Classe décide de publier ce texte dans le *Bulletin des Séances*.

La séance est levée à 17 h 05.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen

Zitting van 19 december 2006

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer A. Ozer, Directeur, bijgestaan door de Heer E. Van Ranst, Vice-Directeur, en Mevr. D. Swinne, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: de HH. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, E. Coppejans, M. Deliens, P. Gigase, P. Goyens, H. Nicolaï, G. Stoops, J.-J. Symoens, C. Sys, D. Thys van den Audenaerde en P. Van der Veken, werkende leden; de HH. R. Dudal, M. Erpicum, P. Hennart en E. Roche, geassocieerde leden; Mevr. Y. Verhasselt, lid van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen; de Heer G. Demarée, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen: de HH. J. Belot, J. Bolyn, M. De Dapper, J.-P. Descy, S. Geerts, J.-M. Jadin, F. Malaisse, J.-P. Malingreau, H. Maraite, J.-C. Micha, S. Pattyn, J. Rammeloo, E. Robbrecht en L. Tack.

„Dégradation des terres et désertification en Afrique tropicale humide"

De Heer C. Mathieu stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. I. Beghin, A. Ozer, P. Goyens en R. Dudal nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt twee verslaggevers aan.

Complementaire voeding voor jonge kinderen in Afrika: stand van zaken

De Heer J. Van Camp stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

Mevr. Y. Verhasselt, de Heer I. Beghin, Mevr. D. Swinne en de Heer P. Goyens nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt twee verslaggevers aan.

„Nutrition intergénérationnelle et santé infantile dans les pays en développement"

De Heer D. Roberfroid heeft deze mededeling tijdens de zitting van 20 december 2005 voorgesteld.

Na de verslagen te hebben gehoord, overweegt de Klasse deze tekst in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

Classe des Sciences naturelles et médicales

Séance du 19 décembre 2006

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. A. Ozer, Directeur, assisté de M. E. Van Ranst, Vice-Directeur, et de Mme D. Swinne, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outré presents: MM. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, E. Coppejans, M. Deliens, P. Gigase, P. Goyens, H. Nicolaï, G. Stoops, J.-J. Symoens, C. Sys, D. Thys van den Audenaerde et P. Van der Veken, membres titulaires; MM. R. Dudal, M. Erpicum, P. Hennart et E. Roche, membres associés; Mme Y. Verhasselt, membre de la Classe des Sciences morales et politiques; M. G. Demarée, membre de la Classe des Sciences techniques.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance: MM. J. Belot, J. Bolyn, M. De Dapper, J.-P. Descy, S. Geerts, J.-M. Jadin, F. Malaisse, J.-P. Malingreau, H. Maraite, J.-C. Micha, S. Pattyn, J. Rammeloo, E. Robbrecht et L. Tack.

Dégradation des terres et désertification en Afrique tropicale humide

M. C. Mathieu présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. I. Beghin, A. Ozer, P. Goyens et R. Dudal prennent part à la discussion.

La Classe désigne deux rapporteurs.

«Complementaire voeding voor jonge kinderen in Afrika: stand van zaken»

M. J. Van Camp présente une communication intitulée comme ci-dessus.

Mme Y. Verhasselt, M. I. Beghin, Mme D. Swinne et M. P. Goyens prennent part à la discussion.

La Classe désigne deux rapporteurs.

Nutrition intergénérationnelle et santé infantile dans les pays en développement

M. D. Roberfroid a présenté cette communication lors de la séance du 20 décembre 2005.

Après avoir entendu les rapports, la Classe envisage de publier ce texte dans le *Bulletin des Séances*.

De aangepaste versie van de tekst zal opnieuw aan de verslaggevers voorgelegd worden.

De zitting wordt om 16 u. 40 geheven.
Zij wordt door een Besloten vergadering gevolgd.

La version remaniée du texte sera soumise à nouveau aux rapporteurs.

La séance est levée à 16 h 40.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Klasse voor Technische Wetenschappen

Zitting van 30 november 2006

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer J. Marchal, Directeur, bijgestaan door de Heer C. De Meyer, Vice-Directeur, en Mevr. D. Swinne, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: de HH. L. André, J.-M. Charlet, J. Charlier, E. Cuypers, J. De Cuyper, L. Dejonghe, R. Leenaerts, W. Loy en M. Van Den Herrewegen, werkende leden; de HH. T. Camelbeeck en P. Muchez, geassocieerde leden; de Heer C. Sturtewagen, lid van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen: de HH. J. Berlamont, J. Debevere, H. Deelstra, D. Demaiffe, G. Demarée, J.-J. Droesbeke, L. Maertens, J. Michot, A. Monjoie, J. Poesen, J. Roos, R. Sokal en F. Thirion.

Metalogenese van de cassiteriet- en niobotantaal- (coltan) mineralisaties in de Mesoproterozoïsche gesteenten in het Kibara orogeen (Centraal-Afrika): voorlopige resultaten

De Heer S. Dewaele stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. J.-M. Charlet, L. Dejonghe, W. Loy, P. Muchez, L. André en J. De Cuyper nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt twee verslaggevers aan.

Ereteken

Bij Koninklijk Besluit van 19 april 2006 werd de Heer L. André tot Commandeur in de Leopoldsorde benoemd.

Wetenschappelijke onderscheiding

Onze Confrater L. André werd tot lid van de wetenschappelijke raad van het departement „Planète et Univers" van het „Centre National de la Recherche Scientifique" (CNRS, Frankrijk) en lid van de afdeling „Atmosphère et Océan" van het „Comité national du CNRS" benoemd.

