



**MEDEDELINGEN DER ZITTINGEN
BULLETIN DES SEANCES**

46 (4)

**KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR OVERZEESSE WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

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

Sous la Haute Protection du Roi

BERICHT AAN DE AUTEURS

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

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

De manuscripten dienen gestuurd te worden naar het secretariaat, Defacqzstraat 1 bus 3, 1000 Brussel. Ze moeten conform zijn aan de aanwijzingen aan de auteurs voor het voorstellen van de manuscripten. Overdrukken hiervan kunnen op eenvoudige aanvraag bij het secretariaat bekomen worden.

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

Les manuscrits doivent être adressés au secrétariat, rue Defacqz 1 boîte 3, 1000 Bruxelles. Ils seront conformes aux instructions aux auteurs pour la présentation des manuscrits dont le tirage à part peut être obtenu au secrétariat sur simple demande.

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

© Royal Academy of Overseas Sciences. All rights reserved.

Abonnement 2000 (4 nummers — 4 numéros) : 2 650 BEF

Defacqzstraat 1 bus 3
B-1000 Brussel (België)

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



**MEDEDELINGEN DER ZITTINGEN
BULLETIN DES SEANCES**

46 (4)

**KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR OVERZEESSE WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

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

Sous la Haute Protection du Roi

WETENSCHAPPELIJKE MEDEDELINGEN

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

Plenaire zitting van 19 oktober 2000

Séance plénière du 19 octobre 2000

Openingsrede — Allocution d'ouverture

door / par

Charles PICQUE *

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

C'est avec grand plaisir que je me trouve parmi vous aujourd'hui à l'occasion de la séance académique d'ouverture de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer.

L'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, dernière académie qui relève d'une autorité fédérale et comptant près de trois cents membres, tient sa spécificité de son caractère multidisciplinaire. On y étudie, en effet, les Sciences morales et politiques, les Sciences naturelles et médicales et les Sciences techniques. De belangrijkste opdracht van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen is de kennis en het wetenschappelijk onderzoek van de overzeese gebieden te bevorderen. De Academie publiceert regelmatig de *Mededelingen der Zittingen*, verhandelingen, en de *Belgische Overzeese Biografie*. Ook worden de acta uitgegeven van colloquia en internationale conferenties, die regelmatig georganiseerd worden. Samenwerkingsakkoorden werden afgesloten met verschillende wetenschappelijke instellingen zoals bv. Unesco.

Traditionnellement, l'Académie invite à sa séance d'ouverture un membre de chacune des Classes qui la compose à présenter un exposé propre à sa discipline. Aujourd'hui, l'occasion nous sera donnée d'écouter une communication traitant de multilinguisme, spécialement en Asie, ainsi qu'une autre relative à la recherche médicale en Afrique. Mais avant cela, je cède la parole à Monsieur Jacques Charlier, Président de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, qui va vous entretenir de la fracture digitale.

En tant que Ministre fédéral de l'Economie, je suis particulièrement attentif à cette problématique. Une étude récente a identifié le profil de l'utilisateur type d'Internet, à savoir un utilisateur jeune, de sexe masculin, très qualifié. Ce constat illustre les défis que pose la Société de la Connaissance en termes d'égalité entre chaque citoyen. Nous devons veiller au développement d'une Société ouverte à tous et éviter une dualisation entre jeunes et moins jeunes, entre hom-

* Le Ministre de l'Economie et de la Recherche scientifique, chargé de la gestion des grandes villes, représenté par Mme Danielle Debouverie. / De Minister van Economie en Wetenschappelijk Onderzoek, belast met het Grootstedenbeleid, vertegenwoordigd door Mevr. Danielle Debouverie.

mes et femmes, entre qualifiés et non-qualifiés. D'autre part, des mesures doivent être prises afin de réduire et d'éviter le renforcement d'une «fracture numérique» et permettre aux personnes les moins favorisées de notre société d'accéder elles aussi aux technologies de l'information.

De par ses activités centrées sur l'Outre-Mer et donc sur les Relations internationales, l'Académie devrait avoir à cœur de faciliter les recherches qui vont dans le sens de minimiser la fracture Nord/Sud en favorisant toute étude qui se polarise sur le développement durable qui reste un des moyens d'intégrer l'économie des pays défavorisés dans les processus de mondialisation et de modernisation en cours.

Je vous remercie pour votre attention et vous souhaite une agréable après-midi.

Inleiding — Introduction

door / par

Jacques CHARLIER
Voorzitter / Président

Monseigneur *, Madame la Représentante du Ministre, Excellences, Madame la Secrétaire perpétuelle, chers Consœurs et Confrères, Mesdames, Messieurs,

J'ai l'honneur d'introduire cette séance inaugurale de notre Compagnie, qui sera la dernière tenue ce millénaire, moins de cent jours avant l'entrée dans un nouveau siècle dont on nous promet qu'il sera notamment digital. Aussi voudrais-je vous proposer aujourd'hui une réflexion sur une des facettes de la **révolution digitale** en cours, qui est tout à la fois technologique et sociale, soit sa dimension spatiale. Mon souci sera de visualiser la **fracture digitale**, pour reprendre une récente expression, qui est en train de se creuser entre le Nord et le Sud et qui pourrait s'avérer irréversible si rien n'est fait pour éviter qu'elle n'accentue encore les contrastes entre pays développés et en développement.

La figure 1 présente l'extraordinaire fossé qui sépare actuellement, de ceux toujours en gare, les quelques pays qui sont déjà montés dans le train digital, mesuré ici au travers du nombre d'ordinateurs reliés à l'internet par 1 000 habitants. En 1997, le taux le plus élevé était observé en Finlande, avec déjà 108 ordinateurs ainsi connectés par 1 000 habitants, et quelques pays développés présentaient aussi un degré de connection appréciable. Cependant, la majorité des pays se trouvaient encore dans la classe la plus basse d'équipement sur ce document, où le blanc correspond à des pays pour lesquels il n'y avait pas de données, mais dont l'indice serait le plus souvent voisin de zéro.

Om de vergelijking mogelijk te maken van deze kaart met de kaarten die volgen, werd dit cijfer hier teruggebracht tot dit van de graad van menselijke ontwikkeling voor dit land berekend door het Programma van de Verenigde Naties voor Ontwikkeling, zijnde 0,913. Zoals velen onder U weten, varieert deze synthetische indicator tussen 0 en 1 en is hij erop gericht om, beter dan het eenvoudige bruto nationaal product per inwoner, het reële niveau van menselijke ontwikkeling der landen uit te drukken, ook in gelijke mate rekening houdend met gezondheids- en opleidingsniveau van de bevolking, die zeker twee essentiële

* S.A.R. le Prince Laurent a rehaussé la séance de sa présence. / Z.K.H. Prins Laurent heeft ons met Zijn aanwezigheid vereerd.

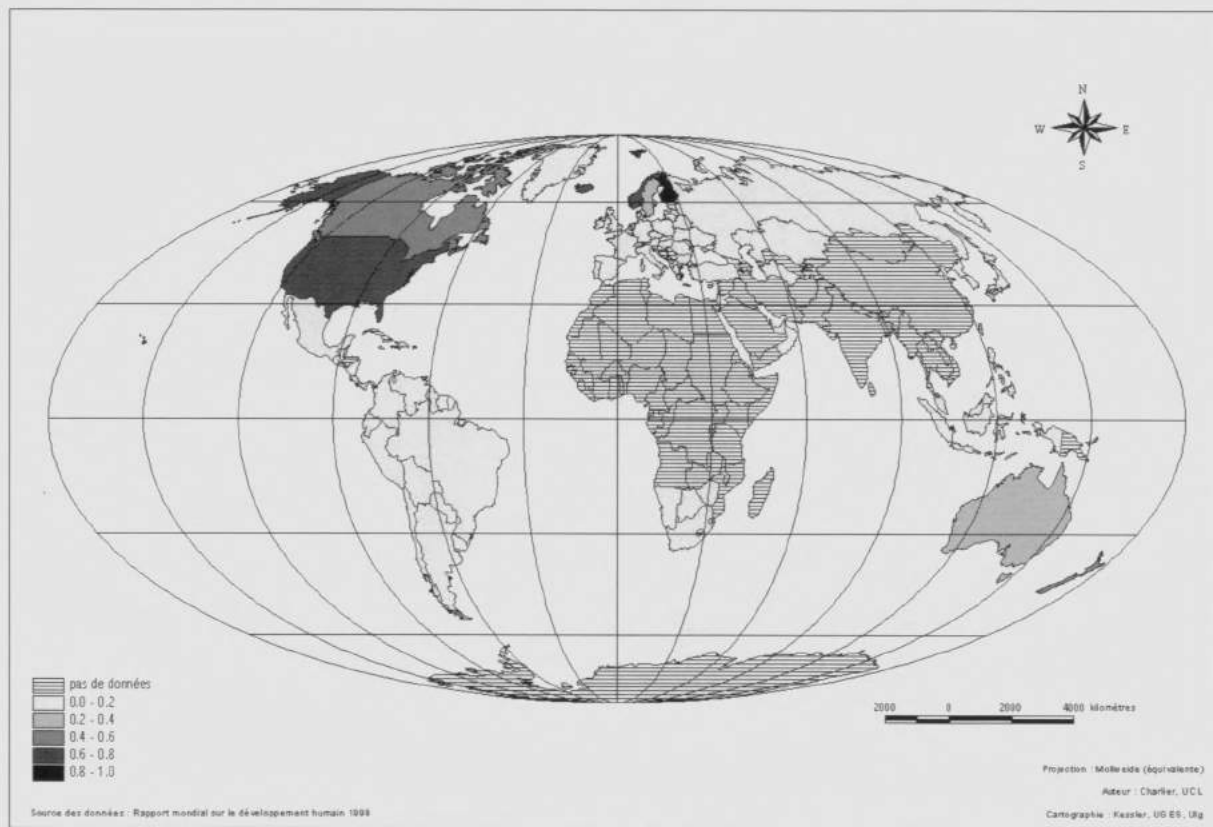


Fig. 1. — Indice d'accès à Internet (1997).

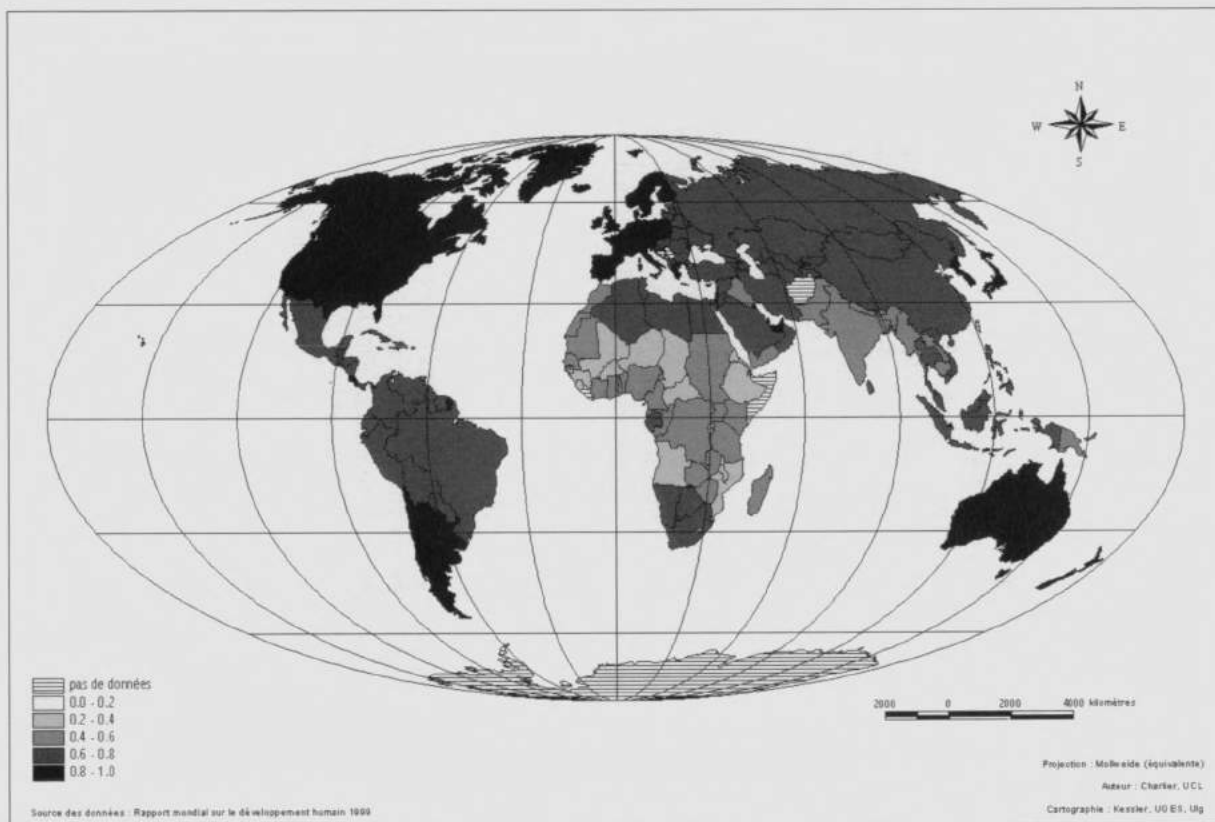


Fig. 2. — Indice de développement humain (IDH) (1997).

variabelen zijn (fig. 2). Dit zonder de dimensie duurzaamheid te vergeten, maar die, jammer genoeg, nog niet geïntegreerd kan worden in de indices die per definitie algemeen zijn.

Wat ik zou willen voorstellen, zonder misbruik te maken van de mij toegenomen tijd en zonder op de berekening in detail in te gaan, is dat het interessant zou zijn rekening te houden met een bijkomende variabele, die even essentieel is in wat men ook een globale maatschappij noemt, nl. de toegang tot de informatie en de mogelijkheid tot communiceren (niet gemeten op basis van telefoon-uitrusting, vast en mobiel, die tenslotte eerder verband houdt met het BNP).

Deze communicatiemogelijkheden worden hier gemeten door middel van een index die twee evenwaardige subvariabelen combineert : een subvariabele die ik als passief zou willen omschrijven, zijnde het aantal televisietoestellen per 1 000 inwoners, en een subvariabele die ik actief zou willen noemen, zijnde de eerder genoemde index van toegang tot het Internet (toegang die in de toekomst ook via de televisie zou moeten kunnen gebeuren). U zal vaststellen dat de cartografie nog opvallender Noord-Zuidcontrasten vertaalt dan deze reeds opgenomen in de graad van menselijke ontwikkeling.

J'en arrive à la fin de mon propos en vous présentant, à la figure 3, la carte qui peut être construite en ajoutant cet indice aux trois variables composant actuellement l'indice de développement humain du PNUD et en équipondérant ces quatre éléments, dont le quatrième est très peu corrélé aux autres, pour obtenir un indice que je qualifierai de développement humain élargi à la dimension de la communication.

La comparaison cartographique de l'indice classique à trois variables et de celui élargi à quatre variables construit comme proposé ci-dessus, me paraît des plus intéressantes. En effet, le principe de détermination des classes de 0,10 en 0,10 étant le même partout, elle met en évidence une exacerbation des contrastes globaux Nord-Sud, c'est-à-dire la fracture évoquée au début de mon propos (ainsi d'ailleurs, mais c'est un autre débat, qu'un Nord à deux vitesses dans lequel notre pays n'est pas dans le peloton de tête, limité pour l'instant à l'Amérique anglo-saxonne et à l'Europe du Nord).

Je m'en tiendrai ici, en guise de conclusion, à pointer en particulier, même si la méthodologie proposée n'est pas parfaite, la situation potentiellement plus dramatique encore de l'Afrique (en particulier intertropicale), demeurée pratiquement à l'écart de la nouvelle économie digitale et dont l'équipement informatique ne progresse qu'à une vitesse très inférieure à la moyenne mondiale. Même si l'Afrique du Sud fait exception, on assiste globalement, si vous me permettez une image finale d'inspiration géologique, à la dérive, vers un océan situé à l'écart des fameuses *autoroutes de l'information*, d'un continent africain très peu digital, qu'un jeu de *failles numériques* écarte peu à peu du reste du monde, selon un rejet dont il est impérieux d'inverser au plus tôt le sens.

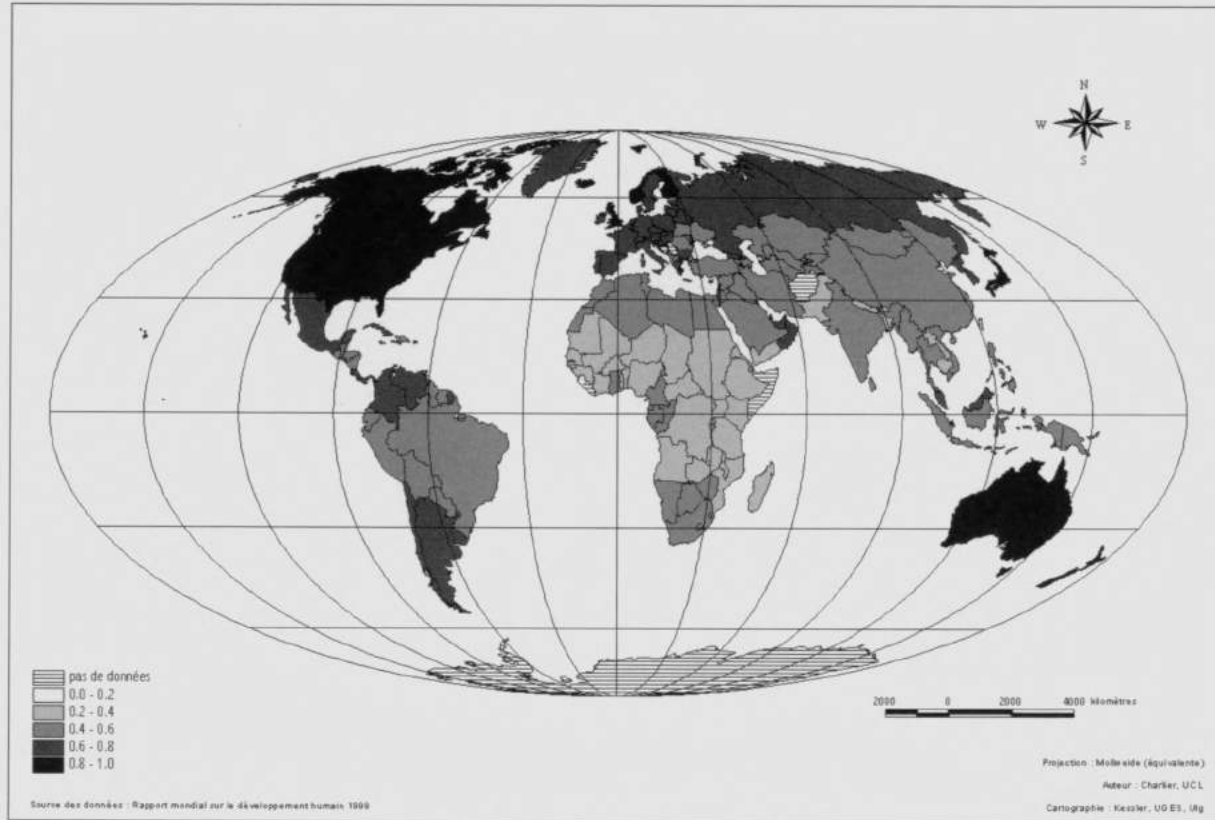


Fig. 3. — Indice élargi de développement humain (1997).

Taalverscheidenheid : inzet en strategieën *

door

Hugo BAETENS BEARDSMORE **

TREFWOORDEN. — Taalsociologie ; Taaldiversiteit ; Taalplanning ; Meertaligheid ; Onderwijsbeleid.

SAMENVATTING. — Statistieken over het aantal talen op wereldvlak schommelen rond de 6 000 waarvan slechts 1 % meer dan een half miljoen sprekers heeft, 10 % meer dan 100 000 sprekers en honderden talen geen minderjarige sprekers meer hebben. De inkringing van het aantal talen wordt globaal gezien beïnvloed door vier parameters : mondialisering, informatisering, rationalisering en migraties. Pogingen om taalvariëteit te ondersteunen tonen aan dat het ritme van de huidige culturele homogenisering de taaldiversiteit tot inkringing doet. Op wereldvlak is er een paradoxale situatie. Enerzijds leidt de globalisering tot een toename van meertalige competenties bij steeds meer mensen, anderzijds leidt het tot een inkringing van de verscheidenheid van talen die men wenst te gebruiken. De strategieën voor het oplossen van de paradoxale situatie betreffende taalverscheidenheid moeten onderverdeeld worden in interventies op macrologisch en op micrologisch niveau. Macro-interventies zijn diegene ondernomen door officiële instanties die een mandaat hebben om zich over taalzorg en taalgebruik te buigen. Het onderwijs en het mediabeleid zijn belangrijke macrologische tussenschakels in de manipulatie van taalverscheidenheid maar tonen contradictoire voorbeelden. De miskenning van de aard van de problematiek is af te leiden uit de eerder eentalige ideologie die de meeste politieke modellen aankleven. Voor minderheidstalen zijn de interventies op microniveau van veel groter belang voor hun overlevingskansen. Hier gaat het om gedragspatronen van individuele taalgebruikers. Een onderscheid wordt gemaakt tussen *laisser faire* en *vouloir faire*, waar het eerste naar de trend om communicatie terug te schreeven tot een minimumaantal talen verwijst, en het tweede naar een bewustwording van de nood om de taaldiversiteit te vrijwaren. Vaak zijn het de kleinere landen die als voorbeeld gelden voor de aanmoediging van taaldiversiteit.

MOTS-CLES. — Sociologie du langage ; Diversité linguistique ; Aménagement linguistique ; Plurilinguisme ; Education.

RESUME. — *La diversité linguistique : enjeux et stratégies.* — Les statistiques sur le nombre de langues parlées dans le monde tournent autour des 6 000, mais seulement 1 %

* Lezing gehouden tijdens de plenaire zitting van 19 oktober 2000. Tekst ontvangen op 21 november 2000.

** Vice-Directeur van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen ; gewoon hoogleraar Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B-1050 Brussel (België).

d'entre elles ont plus d'un demi-million de locuteurs, 10 % plus de 100 000 et des centaines de langues n'ont plus de jeunes locuteurs. La réduction du nombre de langues est déterminée par quatre paramètres globaux : la mondialisation, l'informatisation, la rationalisation et la migration. L'aménagement linguistique au niveau mondial ne peut pas être basé sur l'unique rationalité. Les tentatives de défense de la diversité linguistique ont démontré que l'homogénéisation culturelle condamne cette diversité. Au niveau global on constate cette situation paradoxale : d'une part, de plus en plus de gens augmentent leurs compétences plurilingues à la suite de la mondialisation mais d'autre part ce phénomène s'accompagne d'une diminution du nombre de langues que les gens désirent utiliser. Les stratégies susceptibles de faire face au paradoxe multilingue sont d'ordre macrologique ou micrologique. Les interventions macrologiques sont celles des instances officielles dont le mandat est de s'occuper de questions linguistiques. L'enseignement et les médias représentent des charnières importantes dans la manipulation de la diversité linguistique mais représentent souvent des illustrations contradictoires. La méconnaissance de la nature du problème est le résultat de l'idéologie plutôt unilingue manifestée par la plupart des modèles politiques. Pour les langues minoritaires ce seront les interventions d'ordre micrologique qui favoriseront le plus leurs chances de survie. Il s'agit ici de comportements des locuteurs individuels. La distinction entre «laisser faire» et «vouloir faire» importe ici, la première attitude se référant à la tendance à réduire la communication à un nombre restreint de langues, la seconde s'adressant à la conscientisation de la nécessité de soutenir la diversité écolinguistique. Ce sont souvent les petits pays qui représentent les modèles les plus propres à favoriser la diversité linguistique.

KEYWORDS. — Sociology of Language ; Linguistic Diversity ; Language Planning ; Multilingualism ; Education.

SUMMARY. — *Language Diversity: Issues and Strategies.* — Global statistics give approximately 6,000 languages in the world with only 1 % counting more than half a million speakers, 10 % more than 100,000 speakers and hundreds where there are no younger generation speakers at all. Four major parameters account for the reduction in the number of languages, namely : globalization, computerization, rationalization and immigration. Language planning cannot be based solely on rational arguments. This leads to a paradoxical situation where on the one hand, ever more speakers are becoming multilingual, but on the other this is leading to a reduction in the number of languages used. A distinction is made between macro- and micro-level interventions in addressing the paradoxical situation of language diversity. Macro-level interventions are those made by official instances holding some language mandate. Education and media policy are often key instances in the manipulation of linguistic diversity, yet they often manifest contradictory stances. Misinterpretation of the nature of the issues involved is partly due to the unilingual ideology that has dominated most political models. For minority language communities micrological interventions are often far more significant for their survival. These refer to behaviour patterns and decisions taken by individual speakers. A distinction should be made between *laisser faire* and *vouloir faire*, where the former refers to the trend to reduce communication to the use of a minimum number of languages and the latter to an awareness of the need to maintain language diversity. The smaller nation states are often the most successful examples of the encouragement of language diversity.

Verscheidene taalspecialisten hebben zich gebogen over het aantal talen dat in de wereld bestaat. De meeste statistieken schommelen rond de 6 000, zoals uit tabel 1 blijkt.

Tabel 1
Schattingen van het aantal talen ter wereld

Auteur	Aantal talen
Srivastava (1990)	4 000
Mackey (1991)	6 170
Bright (1992)	6 604 (waarvan 300 dode)
Moseley & Asher (1994)	5 900
Grimes (1996)	6 703
Calvet (1999)	5 000

India vertegenwoordigt een extreem geval van complexiteit, daar het land pluriëtnisch, pluricultureel, meertalig en op religieus vlak uiterst verscheiden is, met ongeveer 1 652 zogenaemde „moedertalen” en 15 officieel erkende talen, waarvan het Engels slechts door $\pm 3\%$ van de bevolking gekend is (SRIVASTAVA 1991). In vergelijking met India lijkt de Europese Unie een tamelijk eenvoudig taalbeeld voor te stellen, met slechts 11 officiële werktalen en ± 40 minderheidstalen zoals het Fries, het Galego of het Sardeens (*Bureau européen pour les langues moins répandues*). Deze gegevens bevestigen maar wat BAGGIONI (1997, p. 38) geconstateerd heeft : „Sous les pavés des Etats-nations, la plage des parlers et des langues.”