Classe des Sciences techniques

Séance du 30 novembre 2006

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. J. Marchal, Directeur, assisté de M. C. De Meyer, Vice-Directeur, et de Mme D. Swinne, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents: MM. L. André, J.-M. Charlet, J. Charlier, E. Cuypers, J. De Cuyper, L. Dejonghe, R. Leenaerts, W. Loy et M. Van Den Herrewegen, membres titulaires; MM. T. Camelbeeck et P. Muchez, membres associés; M. C. Sturtewagen, membre de la Classe des Sciences morales et politiques.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance: MM. J. Berlamont, J. Debevere, H. Deelstra, D. Demaiffe, G. Demarée, J.-J. Droesbeke, L. Maertens, J. Michot, A. Monjoie, J. Poesen, J. Roos, R. Sokal et F. Thirion.

«Metalogenese van de cassiteriet- en niobotantaal- (coltan) mineralisaties in de Mesoproterozoïsche gesteenten in het Kibara orogeen (Centraal-Afrika): voorlopige resultaten»

M. S. Dewaele présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. J.-M. Charlet, L. Dejonghe, W. Loy, P. Muchez, L. André et J. De Cuyper prennent part à la discussion.

La Classe désigne deux rapporteurs.

Distinction honorifique

Par Arrêté royal du 19 avril 2006, M. L. André a été nommé Commandeur de l'Ordre de Léopold.

Distinction scientifique

Notre Confrère L. André a été nommé membre du conseil scientifique du département «Planète et Univers» du «Centre National de la Recherche Scientifique» (CNRS, France) et membre de la section «Atmosphère et Océan» du Comité national du CNRS.

Bestuurscommissie

Het mandaat van de Heer W. Van Impe binnen de Bestuurscommissie vervalt op 31 december 2006 en is hernieuwbaar.

De Bestuurscommissie stelt voor de Heer Van Impe een nieuw mandaat toe te vertrouwen.

De Klasse is het met dit voorstel eens.

Het mandaat van de Heer J. J. Peters binnen de Bestuurscommissie vervalt op 31 december 2006 en is niet hernieuwbaar.

De Bestuurscommissie stelt voor de Heer J.-J. Droesbeke een mandaat toe te vertrouwen.

De Klasse is het met dit voorstel eens.

De zitting wordt om 15 u. 45 geheven.
Zij wordt door een Besloten Vergadering gevolgd.

Commission administrative

Le mandat de M. W. Van Impe au sein de la Commission administrative échoit le 31 décembre 2006 et est renouvelable.

La Commission administrative propose de confier un nouveau mandat à M. Van Impe.

La Classe approuve cette proposition.

Le mandat de M. J. J. Peters au sein de la Commission administrative échoit le 31 décembre 2006 et n'est pas renouvelable.

La Commission administrative propose de confier un mandat à M. J.-J. Droesbeke.

La Classe approuve cette proposition.

La séance est levée à 15 h 45.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Klasse voor Technische Wetenschappen

Zitting van 21 december 2006

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer C. De Meyer, Vice-Directeur, bijgestaan door Mevr. D. Swinne, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: de HH. L. André, J.-M. Charlet, J. Charlier, E. Cuypers, H. Deelstra, L. Dejonghe, D. Demaiffe, G. Demarée, J.-J. Droesbeke, R. Leenaerts, W. Loy en A. Monjoie, werkende leden; de HH. T. Camelbeeck en J. Hus, geassocieerde leden; Mevr. Y. Verhasselt, lid van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen: de HH. J. De Cuyper, A. Jaumotte, J. Marchal, J. Michot, P. Muchez, H. Paelinck, J. J. Peters, J. Poesen en F. Thirion.

„Le magmatisme alcalin et carbonatitique du craton est-européen"

De Heer D. Demaiffe stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. W. Loy, J.-M. Charlet, L. Dejonghe, L. André en J. Hus nemen aan de bespreking deel.

De Klasse beslist deze tekst in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

De zitting wordt om 15 u. 35 geheven.
Zij wordt door een Besloten Vergadering gevolgd.

Classe des Sciences techniques

Séance du 21 décembre 2006

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. C. De Meyer, Vice-Directeur, assisté de Mme D. Swinne, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents: MM. L. André, J.-M. Charlet, J. Charlier, E. Cuypers, H. Deelstra, L. Dejonghe, D. Demaiffe, G. Demarée, J.-J. Droesbeke, R. Leenaerts, W. Loy et A. Monjoie, membres titulaires; MM. T. Camelbeeck et J. Hus, membres associés; Mme Y. Verhasselt, membre de la Classe des Sciences morales et politiques.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance: MM. J. De Cuyper, A. Jaumotte, J. Marchal, J. Michot, P. Muchez, H. Paelinck, J. J. Peters, J. Poesen et F. Thirion.

Le magmatisme alcalin et carbonatitique du craton est-européen

M. D. Demaiffe présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. W. Loy, J.-M. Charlet, L. Dejonghe, L. André et J. Hus prennent part à la discussion.

La Classe décide de publier ce texte dans le *Bulletin des Séances*.

La séance est levée à 15 h 35.
Elle est suivie d'un Comité secret.

INHOUDSTAFEL — TABLE DES MATIERES

Wetenschappelijke mededelingen
Communications scientifiques

Notulen — Procès-verbaux

CONTENTS

Scientific Papers

Minutes

UNIVERSA B.V.B.A., Wetteren