Wanneer men de wereldstatistieken van dichterbij bekijkt, dan constateert men dat slechts 1 % van alle talen meer dan een half miljoen sprekers heeft, 10 % meer dan 100 000 sprekers en dat honderden talen geen minderjarige sprekers meer hebben, wat het gevaar van een nakende uitsterving inhoudt. Daarenboven verdelen 57 % van de naties der wereld slechts drie van alle talen als officiële talen, met het Engels als officiële taal in 28 % der landen, het Frans in 19 % en het Spaans in 10 % (BAKER & PRYS-JONES 1998, p. 346). Wat de eerste betreft, tonen sommige cijfers aan dat op wereldvlak er minder moedertaalsprekers zijn van het Engels dan mensen die een andere taal als eerste gesproken taal hebben, wat grote implicaties heeft voor de normen van het standaard Engels, het onderwijs van de taal, de sociolinguïstiek van het taalgebruik en de sociologische implicaties van haar uitbreiding (GRADDOL 1999).

Schattingen geven aan dat ongeveer een twintigtal levende talen per jaar helemaal verdwijnen. Er zijn ongeveer 120 Australische inheemse talen die minder dan 10 sprekers hebben ; in Mexico staan 12 talen op het punt om uit te sterven (KAPLAN & BALDAUF 1997, pp. 313-316) om maar een paar voorbeelden aan te halen. Evenals bij de inkrimping van de biodiversiteit is het haast onmogelijk om een uitgestorven taal opnieuw tot leven te wekken. Maar er zijn minder drukingsgroepen die de taaldiversiteit verdedigen met evenveel mediabelangstelling

als diegenen die de panda steunen, of de aandacht richten op de vernietiging van het Amazoneregenwoud. Maar wie heeft belang bij een neushoorn of een orang-oetan zoals FISHMAN (1989) het stelt ? Wij hebben er allemaal belang bij, want zij verrijken ons leven. Hetzelfde geldt voor de taalverscheidenheid.

De voormalige UNO Secretaris-generaal en tevens Secretaris-generaal van *l'Organisation Internationale de la Francophonie*, Boutros Boutros-Ghali, voert campagne voor de meertaligheid (*Le Figaro*, 5 juni 2000 ; *Neue Zürcher Zeitung*, 9 november 1998) precies om een dam op te werpen tegen de homogenisering van taalgebruik.

Welke zijn de elementen die bepalend zijn voor deze inkrimping ? Net als op het maatschappelijke, het culturele of het economische vlak het geval is, kunnen zij onder vier grote categorieën gerangschikt worden : mondialisering, informatisering, rationalisering en migraties. Deze vier parameters bepalen samen wat DE SWAAN (1999, p. 7) bestempeld heeft als : „La lente ruée vers l'anglais qui se manifeste un peu partout dans le monde”.

Het is duidelijk dat de galoperende mondialisering die wij meemaken bijdraagt tot de aanvaarding van aangepaste communicatiemiddelen, weze het via het transport, de media, de versturing van elektronische gegevens of via mondelinge en/of geschreven talige contacten. En aangezien de mondialisering een van de sterkste pijlers in de razendsnelle uitbreiding van de informatica vindt, is het nauwelijks verwonderlijk dat deze technologische ontwikkeling een exponentiële groei van de taal die haar vergezelt, het Engels, meesleept. Wanneer men hieraan rationaliseringsargumenten toevoegt betreffende economische doeltreffendheid en de kosten van vertalingen, dan ziet men waar de pressie voor de taalgebruiksreductie haar steun vindt. En hoewel het migratieverschijnsel op het eerste gezicht een tegengewicht zou kunnen betekenen tegen de taalhomogenisering, gezien de verscheidenheid van oorsprong van de migrantenstromen overal ter wereld, toch merkt men hoe vaak de oorspronkelijke migrantentalen in de meeste landen snel achteruitgaan door een assimilatie van de taal van de nieuwe gemeenschap, waar meestal eentaligheid overheerst.

Onderzoek verricht door het „Centrum Babylon” van de Katholieke Universiteit Tilburg heeft aangetoond dat in Den Haag alleen 49 % van de kinderen in het lager onderwijs thuis 110 verschillende talen spreken ; in het secundair onderwijs spreekt 45 % van de leerlingen onderling 75 thuistalen, en dit in een stad waar het onderwijs ontwikkeld is volgens een eentalig model oorspronkelijk bestemd voor kinderen uit 100 % Nederlandstalige gezinnen.

Zakenlui, congressisten en mensen die veel reizen, zoals de leden van deze Academie, zijn vaak geneigd om te denken dat een taal op zichzelf neutraal is, als men maar communiceren kan, en dat een vermindering van het aantal talen geen zwaar verlies voor de mensheid betekent.

Op de algemene vergadering van de *European Science Foundation* 1999 waar men het beleid voor toekomstig onderzoek op Europees niveau uitstippelt, werd de vraag gesteld hoe het Europees wetenschappelijk onderzoek de mondialise-

ring moet aanpakken. Professor Guy Ourisson, Voorzitter van de Franse *Académie des Sciences*, heeft daar een pleidooi gehouden voor grotere taalkundige verscheidenheid onder wetenschappers door de bedenking te uiten : „Is the universal use of elementary English in science really the only solution ? I don't think so. We should make greater efforts to learn passive use of languages of the same family. I am also convinced that teaching should be done in three languages at university level and in research” (*ESF Communications*, 2000, 41, p. 8).

Daarenboven is een taal, zelfs op wetenschappelijke bijeenkomsten, nooit zomaar een neutraal medium. Eender welke taal heeft een culturele, maar ook een politieke, een economische en een psychologische waarde (OZOLINS 1996, p. 195) : „... il y a une relation entre la langue, le pouvoir et la pression qu'un individu ressent de se comporter de telle ou telle manière, le fait d'être en position avantageuse ou désavantageuse, et les droits humains linguistiques.” (BOUCHARD 1999, p. 6 note 3).

Taalkundigen beweren dat alle talen gelijk zijn maar sociologen beweren het tegenovergestelde, namelijk dat talen helemaal niet gelijk zijn (FISHMAN 1989) en dat het onverstandig zou zijn om geen rekening te houden met meningen zoals die van invloedrijke zakenlui en anderen. Elk objectief wetenschappelijk debat over de taalverscheidenheid is het aan zichzelf verplicht om rekening te houden met subjectieve, zelfs emotionele attitudes en opinies ten overstaan van taal. Wanneer het over taalplanning en taalbescherming op wereldvlak gaat, geldt de mening van FISHMAN (1989, p. 382) dat de zuivere rationaliteit op dit gebied niets meer zou betekenen dan een louter intellectueel spelletje, een spelletje trouwens, dat gespeeld wordt door intellectuelen die totaal naïef zijn op politiek of economisch vlak. Wanneer men de verschillende pogingen om taalvariëteit te ondersteunen onder de loep neemt, bijvoorbeeld door de acties van de Europese Commissie voor de minderheidstalen, de Verklaring van Oegstgeest (2000) ter bevordering van de niet-Europese talen, de Zuid-Afrikaanse grondwet over de erkenning van elf officiële talen, het aantal landen waar naast de „nationale” talen een aantal „officiële” talen het onderscheid tussen sentiment en werkelijkheid dekken (Afrika, Zuidoost-Azië), dan beseft men hoe het ritme van de huidige culturele homogenisering onze taaldiversiteit tot inkrimping doemt.

Op wereldvlak bevinden wij ons in een paradoxale situatie. Enerzijds leidt de globalisering tot een toename van meertalige competenties bij steeds meer mensen ; anderzijds leidt het tot een inkrimping van de verscheidenheid van talen die men wenst te verwerven of te gebruiken. Samen dragen de mondialisering, de informatisering, de rationalisering en de migraties bij tot het risico dat steeds meer talen „kleinere” talen worden, niet noodzakelijkerwijs door de relatieve inkrimping van hun aantal sprekers maar eerder door een beperking van de functies die zij vervullen en het aantal mensen die bereid zijn om ze te gebruiken of te leren. „Als een taal niet meer gebruikt wordt voor wetenschappelijk onderzoek, voor wetenschappelijk onderwijs, voor zakelijke communicatie of voor

bestuurlijke communicatie, dan verliest hij op den duur ook de mogelijkheid om voor die functies te dienen” (VAN DEN BERGH 1997, p. 66).

Op welke strategieën kan men een beroep doen bij het oplossen van de paradoxale situatie betreffende meertaligheid en taalverscheidenheid? Hier dient een onderscheid gemaakt te worden tussen interventies op macrologisch niveau en die op micrologisch niveau (TOLLEFSEN 1991, AGER 1999).

Macro-interventies zijn diegene ondernomen door officiële instanties zoals regeringen, ministeries, organismen die een mandaat hebben om zich over taalzorg en taalgebruik te buigen zoals verschillende academies, bij voorbeeld het *Instituto de Cultura e Lingua Portuguesa* bestaande uit vertegenwoordigers van Brasilia, Portugal, Cape Verde, Guineau-Bissau, São Tomé en Príncipe, Angola en Mozambique, of *Dewan Bahasa dan Pustaka* met vertegenwoordigers uit Indonesië en Maleisië, of nog de *Fryske Akademy* als voorbeeld van een academie voor een kleinere taal.

Het onderwijs en het mediabeleid worden vaak aangehaald als belangrijke macrologische tussenschakels in de manipulatie van taalverscheidenheid. Op dit beleidsterrein kan men contradictoire voorbeelden vinden. Enerzijds zijn er bewijzen van succesvolle pogingen om kleinere talen (en statistisch betekent dat de overgrote meerderheid van 90 % van alle talen ter wereld) via het onderwijs min of meer te redden. Voor Europa is er het Baskisch (Exteberria Balerdi 1999), voor andere werelddelen het Hawaiaans in de Stille Oceaan (NETTLE & ROMAINE 2000), het Nahuatl in Mexico (KAPLAN & BALDAUF 1997) of het Maori in Nieuw-Zeeland (KAPLAN & BALDAUF 1997).

Andere studies melden de totale uitroeiing van kleinere talen precies door onderwijsstructuren die nationale of prestigieuze talen bevoorrechten. In Nepal, bijvoorbeeld, waar slechts 53,21 % van de bevolking van ± 20 000 000 inwoners het Nepalees als eerste taal heeft, is het haast onmogelijk gebleken de elf andere belangrijkste talen (zie tab. 2) via het onderwijs te steunen, ondanks grondwettelijke voorzieningen die het recht op lager onderwijs in de eerste taal voorschrijven (EAGLE 2000).

Tabel 2

De belangrijkste talen in Nepal

Talen in Nepal	Sprekers
Nepalees	53,21 %
Maithili	11,83 %
Bhojpuri	6,60 %
Tharu	4,85 %
Tamang	4,66 %
Newari	2,24 %
Magar	2,24 %
Rai-Kirati	1,94 %
Abadhi	1,72 %
Limbu	1,30 %
Gurung	1,14 %
Urdu	1,03 %

(EAGLE 2000, p. 29; bron bij YADAV 1992).

Het aantal Nepalezen die hun kinderen naar Engelstalige privéscholen sturen neemt toe, en niet alleen de kapitaalkrachtige elite (EAGLE 2000, pp. 38-40), wat de eerder aangehaalde paradox betreffende de groei van meertalige competentie gekoppeld aan een vermindering van taalvariëteit alleen maar bevestigt. Dit Nepalees voorbeeld geldt voor vele landen ter wereld. De mondialisering geeft een impuls aan het verwerven van het Engels als tweede taal. De rationalisering op plaatselijk of nationaal niveau werkt de vooruitgang van een beperkt aantal talen (vaak slechts één) in de hand en interne of externe migratie (door verstedelijking in het Nepalees geval) gaan dezelfde richting op, weze het alleen maar wegens de onmogelijkheid aan uiterst gemengde bevolkingsgroepen de nodige onderwijskundige onderbouw te verschaffen om aan taaldiversiteit tegemoet te komen. En dit houdt dan nog geen rekening met de kosten verbonden aan de uitbouw van een meertalige onderwijsinfrastructuur.

Wanneer men de informatisering van onze beschaving hieraan toevoegt, dan lijkt het nog moeilijker om de achteruitgang van steeds meer talen tegen te gaan. De Baskische regering heeft enorme bedragen geïnvesteerd in de ontwikkeling van software in het Baskisch (www.euskadi.net/euskara) en IJsland voelt zich verplicht om met Microsoft te vechten om de firma te overtuigen iets voor het IJslands te ontwerpen (*Contact Bulletin* 2000, No. 16, 3, 2). Maar hier gaat het om rijke westerse landen waar de nodige middelen de talen kunnen ondersteunen. Voor de meest bedreigde talen zijn dergelijke middelen niet voorhanden en ontbreekt er ook een ecolinguïstisch taalpolitiek bewustzijn. Momenteel zijn er slechts 32 talen waarvoor Windows 98 en Office computersoftware beschikbaar zijn, op de \pm 6 000 talen die bestaan (*Euskararen Berripapera* 2000, vol. 8, 1, 3).

Eén van de belangrijkste redenen voor de miskennis van de aard van de problematiek is af te leiden uit de eerder eentalige ideologie die de meeste naties, de meeste politieke modellen, de meeste elites sinds het einde van de achttiende eeuw aankleven (VERONIQUE 1998, p. 180). De toevoeging van een tweede internationale taal aan een onderwijssysteem is nauwelijks een afwijking van deze reductionistische ideologie die een band legt tussen natievorming, nationale eenheid en eentaligheid.

Aangezien de taalsociologie een tamelijk jonge discipline is die pas rond ongeveer 1970 ontstond, waardoor de theorievorming nog in opbouw is, is het misschien nu al te laat om de nodige reacties te ontketenen ter ondersteuning van de bedreigde talen. KAPLAN & BALDAUF (1997, p. 311) geven een overzicht van parameters die bepalend zijn voor taalplanning op macrologisch niveau, en ikzelf heb enkele belangrijke parameters doorgenomen voor meertalig onderwijsbeleid in Zuidoost-Azië (BAETENS BEARDSMORE 1999) en Europa (BAETENS BEARDSMORE 1997).

Voor vele minderheidstalen zijn de interventies op micro-niveau van veel groter belang voor hun overlevingskansen (GRENOBLE & WHALEY 1998). Hier gaat het om beslissingen en gedragspatronen door individuele taalgebruikers onder-

nomen, bij voorbeeld, ouders in gesprekken met hun kinderen, leerkrachten in hun klas, voordrachthouders bij lezingen, enz. „Ce comportement individuel investit chaque individu de la capacité de peser sur les décisions d'ordre linguistique et de rendre opératoires les décisions d'ordre macrologique” (AGER 1999, p. 2).

Taalattitudes zijn in dit verband uiterst belangrijk. En in feite zijn het de attitudes van de sprekers van de talen zelf die belangrijker zijn voor hun overlevingskansen dan die van buitenstaanders, zoals gebleken is in een studie over Shaba Swahili in Congo en herhaaldelijk bevestigd door alle andere onderzoeken over bedreigde talen (GRENOBLE & LENORE 1998). De volgende uitspraak van Labrie over Europa is ook geldig voor andere werelddelen: „Mais, plus que de projets et de décisions politiques, c'est de la détermination des opinions publiques en faveur d'une Europe multilingue que dépend l'avenir écolinguistique de l'Europe.” (LABRIE 1993, p. 363.)

De positieve manier waarop men reageert op wat vanzelfsprekend lijkt, is de enige manier om de taalverscheidenheid een overlevingskans te geven. Een eerste stap bestaat erin andere talen een plaats te geven in zoveel mogelijk openbare sferen, en ze niet te vervangen door één taal (vaak het Engels) alsof dat een neutrale oplossing is. COSTE (1998, p. 265) maakt een onderscheid tussen *laisser faire* et *vouloir faire*, waar het eerste naar de trend om communicatie terug te schroeven tot een minimumaantal talen verwijst, en het tweede naar een bewustwording van de nood om de taaldiversiteit te vrijwaren, te beschermen en te bevorderen. Volgens Coste kan dit door elke spreker van eender welke taal in staat te stellen een „meertalige portefeuille” op te bouwen, bestaande uit de capaciteiten om verscheidene kennisniveaus van meerdere talen als basis te gebruiken voor mogelijke verdere ontwikkeling naargelang de behoeften. Dit moet gepaard gaan met een algemene openheid en aanvaarding van niet-perfekte competenties in de tweede, derde en andere talen (zoals nu reeds het geval is met het internationaal Engels), waar men zich losrukt van een tweetalige visie gebaseerd op eentalige normen (de zogenoemde „perfecte tweetalige”) in ruil voor een meertalige en pluriculturele visie, en waar men bereid is het recht op fouten maken te erkennen als tussenstadium in de verwerving van mogelijke, hogere competenties. Door af te stappen van de „alles of niets” mentaliteit betreffende taalgebruik, taalgedrag en taalattitudes zouden wij allen op microniveau een bijdrage kunnen leveren tot de taaldiversiteit op wereldvlak. Dit is precies de toestand in de landen waar meertaligheid voorkomt en gesteund wordt door macro-niveau interventies via het onderwijs.

Vaak zijn het de kleinere (en ook rijkere) landen die als voorbeeld gelden en niet de grotere taalgemeenschappen die eerder geneigd zijn hun meestal eentalige ideologie als voorbeeld voor te schotelen, samen met de „grotere” talen die als product op de markt gebracht worden via instanties zoals de *British Council* en l'*Alliance Française*. Singapore voert een minimalistisch beleid om de taalverscheidenheid te vrijwaren door, naast het Engels als voertaal in het onderwijs,

een zogenoemde officiële „moedertaal” op te leggen naargelang de etnische afkomst van het kind (BAETENS BEARDSMORE 1994). Hong Kong is een drietalig-onderwijspolitiek aan het uitstippelen met het Cantonees, het Putonghua en het Engels als voertalen (Hong Kong Special Administrative Region Government 1998) en Brunei is haar tweetaligonderwijssysteem aan het uitbreiden van een Maleisisch-Engels model naar een drietalig stelsel met toevoeging van het Arabisch als voertaal (BAETENS BEARDSMORE 1999). De taalpolitiek van het Groothertogdom Luxemburg is een prachtig Europees voorbeeld van de mogelijkheden voor vele werelddelen geconfronteerd met taaldiversiteit en ontwikkeling. Hier gebruikt het onderwijs het Letzeburgisch, het Duits en het Frans als voertaal van verscheidene disciplines voor alle leerlingen. Taalverwerving wordt ondersteund door computerprogramma's die kunnen gelden voor eender welke taal die men wenst te gebruiken.

De voorbeelden van deze kleinere, weliswaar rijkere landen, tonen aan dat de mondialisering niet noodzakelijkerwijs gepaard moet gaan met de promotie van slechts één taal die men beschouwt als de kortste weg naar contactvermeerdering, dat de rationalisering geen terugschroeving van het aantal talen in een schoolprogramma hoeft mee te brengen, dat de informatisering kan meewerken aan de uitbreiding van taalverwerving, en dat immigratie niet altijd gekoppeld moet zijn aan een beperking op de toegang tot meertaligheid, aangezien alle aangehaalde voorbeeldlanden ongeveer 30 % migranten hebben, die ook onderworpen zijn aan dezelfde meertalige onderwijscriteria.

BIBLIOGRAFIE

- AGER, D. 1999. Identity, Insecurity and Image : France and Language. — Multilingual Matters, Clevedon.
- BAETENS BEARDSMORE, H. 1994. Language Shift and Cultural Implications in Singapore. — In : GOPINATHAN, S., HO WAH KAM, PAKIR, A. & SARAVANAN, V. (eds), Language, Education and Society in Singapore - Issues and Trends, Times Academic Press, Singapore, pp. 47-64.
- BAETENS BEARDSMORE, H. 1997. Manipulating the Variables in Multilingual Education. — In : Report on the Conference on European Networks in Bilingual Education, Europees Platform voor het Nederlandse Onderwijs, Alkmaar, pp. 8-18 / Manipuler les variables dans l'éducation bilingue. — In : Rapport de la Conférence sur les réseaux européens pour l'éducation bilingue, Europees Platform voor het Nederlandse Onderwijs, Alkmaar, pp. 8-18.
- BAETENS BEARDSMORE, H. 1999. Language Policy and Bilingual Education in Brunei Darussalam. — *Meded. Zitt. K. Acad. overzeese Wet.*, 45 (4) : 507-523.
- BAGGIONI, D. 1997. Langues et nations en Europe. — Payot, Paris.
- BAKER, C. & PRYS-JONES, S. 1998. Encyclopedia of Bilingualism and Bilingual Education. — Multilingual Matters, Clevedon.
- BOUCHARD, P. 1999. Introduction, in Terminogramme, No. 89-90. Langues en contact : enjeux locaux et planétaires. — Office de la langue française, Québec, pp. 5-8.

- BRIGHT, W. (ed.) 1992. *The International Encyclopedia of Linguistics*. — Oxford University Press, Oxford.
- CALVET, L.-J. 1999. *Pour une écologie des langues du monde*. — Plon, Paris.
- Contact Bulletin 2000. Bureau européen des langues moins répandues.
- COSTE, D. 1998. Quelques remarques sur la diversification des langues en contexte scolaire. — *In* : *De la didactique des langues à la didactique du plurilinguisme, Hommage à Louise Dabène*, Université Stendhal-Grenoble III, CDL-LIDILEM, pp. 259-269.
- DE SWAAN, A. 1999. L'anglais et les autres langues de communication en sciences sociales. — *Terminogramme*, n° 89-90. Langues en contact : enjeux locaux et planétaires, Office de la langue française, Québec, pp. 21-24.
- EAGLE, S. 2000. The Language Situation in Nepal. — *In* : BALDAUF, R. & KAPLAN, R. (eds.), *Language Planning in Nepal, Taiwan and Sweden*, Multilingual Matters, Clevedon, pp. 4-59.
- ESF 2000. *Communications : The Journal of the European Science Foundation*, 41.
- Euskararen Berripapera 2000. Deputy Ministry for Language Policy, Gobierno Vasco, Vol. 8, No. 1.
- EXTEBERRIA BALERDI, F. 1999. Bilingüismo y Educación en el País del Euskera. — Universidad del País Vasco, Donostia.
- FISHMAN, J. 1989. Language and Ethnicity in Minority Sociolinguistic Perspective. — *Multilingual Matters*, Clevedon/Philadelphia.
- GRADDOL, D. 1999. The Decline of the Native Speaker. — *In* : GRADDOL, D. & MEINHOF, U. (eds), *English in a Changing World, AILA Review*, 13 : 57-68.
- GRENOBLE, L. & WHALEY, L. (eds.) 1998. *Endangered Languages : Current Issues and Future Prospects*. — Cambridge University Press, Cambridge.
- GRIMES, B. 1996. *Ethnologue : Languages of the World*. — The Summer Institute of Linguistics, Texas.
- KAPLAN, R. & BALDAUF, R. 1997. *Language Planning : From Practice to Theory*. — *Multilingual Matters*, Cleveland.
- LABRIE, N. 1993. *La construction linguistique de la Communauté européenne*. — Champion, Paris.
- MACKEY, W. 1991. Language Diversity, Language Policy and the Sovereign State. — *History of European Ideas*, 13 : 51-61.
- MOSELEY, C. & ASHER, R. 1994. *Atlas of the World's Languages*. — Routledge, London & New York.
- NETTLE, D. & ROMAINE, S. 2000. *Vanishing Voices : the Extinction of the World's Languages*. — Oxford University Press, Oxford.
- OZOLINS, J. 1996. Language Policy and Political Reality. — *The International Journal of the Sociology of Language*, 118 : 181-200.
- SRIVASTAVA, A. 1990. Multilingualism and School Education in India : Special Features, Problems and Prospects. — *In* : PATTANAYAK, D. (ed.), *Multilingualism in India*, *Multilingual Matters*, Clevedon, pp. 37-53.
- TOLLEFSON, J. 1991. *Planning Language, Planning Inequality*. — Longman, London.
- VAN DEN BERGH, G. 1997. Grenzen van veeltaligheid ? — *In* : *Grenzen van veeltaligheid : Taalgebruik en bestuurlijke doeltreffendheid in de instellingen van de Europese Unie*, Sdu Uitgevers, Den Haag, pp. 61-71.

VERONIQUE, D. 1998. Etudier la dynamique des bilinguismes issus des migrations. — *In* : De la didactique des langues à la didactique du plurilinguisme, Hommage à Louise Dabène, Université Stendhal-Grenoble III, CDL-LIDILEM, pp. 178-186.

La recherche médicale en Afrique *

par

Marc WERY **

MOTS-CLES. — Santé pour tous ; Recherche médicale ; Afrique sub-saharienne ; Contrôle des endémies.

RESUME. — Dans les vingt dernières années, la recherche médicale en Afrique, avec l'implication de chercheurs nationaux, a connu une accélération. Deux exemples peuvent le mettre en évidence. Tout d'abord dans le domaine très général du programme «Santé pour Tous», la recherche sur les systèmes de santé a concrétisé et généralisé la notion de zone et de district de santé. Cette recherche n'a pu aboutir qu'avec la complicité d'acteurs africains connaissant le milieu humain traditionnel. Ces entités forment le canevas sur lequel s'appuient actuellement les activités du domaine sanitaire dans la plupart des pays africains. Dans le domaine du contrôle des endémies, l'OCP (*Onchocerciasis Control Project*), étalé sur vingt-cinq années, a nettoyé les pays d'Afrique de l'Ouest de la cécité des rivières, sur des milliers de km de cours d'eau. En même temps, une génération de techniciens et de cadres africains ont été formés à la connaissance de la filaire, de son vecteur, de la maladie et de son épidémiologie. Les bailleurs de fonds sont de plus en plus motivés par ces projets à long terme qui ont des chances d'aboutir à un changement des comportements du personnel médical et scientifique africain. On peut en donner d'autres exemples comme la mise en réseaux via *internet* d'équipes de chercheurs sur le paludisme.

TREFWOORDEN. — Gezondheid voor allen ; Medisch onderzoek ; Afrika ten zuiden van de Sahara ; Endemiecontrole.

SAMENVATTING. — *Het medisch onderzoek in Afrika.* — De laatste twintig jaar is het medisch onderzoek in Afrika, met inbreng van nationale vorsers, in een stroomversnelling terechtgekomen. Getuige hiervan, twee voorbeelden. In de eerste plaats heeft het onderzoek van de gezondheidssystemen, binnen het zeer algemene kader van het programma „Gezondheid voor allen”, de begrippen gezondheids-zone en -district geconcretiseerd en veralgemeend. Dit onderzoek was enkel mogelijk dankzij de medewerking van Afrikaanse actoren vertrouwd met het traditionele menselijke milieu. Deze entiteiten vormen het stramien voor de gezondheidszorg in de meeste Afrikaanse landen. Op het vlak van de endemiecontrole heeft *Onchocerciasis Control Project* (OCP), in een tijdsspanne van vijftwintig jaar, de West-Afrikaanse landen over duizenden kilometer waterloop van rivierblindheid verlost. Terzelfder tijd werd een generatie Afrikaanse technici en kaderleden

* Lecture faite à la séance plénière du 19 octobre 2000. Texte reçu le 16 novembre 2000.

** Directeur de la Classe des Sciences naturelles et médicales ; prof. émérité. Institut de Médecine tropicale Prince Léopold.

vertrouwd gemaakt met de kennis van de filaria, zijn vector, de ziekte en zijn epidemiologie. De geldschietters worden door deze langetermijnprojecten, die tot een gewijzigd gedrag van het Afrikaans medisch en wetenschappelijk personeel kunnen leiden, steeds gemotiveerder. Een ander voorbeeld is : via *internet* een netwerk uitbouwen van vorschergroepen die zich op malariabestrijding toelagen.

KEYWORDS. — Health for All ; Medical Research ; Sub-Saharan Africa ; Endemic Disease Control.

SUMMARY. — *Medical Research in Africa*. — Over the last twenty years, there has been an expansion of medical research in Africa involving local scientists. Two examples are particularly striking. First, in the rather general field of "Health for All" programmes, research on health systems has materialized and generalized the ideas of health zone and district. Such research could only be successful thanks to Africans who are familiar with human traditional environment. Those entities are nowadays the accepted frame for medical care in most African countries. In the field of endemic diseases control, the OCP (Onchocerciasis Control project), which spread over a period of twenty-five years, has eradicated river blindness in West-Africa along thousands of kilometres of rivers banks. At the same time, African technicians, physicians and scientists were thoroughly acquainted with the filaria, the vector, the disease and the epidemiology of the transmission. Financial partners tend to prefer those long-term projects aiming at changing mentality and behaviour of African medical partners and scientists. Another example may be found in the increasing networking of African malaria research teams through *internet* connections.

*
* *

La santé pour tous en l'an 2000 : un slogan accrocheur mais imprudent enthousiasmait les chercheurs actifs dans le domaine de la santé publique dans les années 70 et 80.

Nous y voilà, et on dirait que tout reste à faire.

Les besoins de recherche

Quels sont les besoins de recherche les plus urgents dans le domaine médical pour l'Afrique ?

Rien que dans le domaine des maladies transmissibles spécifiquement tropicales, il serait précieux de pouvoir disposer :

- De soins accessibles à tous ;
- De nouveaux médicaments pour répondre à la résistance acquise par les micro-organismes et des essais thérapeutiques pour tester en situation réelle leur efficacité ;
- De vaccins pour assurer une prévention efficace et durable contre le paludisme, la maladie du sommeil, la bilharziose, les filarioses, etc. ;
- D'outils de diagnostic simplifiés pour que les centres de soins périphériques puissent les utiliser facilement et fournir des résultats fiables ;

— D'outils de mesure épidémiologiques pour les programmes de surveillance, y compris les ressources de la télédétection, etc.

Et il faudrait commencer par l'étude approfondie des attitudes et pratiques des gens face à la maladie : quels sont les besoins ressentis ? C'est un sujet déjà largement abordé, mais toujours insuffisamment.

Et quelles sont les possibilités économiques ?

Je voudrais aborder avec vous deux domaines où la recherche sur le terrain a été très active ces vingt dernières années, en analysant la participation des chercheurs africains : une recherche-action sur l'organisation des soins de santé et une recherche biomédicale multidisciplinaire sur le contrôle d'endémies comme la cécité des rivières ou le paludisme.

La recherche sur les systèmes de santé

La santé pour tous ! Les soins de santé primaires et le découpage en zones de santé et en districts sanitaires croient pouvoir y parvenir. Cependant, il arrive que les principaux intéressés, le personnel de santé africain, traînent les pieds, surtout en ville !

Les écoles de santé publique occidentales — Ancien et Nouveau Monde confondus — se penchent depuis vingt ans sur l'organisation des soins en Afrique. La brillante thèse que Daniel Grodos a défendue récemment à Bruxelles illustre et décrit de manière courageuse et imagée la situation catastrophique de quelques villes africaines, en défendant la notion de district sanitaire, qui représentent un ensemble supposé cohérent de zones de santé. Des progrès évidents ont été réalisés : pratiquement dans tous les pays, la zone, centrée (c'est le cas de le dire) sur un centre de santé, est devenue une réalité.

Il faut rappeler que les soins de santé primaires mettent l'accent sur les activités préventives : nutrition et fourniture d'eau saine, santé maternelle et infantile, vaccinations, prévention et réduction des maladies endémiques locales, éducation relative aux principaux problèmes de santé et aux moyens de les maîtriser. En curatif, ils y ajoutent le traitement correct des maladies et traumatismes courants et la fourniture des médicaments essentiels.

En ce qui concerne les services cliniques, la Banque Mondiale, en 1993, trouve que les gouvernements ont généralement le tort de vouloir tout offrir à tout le monde, sans établir de distinction entre les soins selon qu'ils sont plus ou moins essentiels, ni entre les malades selon qu'ils sont plus ou moins nécessiteux.

Et parmi les soins essentiels, on range cinq interventions : les soins prénatals et obstétricaux, la planification familiale, le traitement global de l'enfant malade, le traitement de la tuberculose, le traitement du SIDA et des maladies sexuellement transmissibles. On y ajoute «par réalisme» le traitement des infections et des traumatismes mineurs, le soulagement de la douleur, les cas chirurgicaux courants comme les fractures ou appendicectomies.

Mais que faire du diabète, de l'hypertension, des maladies cardiovasculaires, des hernies, de la méningite chez les enfants, de l'ulcère gastrique, de la cataracte, etc.

Bref, on a répertorié les actes médicaux possibles suivant les ressources et l'infrastructure existante. Reste à décrire l'offre et à l'adapter aux besoins et aux conditions ambiantes, c'est le but de la recherche-action où le chercheur est un acteur qui observe les phénomènes de l'intérieur et qui essaye de les influencer pour les faire progresser dans le sens souhaité.

Et comment réaliser cette recherche en l'absence du corps médical africain ? Toute la hiérarchie est concernée et doit participer, depuis le ministre jusqu'à l'infirmier et au-delà !

Pour être efficaces, les dispensateurs attitrés de ces soins «essentiels» doivent être répartis dans l'espace et ils doivent être définis : médecins, infirmiers ou simples agents de santé communautaires — et «simples» n'est pas le mot qui convient, car il n'y a rien de plus complexe que cette espèce ni chair ni poisson défiant toute définition.

Et conjointement à cette entité mal définie, il y a la participation communautaire, qui est essentielle : il s'agit de demander au malade son avis, mieux, une discipline consentie.

Plusieurs zones forment le District sanitaire, pyramide administrative à l'intérieur de laquelle sont hiérarchisés les services offerts. La distribution des rôles devient concrète et on peut assez facilement identifier les manquements et en rechercher les causes.

Le passage au District est, d'un point de vue technique, relativement aisé. Mais il suppose un changement radical de certaines pratiques, qui appelle un fort soutien politique : redéfinition du rôle et de la place des hôpitaux, remise en cause de situations acquises dans l'offre des soins, décentralisation des moyens et de prise de décision, lutte contre la pléthore et l'absentéisme du personnel, etc.

En zone rurale, le district et la zone fonctionnent dans beaucoup d'endroits. On peut circuler au Niger, au Sénégal ou au Congo, la zone de santé, c'est bien connu et fonctionnel, le personnel médical en a l'habitude. Bien sûr, avec des problèmes de communication et d'approvisionnement (les distances sont grandes et l'infrastructure réduite au minimum).

L'analyse qu'en fait Grodos est particulièrement pessimiste en ce qui concerne les villes. Sur fond de surpopulation et de promiscuité, les acteurs se superposent : dans un même espace on trouve, à côté des centres de santé et des hôpitaux de l'Etat, des médecins, dispensaires et hôpitaux privés à but social ou à but lucratif, et si c'est la capitale, l'Hôpital Universitaire.

Il semble que les spécialistes et grands patrons considèrent les établissements périphériques comme des concurrents qu'il faut à tout prix empêcher de dépasser une compétence minimale. Comme le disait un responsable de l'hôpital St-Luc dans la banlieue de Cotonou : «Ce que nous faisons, c'est de la chirurgie de quasi-clandestinité : nous nous heurtons, en effet, à l'opposition radicale des

grands patrons du CHU qui font tout, y compris devant leurs étudiants, pour ruiner la réputation de ce qui se fait ailleurs sans eux.»

La tendance voulue par le District de devenir aussi autonome que possible et de promouvoir une décentralisation est ainsi vouée à l'échec. Au lieu de jouer son rôle de référence ultime, voilà le CHU fonctionnant largement comme établissement de premier ou de second échelon de soins. L'hôpital fait de la résistance et le personnel médical ne marche pas dans les adaptations souhaitées.

Le développement du secteur privé de la santé est explosif dans les villes étudiées, Cotonou, Yaoundé et Ouagadougou. Cette situation conduit à bien des abus : l'utilisation des ressources publiques (en locaux, matériel et personnel) pour l'exercice de la médecine privée est un fait. Ainsi, un infirmier reverra à son cabinet privé le malade à qui il veut vendre à son propre profit des antibiotiques. Ou tel professeur d'université transférera dans sa clinique privée les patients hospitalisés s'ils ont besoin d'un examen technique. Son confrère chirurgien emmènera avec lui le personnel de l'hôpital public payé par l'Etat, pour aller opérer comme vacataire dans un centre privé. Les exemples de la sorte pullulent. On peut douter de la volonté politique de mettre bon ordre en ce domaine étant donné que les ministres de la santé sont eux-mêmes issus des milieux qui profitent de cette situation.

Quant au patient, qui paye les soins qu'il reçoit, il a le choix entre le réseau privé et le réseau public qui se concurrencent sur le même terrain. Il n'est pas non plus lié géographiquement au District et peut très bien, pour toutes sortes de raisons (proximité, relations amicales,...), aller consulter dans le district voisin.

Certains prétendent que le concept de district sanitaire perd de sa pertinence en ville à cause des faibles distances à parcourir pour avoir accès aux services ; ceux-là raisonnent en termes de « offre et demande ». Le District est plus que cela : c'est une « zone de responsabilité » réaliste qui vise à répondre par une « offre de services » à des « besoins à couvrir », les besoins étant ceux que définissent, sur base des connaissances disponibles, les diverses instances responsables de la santé de la population, c'est-à-dire en plus des soins curatifs un ensemble de mesures préventives, une prise en charge globale de la santé et de sa définition la plus officielle, un suivi des familles, on ne peut pas se permettre de les perdre de vue.

Or, dans la réalité des villes, l'équipe cadre du District perd rapidement le contrôle de la situation, contrôle pourtant nécessaire dans un projet de recherche.

Comment, en effet, apprécier la couverture qui vise à la santé pour tous, et la fonctionnalité qui suppose que chacun tienne son rôle défini à l'avance, si une sorte de mouvement brownien prévaut ?

L'indiscipline des malades et celle des prestataires empêchent le district de fonctionner et l'équipe cadre, les chercheurs, qui est supposée suivre un protocole de recherche et de mesurer des paramètres pour évaluer les progrès, voit son travail sapé et les résultats sont inexploitable, même pour un banal rapport. On est loin des publications !

Malgré la difficulté de l'entreprise d'une recherche comme celle-là, l'enthousiasme et la persévérance des chercheurs africains sont admirables dans beaucoup de programmes «Santé pour tous». Les écoles de santé publique européennes ont fait des petits en Afrique, et elles ont toujours trouvé un écho favorable sur le terrain à un projet à lancer, une idée à tester. Les innombrables travaux sur le thème des zones de santé et du district sont là pour en attester.

Recherche biomédicale : contrôle des endémies

L'ONCHOCERCOSE

Un peu partout en Afrique, les cours d'eau sont le lieu de production d'insectes qui transmettent des maladies parasitaires. Une d'elles, la cécité des rivières, est étroitement liée aux cours d'eau. Les maringouins qui transmettent ce vermicule naissent dans l'eau tumultueuse des rivières à courant rapide. Ils sont sédentaires et se nourrissent de sang en piquant les habitants au contact desquels ils prennent l'infection. Ils se chargent de l'amplifier et de la transmettre à plusieurs autres sujets qui deviennent donc de plus en plus lourdement infectés. Les nouveaux immigrants et les nouveau-nés ne tarderont pas, à leur tour, à être sollicités pour participer à l'hébergement du parasite.

Le vermicule, qu'on appelle filaire, une fois installé chez sa victime, y séjournera une vingtaine d'années — vingt ans de séjour immobile dans les nodules, sortes de cocons fibreux sous-cutanés — en pondant, jour après jour, d'innombrables larves mobiles qui se déplacent comme des bancs de minuscules poissons, dans le tissu sous-cutané, y compris dans l'œil — les ophtalmologues décrivent le «ballet des microfilières» (ce sont les larves) dans l'humeur aqueuse, dans la chambre antérieure de l'œil. Ces larves serviront à infecter les insectes qui les prennent avec le sang et la lymphe dermique, mais l'immense majorité termineront leur vie en errant dans le derme et l'œil et y mourront de vieillesse en provoquant une inflammation permanente. Les apports quasi quotidiens de nouveaux vers par les nombreuses piqûres de ces insectes, aboutissent à une charge parasitaire énorme. Au fil des ans, si rien n'est entrepris, les organes qui hébergent ces intrus se modifient, des lésions inflammatoires apparaissent : la peau s'atrophie, et les fragiles mécanismes de la vision sont perturbés : opacité progressive de la cornée, déformations de la pupille entourée par un iris atrophique et bigarré, inflammation aussi de la rétine. Et le sujet, infecté depuis son enfance, devient aveugle vers l'âge de quarante ans. Des populations entières ont ainsi payé un tribut implacable à ce parasite. Comme on ne possède pas le moyen thérapeutique d'éliminer le ver, la seule solution pour protéger les habitants était de forcer les villages à s'installer à distance de la source d'infection. Ces déménagements inhumains privaient les habitants de leurs ressources alimentaires traditionnelles. C'était le choix entre la cécité à l'âge adulte ou la disette... et les

villages se réimplantaient le long des rivières ; comment, d'ailleurs, vivre confortablement sans eau ?

Dans les pays du Sahel, particulièrement, les habitants sont regroupés le long du trajet des cours d'eau pour des raisons de survie alimentaire : les cultures maraîchères sont, en effet, tributaires de l'eau. Le reste n'est que désert ou savane sèche.

Alors, le monde s'est mobilisé : un financement de la Banque mondiale et la mobilisation de chercheurs de pays européens ont élaboré le programme OCP étendu à toute l'Afrique de l'Ouest, sur base de la connaissance des habitudes du vecteur et du parasite et de l'hydrologie des rivières de cet énorme territoire. Un programme de vingt-cinq ans au moins — il fallait couvrir et dépasser l'espérance de vie maximale des filaires —, démarré en 1978, prévoyait de maintenir les insectes à un niveau minimal par l'emploi d'insecticides. Plus de piqûres, plus de transmission. Puisqu'on ne peut pas les atteindre par un médicament, laisser vieillir puis mourir les parasites chez les habitants sans renouvellement de la population de vers devait finir par supprimer le réservoir de parasites et arrêter la transmission. Une fois ce stade atteint, et nous y sommes, on pourrait arrêter les insecticides et laisser revenir les insectes qui ne s'infecteraient plus au contact de la population humaine indemne de parasites.

Puisque les insectes se reproduisent dans les eaux à courant rapide, il fallait recenser les points à traiter, puis les insecticides étaient déposés dans l'eau, en amont du site à nettoyer à un rythme d'une fois par semaine et en calculant la quantité nécessaire d'après le débit du cours d'eau en question, qui varie bien évidemment au cours de l'année au gré des saisons. Les secteurs de rivière à traiter étaient atteints le plus souvent par hélicoptère. Mais de plus, il fallait surveiller chez l'insecte l'apparition de résistances à l'insecticide employé et alterner les produits. Il fallait aussi établir un réseau complet de surveillance pour suivre la disparition de l'infection chez les habitants.

C'est à présent chose faite. Reste à maintenir le réseau de surveillance en activité pour détecter à temps les reprises de la transmission par les maringouins revenus aussitôt les applications d'insecticides arrêtées. Cette surveillance sera confiée aux pays intéressés ; c'est ce qu'on appelle, dans le programme OCP, la «dévolution».

Les résultats de cette aventure sont évidents :

- On a prévenu la cécité chez environ 200 000 personnes, en arrêtant l'évolution des lésions débutantes ;
- Plus de trente millions de personnes sont actuellement protégées de l'infection par *O. volvulus* ;
- Les dix millions d'enfants nés depuis le début du programme sont indemnes de parasites et donc ne craignent pas la cécité ;
- Vingt-cinq millions d'hectares ont été rendus propres à la réinstallation de populations actives sur le plan agricole ;

- Plus de 400 professionnels ont été formés dans différentes disciplines des sciences de la santé comme l'épidémiologie, la biologie des vecteurs, l'hydrobiologie, l'ophtalmologie et l'organisation des soins de santé ;
- La maladie a été éliminée en tant que problème de santé publique des régions endémiques du Burkina Faso, du Niger, du Mali, de Côte-d'Ivoire, du Ghana, du Togo et du Bénin.

Inutile de le préciser, la connaissance du parasite et de ses vecteurs a largement progressé au cours de ce programme. On dispose actuellement d'outils moléculaires pour distinguer les parasites de savane et ceux de forêt moins pathogènes ; on peut distinguer à la dissection de l'insecte les larves de parasites d'animaux de ceux spécifiques de l'homme, ce qui affine considérablement la surveillance ; on dispose d'un médicament qui tue les microfilaries, ces larves responsables des lésions. Depuis 1990, le traitement à l'ivermectine s'est ajouté à la panoplie des mesures mises en œuvre dans le programme.

C'est un exemple qui illustre particulièrement bien la participation du personnel de santé, et des ingénieurs des pays concernés. Une génération de spécialistes et de scientifiques a été formée «sur le tas», en travaillant au programme. Ils connaissent l'insecte, le parasite, les lésions. Certains ont travaillé dans des laboratoires européens où les techniques de pointe sont employées pour étudier le parasite et ses activités.

Le personnel compétent existe donc ; il lui faudra maintenant continuer seul. Avec quel budget ? Le budget ordinaire du ministère de la santé prévoit des activités de surveillance ; elles devraient y être prévues. La distribution éventuelle d'ivermectine, médicament qui tue les larves et prévient donc les lésions, étant prise en charge par les organisations internationales.

Un principe important sous-tend toute la recherche biomédicale en Afrique : le partenariat. Les principales instances de coopération l'ont adopté : l'IRD en France, l'université de Tulane et le NIH aux Etats-Unis, la GTZ en Allemagne, les coopérations bilatérales. Des équipes mixtes travaillent ensemble à un projet sur le terrain. Les chercheurs sont échangés entre les deux pays, avec bénéfice réciproque.

LE PALUDISME

Le paludisme est transmis partout dès qu'il y a les moustiques adéquats (même à Zaventem en été !). C'est dire que dans les pays tropicaux, il est impossible de ne pas avoir de contact avec le parasite (en Afrique, plus d'un million d'enfants meurent chaque année de paludisme compliqué). La population entière est parasitée. Que faire, dès lors ?

Dans la plupart des programmes de lutte, on se borne à traiter les malades, mais on ne touche pas à la transmission. Traiter qui, où et quand ? Ce sont les

questions qui sont posées : les sujets (surtout les enfants) fiévreux, à la maison, au centre de santé (couverture !), à l'hôpital, le plus vite possible après le début des symptômes.

Problème supplémentaire : on assiste, un peu partout, au développement de la résistance des parasites à la chloroquine et à d'autres médicaments courants. Les schémas alternatifs sont plus lourds, plus toxiques, plus chers.

Au sujet de la connaissance de la maladie, l'activité de recherche est intense. La dissection du plasmodium en ses composants les plus intimes permet d'affiner les observations épidémiologiques, de proposer de nouveaux tests de diagnostic, de mieux cerner les relations complexes entre transmission, parasite et pathologie. Mais on n'a toujours rien changé à la prise en charge du patient.

Les chercheurs africains sont sidérés devant cet étalage de molécules et la description complète du génome du plasmodium. Ils assistent en spectateurs aux progrès théoriques annoncés à grand renfort de publications spectaculaires. Que faire ?

Encore une fois, le partenariat pourrait sauver la situation. Le programme «*Multilateral Initiative on Malaria*» (MIM) propose des activités, des financements, des formations, des informations, dans le cadre de partenariats.

Le site Internet de la MIM expose les réalisations depuis sa création en janvier 97, les activités présentes, les équipes africaines participant aux actions, les sources de financement, les sites, en Afrique tropicale, pouvant accueillir des recherches comme un essai vaccinal, l'efficacité des moustiquaires imprégnées, l'évaluation de tests diagnostiques, des essais thérapeutiques. Bref, il y a un réel appel d'offre aux compétences, à condition qu'on puisse trouver sur place un travail d'équipe et une infrastructure d'accueil.

**Verslag over de werkzaamheden van de Academie
(1999-2000)**
**Rapport sur les activités de l'Académie
(1999-2000)**

par / door

Yola VERHASSELT *

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

De intrede van het nieuwe millennium is binnen de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen niet onopgemerkt gebleven. Inderdaad, er zijn een paar ingrijpende innovaties gebeurd. Ook dit jaarlijks verslag heb ik getracht minder conventioneel te maken.

In de eerste plaats is er de lay-out van onze *Mededelingen der Zittingen* : de kافت heeft, op de kleur na, een gedaanteverwisseling ondergaan. Bovendien werd de samenstelling van de nummers grondig gewijzigd : de lofredenen van onze overleden leden, die tijdens de maandelijkse zittingen van de Klassen door een Confrater worden voorgedragen, zullen voortaan gepubliceerd worden in de nummers 2, 3 en 4 van de jaargangen in plaats van in het *Jaarboek*. Er wordt ook gewerkt aan een aanvulling van de persoonlijke gegevens van de leden met disciplines en onderzoeksregio's zodat het *Jaarboek* een nog vollediger en bruikbaar instrument zal worden, niet alleen voor onze leden maar ook voor derden. In de toekomst zullen de wetenschappelijke voordrachten ook gescheiden worden van de administratieve mededelingen. Het nieuwe logo vormt als het ware de kroon op het werk.

Deuxième entreprise d'envergure dans le cadre des innovations de l'an 2000 : la création de deux nouvelles commissions, l'une intitulée «Stratégies et développement», l'autre «Environnement et développement». Le rôle de ces commissions sera de prendre des initiatives en vue d'activités nouvelles et de s'engager dans l'organisation de séances publiques sur des thèmes relevant de leurs compétences. Elles joueront le rôle d'organisme centralisateur pour les groupes de travail *ad hoc* constitués dans le cadre d'activités spécifiques.

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

Ten slotte werd de oprichting van het langverwachte documentatiecentrum aangevat. Twee extra lokalen zullen het de Academie mogelijk maken binnen afzienbare tijd haar eigen publicaties en deze die zij via ruilovereenkomsten en dankzij haar leden ontvangt, toegankelijk te maken. De invoering van het bestand op computer is aan de gang.

Onze Academie maakte de overstap naar het jaar 2000 met in totaal 298 leden, onder wie 2 ereleden, 114 werkende en erewerkende leden, 84 geassocieerde en eregeassocieerde leden, 98 corresponderende en erecorresponderende leden.

Cette année, l'Académie est placée sous la présidence du professeur Jacques Charlier, membre de la Classe des Sciences techniques ; en 2001 lui succédera notre Confrère le professeur Hugo Baetens Beardsmore, appartenant à la Classe des Sciences morales et politiques.

Les Bureaux des Classes sont composés comme suit :

Classe des Sciences morales et politiques :

Directeur Jean-Luc Vellut

Vice-Directeur Hugo Baetens Beardsmore, qui sera Président en 2001

Classe des Sciences naturelles et médicales :

Directeur Marc Wéry

Vice-Directeur Elmar Robbrecht

Classe des Sciences techniques :

Directeur Jacques Charlier

Vice-Directeur William Van Impe

Wij betreuren het overlijden van vijf van onze Confraters :

Notre Confrère Alfred Cahen, membre titulaire honoraire de la Classe des Sciences morales et politiques, est décédé le 19 avril de cette année. M. Cahen était Ambassadeur honoraire, Secrétaire général de l'Association du Traité Atlantique, Professeur honoraire de l'Institut National d'Etudes Politiques (Kinshasa) et de l'Université Libre de Bruxelles. L'éloge de M. Cahen, qui sera prononcé par notre Confrère Jacques Vanderlinden à la séance du 21 novembre, paraîtra dans le *Bulletin des Séances* de l'Académie.

Notre Confrère Louis Soyer, membre associé honoraire de la Classe des Sciences naturelles et médicales, nous a quittés le 30 mai 2000. M. Soyer fut Directeur de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge (INEAC) et Secrétaire général de l'Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Centrale (IRSAC). M. Soyer a souhaité que son décès ne soit pas suivi d'un éloge.

Notre Confrère Paul Fierens, membre titulaire honoraire de la Classe des Sciences techniques, est décédé le 7 octobre 2000. M. Fierens était entre

autres Professeur Emérite de l'Université de Mons-Hainaut et Docteur *honoris causa* de l'Université de Lubumbashi et de l'Université Polytechnique de Bucarest.

Notre Consœur Annie Dorsinfang-Smets, membre associé honoraire de la Classe des Sciences morales et politiques, est décédée le 10 octobre 2000. Mme Dorsinfang fut Directeur de recherche à l'Institut de Sociologie de l'Université Libre de Bruxelles et Professeur ordinaire à la même université.

Onze Confrater Antoine Rubbens, erewerkend lid van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen, overleed op 14 augustus 2000. Hij was hoogleraar emeritus van de Universitaire Faculteiten Sint-Aloysius te Brussel en buitengewoon hoogleraar emeritus van de Katholieke Universiteit Leuven.

Puis-je vous inviter à un instant de recueillement en mémoire de nos Confrères disparus.

Mag ik u uitnodigen onze overleden Confraters even te herdenken.

Tijdens het afgelopen academiejaar werden vijf nieuwe leden verkozen.

La Classe des Sciences morales et politiques a accueilli un nouveau membre correspondant : Monsieur Jean-Baptiste Kiéthéga du Burkina Faso, dr en histoire de l'art et archéologie, dr ès lettres et sciences humaines. M. Kiéthéga enseigne l'archéologie à l'Université de Ouagadougou.

MM. Luc D'Haese et René Tonglet ont été nommés membre associé de la *Classe des Sciences naturelles et médicales*.

De Heer D'Haese is landbouwkundig ingenieur (landbouweconomie) en doctor in de landbouwwetenschappen ; hij is verantwoordelijk voor het dagelijks beheer van de *Belgische Technische Coöperatie* en is verbonden aan het College voor Ontwikkelingslanden (Universiteit Antwerpen) en aan de Universiteit Gent. De Heer D'Haese heeft een rijke ervaring in ontwikkelingslanden.

M. Tonglet est docteur en médecine, détient une licence spéciale en santé publique et un diplôme en médecine tropicale. M. Tonglet est responsable de différents projets en Afrique et enseigne à l'Université Catholique de Louvain.

La Classe des Sciences techniques s'est enrichie de deux nouveaux membres associés : les professeurs Luc André et Jean Berlamont.

M. André est docteur en sciences (géologie et minéralogie) ; il est chef de section au Musée royal de l'Afrique centrale et enseigne à l'Université Libre de Bruxelles. Ses recherches concernent la pétrologie et la géochimie et se situent essentiellement dans les pays d'outre-mer.

De Heer Berlamont is burgerlijk bouwkundig ingenieur en doctor in de toegepaste wetenschappen ; hij is gewoon hoogleraar aan de Katholieke Universiteit Leuven en hoofd van het hydraulicalaboratorium. De Heer Berlamont is o.m. voorzitter van de Interfacultaire Raad voor Ontwikkelingssamenwerking (KULeuven) en van de Werkgroep Ontwikkelingssamenwerking van de VLIR.

Hij coördineerde verschillende ontwikkelingsinitiatieven in Bolivia en Suriname.

Au nom de tous nos membres, je souhaite la bienvenue à nos nouveaux Confrères.

Ik ben ervan overtuigd dat de bijdrage van onze nieuwe leden tot de werkzaamheden van de Academie zeer waardevol zal zijn.

Publicaties

Er werd vorig jaar ook heel wat gepubliceerd : vier nummers (45 (3) (4), 46 (1) en (2)) van de *Mededelingen der Zittingen* rolden van de persen ; nr. 46 (3) zal eind dit jaar nog verschijnen. Er wordt eveneens gewerkt aan de **vijfjaarlijkse tabel** 1995-1999.

De *acta* van het internationaal colloquium «Developing Countries Facing Global Warming : Kyoto 1997 and Beyond» verschenen eind juni.

De reeks *Verhandelingen* werd uitgebreid met twee bijdragen van de

Classe des Sciences morales et politiques :

Jan VANSINA :

L'évolution du royaume rwanda des origines à 1900 (réédition augmentée)

Pierre PETIT :

Les sauniers de la savane orientale. Approche ethnographique de l'industrie du sel chez les Luba, Bemba et populations apparentées (Congo, Zambie)

en één bijdrage van de

Classe des Sciences naturelles et médicales :

Jean-Pierre DUJARDIN *et al.*

Les vecteurs de la maladie de Chagas. Recherches taxonomiques, biologiques et génétiques

En préparation :

Classe des Sciences morales et politiques :

Louis-François VANDERSTRAETEN

La répression de la révolte des Pende du Kwango en 1931

Classe des Sciences naturelles et médicales :

Pieter JANSSENS, Marc WERY & Sonia PASKOFF

Adrien Charles Loir. Pasteurien de première génération

Activiteiten

La *Conférence internationale «Developing Countries Facing Global Warming : Kyoto 1997 and Beyond»*, tenue le 29 novembre 1999, s'est avérée un grand succès avec plus de 250 participants et une souscription importante aux actes. Le groupe de travail «Global Warming», pour en avoir assumé l'organisation et la publication des actes, mérite un éloge unanime.

De *vijfde Raymond Vanbreuseghemconferentie* (10 maart 2000), georganiseerd met de steun van *Janssen Research Foundation*, werd een zeer boeiende studiedag. Graag wou ik onze dank betuigen aan de Heren VANDEN BOSSCHE en VAN GESTEL van *Janssen Research Foundation* voor de professionele en prettige samenwerking. Dank zij deze steun kon de Academie eminente wetenschappers uit het buitenland aantrekken.

Op 8 september werd onze Academie door de KULeuven uitgenodigd. Zij organiseerde er een openbare zitting met volgende zeer interessante bijdragen :

- professor L. BERLAGE : Economie t.o.v. ontwikkelingslanden : ethische aspecten ;
- professor E. DE CUYPERE : Voedselvoorziening – Noord/Zuid verhouding ;
- professor J. DELRUE : De bouw van ziekenhuizen in ontwikkelingslanden.

De dag werd afgesloten met een ontvangst op het Stadhuis door burgemeester Tobback en een geleid bezoek aan dit zeer mooie gebouw.

Graag wil ik Paul Baron De Meester, lid van onze Klasse voor Technische Wetenschappen, danken voor de organisatie van dit welgeslaagd bezoek.

Nous avons en préparation les activités suivantes :

Le jeudi 30 novembre et le vendredi 1^{er} décembre prochain, l'Académie, en collaboration avec l'Association belge des Africanistes, organisera à Bruxelles une conférence internationale sur le thème «Mouvements millénaristes en Afrique et la Diaspora».

In mei 2001 organiseert de Academie, samen met de Boliviaanse Academie voor Wetenschappen in La Paz, een internationaal colloquium over het Titicaca-meerbekken. Dit is een eerste concretisering van het samenwerkingsmemorandum dat beide Academiën dit najaar zullen ondertekenen.

De samenwerking met UNESCO wordt voortgezet in de vorm van een symposium te Brussel op 5 en 6 april 2001 met als thema «Science and Tradition : Roots and Wings for Development». Dit symposium ligt bovendien in het verlengde van de «World Conference on Science. Science for the 21st Century : a New Commitment» dat plaatsvond in Budapest (26/6 - 01/07/1999). Voor de voorbereiding hiervan heeft onze Academie ook een bijzondere bijdrage geleverd met de organisatie op 3 en 4 december 1998 in Brussel van een internationaal symposium «Science and Development : Prospects for the 21st Century».

Mijnheer de Voorzitter,
Dames en Heren,

Tot slot wou ik een bijzonder woord van dank richten aan allen die zich het voorbije jaar hebben ingespannen voor de Academie ; ik denk hierbij o.m. aan

- onze Voogdijminister en de Federale Diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele Aangelegenheden ;
- de Confraters en uitgenodigde sprekers die hun steentje hebben bijgedragen tot de openbare en klaszittingen ;
- de leden van onze Commissies, Werkgroepen en Jury's, voor wie geen moeite te veel was ;
- de verslaggevers die de diverse ingediende werken kritisch hebben beoordeeld ; en ten slotte
- de leden van het secretariaat die zich onverdroten inzetten.

Fonds et Prix

Dans le cadre du *Fonds Floribert Jurion*, qui a pour objet de contribuer à la formation des étudiants en agronomie ou médecine vétérinaire, deux bourses ont été attribuées afin de les soutenir dans leurs recherches outre-mer.

Une première bourse a été attribuée à Madame Emmanuelle BISTEAU de la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, pour son projet «Approche ethnoécologique des produits sauvages comestibles des Chimanes (Alto Colorado, Bolivie)».

Une deuxième à Monsieur Jérôme HANSENNE de l'Université Catholique de Louvain, pour son projet «Réactivité des *Andosols* soumis à des apports acides et d'anions potentiellement acidifiants d'origine volcanique : étude d'une série *durique* dans la région de Masaya (Nicaragua)».

Monsieur le Président, je suggère que nous procédions à l'attribution des prix aux Lauréats des *Concours 2000*.

Het werk van de Heer Bruno OVERLAET «De vroege IJzertijd in de Pusht-i Kuh, Luristan. Resultaten van 15 archeologische expedities in West-Iran (1965-1979)» werd bekroond door de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen.

L'étude de Madame Sabine MUND (ULB) intitulée «Les rapports complexes de l'Historia verdadera de Bernal Díaz avec la vérité» a également été couronnée par la Classe des Sciences morales et politiques.

Zij dragen voortaan de titel «Laureaat van de Academie voor Overzeese Wetenschappen».

Le Prix Lucien CAHEN de géologie de l'Outre-Mer est attribué à M. Saïd EL FADILI (ULB) pour son travail intitulé «Pétrogenèse des nodules d'éclogites des kimberlites de Mbuji-Mayi (R.D. Congo, ex-Zaïre). Etude pétrologique et géochimique».

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen

Classe des Sciences morales et politiques

Elementen van de kosmologie van de Tetela (Democratische Republiek Congo) en van andere bevolkingsgroepen *

door

John JACOBS **

TREFWOORDEN. — Kosmologie ; Tetela ; Luba-Shankadi ; Zela ; Yombe ; D. R. Congo.

SAMENVATTING. — Tot de elementen van de kosmologie die besproken worden, behoren : de structuur van het heelal, hemellichamen en natuurverschijnselen. De opvattingen van de Tetela van de aard en functie van deze elementen worden vergeleken met die van de Luba-Shankadi, Zela en Yombe. De opvattingen van deze Afrikaanse volken van bepaalde kosmologische elementen worden vergeleken met die van niet-Afrikaanse culturen.

MOTS-CLES. — Cosmologie ; Tetela ; Luba-Shankadi ; Zela ; Yombe ; R. D. Congo.

RESUME. — *Éléments de la cosmologie des Tetela (R. D. Congo) et d'autres groupes de populations.* — Quelques éléments de la cosmologie sont : la structure de l'univers, les corps célestes et phénomènes atmosphériques. Les idées des Tetela sur la nature et la fonction de ces éléments sont comparées avec celles des Luba-Shankadi, Zela et Yombe. Les idées de ces populations africaines sur ces éléments cosmologiques sont comparées avec celles de cultures non africaines.

KEYWORDS. — Cosmology ; Tetela ; Luba-Shankadi ; Zela ; Yombe ; D. R. Congo.

SUMMARY. — *Elements of the Cosmology of the Tetela (D. R. Congo) and other Populations Groups.* — Elements of a cosmology are : the structure of the universe, celestial bodies and natural phenomena. The ideas of the Tetela on the nature and function of these elements are compared with those of the Luba-Shankadi, Zela and Yombe. The ideas of these African peoples on a series of cosmological elements, are compared with those of non-African cultures.

*
* *

In 1960 hebben wij, in samenwerking met C. Kitete en B. Omeonga, een studie gepubliceerd onder de titel *Notre Univers. Essai de cosmologie tetela*

* Lezing gehouden tijdens de zitting van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen van 21 maart 2000. Tekst ontvangen op 3 januari 2001.

** Lid van de Academie ; emer. gewoon hoogleraar Universiteit Gent.

(Kasai). Deze studie, die in *Aequatoria* verscheen, bestaat uit een tekst in het Tetela met een Franse vertaling.

Om de gegevens voor die studie te verzamelen, werden met een aantal oudere personen van het Tetelagebied, de verschillende elementen die een kosmologie uitmaken, besproken.

Op die manier was het mogelijk de traditionele opvattingen betreffende de bouw van het heelal, de beweging van de hemellichamen en de werking van de natuurverschijnselen te leren kennen.

Het is de bedoeling van onderhavige studie de opvattingen over de kosmologie van de Tetela te vergelijken met die van enkele andere Afrikaanse en niet-Afrikaanse bevolkingsgroepen.

Wat de Afrikaanse volken betreft, hebben wij een vergelijking gemaakt met gegevens over de kosmologie van de Luba-Shankadi (P. Tempels, *Hoe de Baluba-Shankadi zich de wereld voorstellen*, 1936) en Zela (J. Nolleveaux, *La cosmogonie des Bazela*, 1949), alsook met die van de Yombe (L. Bittremieux, *Mayombsch Idioticon*, 1923-1927).

De Luba-Shankadi en de Zela zijn gevestigd in Oost-Congo en de Yombe in West-Congo. Deze bevolkingsgroepen behoren tot andere cultuurgebieden dan de Tetela die in Centraal-Congo wonen. Elk van deze vier bevolkingsgroepen behoort tot een andere taalkundige Bantu-zone.

De vergelijking van de kosmologische opvattingen van de Tetela met die van niet-Afrikaanse volken werd doorgevoerd aan de hand van het werk van Stith Thompson, *Motif-Index of Folk Literature* (1955-1958).

Tot de bestanddelen van het heelal die besproken worden, behoren : 1. het aardoppervlak ; 2. het hemelgewelf ; 3. de steunpijlers ; 4. de wereld boven de centrale wereld ; 5. de wereld beneden de centrale wereld ; 6. het verblijf van de overledenen ; 7. de Styx.

De hemellichamen die besproken worden zijn : 1. de zon ; 2. de maan ; 3. de sterren ; 4. de sterrenbeelden ; 5. de melkweg ; 6. de vallende sterren.

De volgende natuurverschijnselen worden behandeld : 1. de wolken ; 2. de regen ; 3. de mist ; 4. de orkaan ; 5. de wind ; 6. de wervelwind ; 7. de bliksem ; 8. de bliksemschicht ; 9. de donder ; 10. de regenboog.

Voor elk van de bestanddelen worden citaten uit de hoger vermelde studies gegeven in de volgende volgorde : a. Tetela ; b. Luba-Shankadi, Zela, Yombe ; c. Niet-Afrikaanse culturen : codenummer van het motief ; d. korte samenvatting.

1. De bestanddelen van het heelal

1.1. HET AARDOPPERVLAK

a. Tetela. — „La terre a une surface entièrement plate qui ne monte ni ne descend ; seules les termitières et les collines surgissent par-ci par-là” (p. 99).

b. Luba-Shankadi. — „Onze aarde is zeer uitgestrekt, plat maar cirkelvormig ; zij is een grote schijf langs alle zijden omgeven door de Kalunga Lui : de zee” (p. 130).

Zela. — „La terre est plate, avec ses montagnes et ses plaines, c'est une es-
pèce de table dont les extrémités supportent la voûte céleste” (p. 121).

Yombe. — „Onze wereld is een grote oppervlakte met berg en dal, bos en
grasland, veld en oerwoud (p. 147). De wereld is door de zee omringd” (p. 148).

c. Motif-index. — A875. Earth wheel shaped, flat and round (Greek, Hindu,
Siberian) ; A872 River that flows around the world (Greek, Jewish, India).

d. Uit de bovenvermelde gegevens blijkt dat opvattingen als zou het aardop-
pervlak effen en rond zijn, en omringd door water, zowel in Afrika als in andere
culturen voorkomen.

1.2. HET HEMELGEWELF

a. Tetela. — „Le ciel est une voûte épaisse et dure qui couvre la terre ; c'est à
l'intérieur qu'habite Dieu. Le ciel couvre la terre comme le toit conique couvre
le vide de la maison et tout ce qui s'y trouve” (p. 83). „La voûte céleste est
comme un van retourné dont les bords reposent sur la terre” (p. 99).

b. Luba-Shankadi. — „Onze aarde wordt overwelfd door de ijzeren koepel
van het firmament, wiens randen op de wereldgrenzen neerkomen, nl. op de zee
die de aarde omgeeft” (p. 131).

Zela. — „Le ciel est clair et bleu, est un immense nuage ; non pas un nuage
de vapeurs comme ceux qui nous amènent la pluie ou la grêle, mais une immen-
se calotte en pierre qui recouvre la terre tout entière” (p. 121).

c. Motif-index. — A669.2. Sky of solid substance (South American Indian) ;
A702.2. Sky as solid vault (Siberian, Eskimo, African) ; A657.2. Heaven and
earth touch each other at east, west and south (Jewish).

d. Dat het hemelgewelf uit een harde substantie zou bestaan komt in vele cul-
turen ter wereld voor, evenals het feit dat het uitspansel en het aardoppervlak
elkaar zouden raken.

1.3. DE PIJLERS

a. Tetela. — „Le ciel a quatre angles par lesquels il repose sur la terre. C'est
par là que le ciel est soutenu par quatre grands et solides supports. Près de cha-

cun de ces quatre supports se tient un homme qui le surveille. La force de ces gardiens dépasse celle de tous les hommes de ce monde.

Ces hommes c'est Dieu lui-même qui les a placés là pour maintenir ces supports depuis le jour où il a créé toute chose. Ces hommes ignorent la fatigue et jusqu'à présent ils ne se sont jamais reposés. Voici comment sont disposés ces supports : un se trouve au levant et un autre au couchant. Les deux autres de part et d'autre du trajet du soleil" (p. 83).

b. Luba-Shankadi. — „Die koepel steunt op grote palen. Wat de grondvesten van die palen betreft, die zouden hun steun vinden op de bodem van de zee (die de aarde omgeeft)" (p. 131).

Zela. — „Aux extrémités de la terre, le Créateur a planté des pieux énormes et solides (mapanda) pour soutenir le ciel. Dieu (Leza) a bien fait les choses, mais si les termites parviennent un jour à ronger jusqu'au cœur des mapanda, ou si ces pieux viennent à casser, le ciel s'écrasera sur la terre, ce sera la fin des vivants, tous les êtres s'éteindront" (p. 121).

Yombe. — „Aan de uiteinden der wereld staan er dwergen die de hemel stutten met lange ijzeren palen. En als die eens zullen loslaten, dan valt de hemel op ons en dan veranderen wij allen, de vrouwen in padden, de mannen in hagedissen" (p. 148).

c. Motif-index. — A665.2.1. Four sky columns (Egyptian) ; A665.2.0.1. Pillars supporting sky (Tahiti, Eskimo) ; A665.2.1.2. Four dwarfs support the sky (Icelandic).

d. De ondersteuning van het hemelgewelf door vier steunpijlers komt in Afrikaanse en niet-Afrikaanse culturen voor. Dit is eveneens het geval met de bewaking van deze pijlers door reuzen of door dwergen.

1.4. DE WERELD BOVEN DE ONZE

a. Tetela. — „Si on dépassait notre ciel on arriverait dans un autre univers, qui ne diffère point du nôtre : il est plat comme le nôtre et ses habitants ont leur ciel. Toutes les choses de cet univers sont semblables aux nôtres, ainsi que les gens qui y habitent" (p. 83).

b. Luba-Shankadi. — „Op ons hemelgewelf ligt een andere aarde waar mensen wonen. Of die mensen daar in dorpen wonen, weet men niet te zeggen. Wel weet men met zekerheid, dat er daarboven plantengroei bestaat, maar dat de hemelbewoners geen velden aanleggen ; zij leven van de jacht.

Het licht komt er niet van de zon zoals hier ; er heerst daar enkel een matte klaarte gelijk die van een overtrokken dag" (p. 130).

Zela. — „Au-dessus de ce nuage de pierres agglomérées, se trouve un autre monde semblable au nôtre, bâti de la même façon, habité par des hommes comme nous. Au-dessus de celui-ci, un autre encore, puis un autre.

Loin, bien loin, au-dessus de tous les mondes, se trouve le ciel de Dieu, le royaume du Créateur, où il habite avec les siens” (pp. 121-122).

Yombe. — „De inwoners van Mayombe onderscheiden drie hemelen : de hemel van God, onze hemel en de hemel onder ons. De onderzijde van het dorp van Manzambi Pungu (God) is ons uitspansel ; de onderzijde van onze wereld noemen de mensen die beneden ons wonen, hun hemel. God is het opperhoofd en de maker van het heelal, en daar hij boven woont, heel hoog, kan hij alles zien wat op de drie werelden omgaat” (p. 147).

c. en d. zie verder : nummers 1.5.c. en 1.5.d.

1.5. DE WERELD BENEDEN DE ONZE

a. Tetela. — „Au-dessous de notre univers un autre monde est semblable au nôtre : les gens et les choses n'y diffèrent pas non plus de ce qui se trouve chez nous ; ils ont aussi leur ciel et une terre plate comme la nôtre” (p. 83).

b. Luba-Shankadi. — Er wordt geen melding gemaakt van een wereld beneden de onze, wel van een verblijf van de overledenen. Zie nummer 1.6.b.

Zela. — „Il en va de même en dessous de nous : notre terre est placée sur la calotte céleste d'un autre monde qui est sous nos pieds” (p. 122).

Yombe. — „Naar alle waarschijnlijkheid bestaat er, onder deze aarde, een andere mensenwereld. Daar ook is er een zon en een maan, zijn er sterren, zoals bij ons. Evenzo noemen ze daar 'regen' het water dat door onze aardkorst zijpelt. Dwergeren houden er hun hemel, onze aarde, met ijzeren palen recht” (p. 149).

c. Motif-index. — A651 Hierarchy of worlds (Egyptian, India, Aztec, Maori, e.a.) ; A651.3.2. Worlds above and below (Hawai, South American Indian).

d. Bij de Afrikaanse bevolkingsgroepen die wij vergelijken, is er sprake van drie werelden boven elkaar. Volgens de Zela kunnen er zelfs meerdere boven en beneden de centrale wereld zijn. In tal van niet-Afrikaanse culturen is er sprake van werelden boven en beneden de centrale wereld.

1.6. HET VERBLIJF VAN DE OVERLEDENEN

a. Tetela. — „Entre notre univers et celui du dessous se trouve l'odimo, village des morts. Ce village diffère totalement des nôtres. Les gens y sont d'une

autre forme, ainsi que leurs choses qui sont plus grandes, plus hautes et plus nombreuses.

On ne pénètre pas dans ce monde les mains vides. Quiconque y entre doit apporter aux morts : des biens, des vivres, etc. Celui qui entrerait sans rien y aurait la vie dure et recevrait de nombreux coups. Voilà pourquoi nous n'entrons pas nos morts sans offrandes.

L'esprit d'un parent, même d'un frère ou d'un père, n'a pas d'égard pour le nouveau venu aussi longtemps qu'il n'a pas perdu la marque de notre monde" (p. 83).

b. Luba-Shankadi. — „De aardkorst, die langs alle kanten omgeven is door Kalunga Lui, de zee, schijnt ook langs onder door deze zee begrensd te zijn ; het is in die aardkorst dat de onderwereld gelegen is.

In de bovenste afdeling, de Kalunga Nyembo, wonen de afgestorvenen die hier op aarde goed geleefd hebben, alsook de geesten met hun chef : God.

Het is er buitengewoon vruchtbaar, de plantengroei tiert er in overdadige weelderigheid en de groenten bereiken er een ongekende grootte.

In de hel daarentegen heerst, naast kou en duisternis, niets dan ellende. De hel wordt ook nog Kalunga Kalala Masika genoemd, de plaats van de nijpende kou" (pp. 134-136).

Zela. — „Le séjour des morts, royaume de Kalunga Nyembo, est souterrain, situé immédiatement sous nos pieds. C'est un pays froid, sans soleil. La preuve en est que les défunts profitent chaque jour de la tranquillité de la terre à la tombée du jour pour venir se réchauffer quelques minutes aux rayons de notre soleil" (p. 122).

Yombe. — „De nazielen der overledenen huizen in de grond of dwalen rond de begraafplaatsen in het bos. De Lungu, de onderwereld, is in het binnenste der aarde gelegen. Die hel is bewoond door de eigenlijke Basi Lungi, de helbewoners, en door nazielen van overledenen. Zij hebben hun dorpen en dorpschouwen, zoals de mensen. In de hel, zegt men, wordt geen vuur gemaakt" (pp. 148-149).

c. Motif-index. — E481.1. Land of dead in lower world (Icelandic, Tonga, North American, Indian, e.a.) ; E481.4 Beautiful land of dead (Icelandic, Finnish) ; A671.3. Frigidity of hell (Irish myth, Buddhist myth).

d. Volgens de bestudeerde gegevens, is er in de Afrikaanse culturen sprake van één verblijfplaats van alle overledenen, of van een hemel voor de goeden en een hel voor de slechten. In andere culturen komt dit eveneens voor.

1.7. DE STYX

a. Tetela. — „Certains vieux disent qu'en dessous du monde des défunts, avant d'arriver dans le monde inférieur, on doit franchir un grand fleuve" (p. 99).

b. Luba-Shankadi. — „Als de tijd van sterven voor een mens gekomen is, wordt door de Raad der Ouden uit de Kalunga Nyembo een bode gezonden om die mens te komen halen.

Als de mens dan sterft, vergaat wel zijn lichaam, maar zijn ziel blijft voortbestaan. De ziel en de bode gaan dan samen op reis, zij worden door de overzetter over een stroom geholpen en belanden zo aan de Kalunga Nyembo” (p. 136).

Zela. — „Le chemin qui conduit chez Kalunga Nyembo est inconnu des vivants. On sait cependant qu'il faut traverser un précipice pour y arriver : le Lukena. Cette gorge est profonde, noire, au fond coule la rivière qui arrose la région” (p. 122).

c. Motif-index. — A672 Stygian river (Greek, Norse, India, e.a.) ; A672.1. Ferryman on river in lower world (Charon), (Irish, Egyptian, Babylonian, e.a.) ; F93.1. River entrance to lower world (Icelandic, Finnish, Greek, Aztec).

d. Een rivier als scheiding tussen de centrale wereld en het verblijf der overledenen komt in de meeste culturen voor. Volgens de Tetela zou een rivier de scheiding zijn met de wereld gelegen beneden de centrale wereld.

2. De hemellichamen

2.1. DE ZON

a. Tetela. — „Le soleil est le chef de tout ce qui se trouve dans le ciel, c'est dans le soleil que Dieu habite. Le soleil lui aussi est Dieu (ou plutôt la réalisation visible de Dieu, qui lui-même est invisible). La clarté du soleil provient des yeux de Dieu qui nous regardent. Le soleil est plat et est appliqué contre la voûte céleste.

Le soleil a un père qui est polygame et une mère. Ils habitent tous au ciel avec lui. Le soleil a un frère : la lune.

Le soleil se lève de l'autre côté du Lomami et se couche chez les Lowidi et Ojangi. Le soleil se déplace de lui-même et il glisse contre la face interne du ciel. Le retour de l'Ouest à l'Est se fait ainsi : le soleil est tiré d'où il est allé se coucher au moyen d'une corde par-dessous la terre vers l'endroit où il doit à nouveau se lever. Ceci se fait pendant la nuit et jamais personne ne l'a vu” (pp. 89-91).

b. Luba-Shankadi. — „De zon is volgens sommigen een levend wezen, dat elke dag van oost naar west gelijk een schildpad langs de hemelkoepel kruipt. De zon keert langs een onderaardse weg naar het oosten terug om 's anderendaags haar tocht opnieuw te beginnen” (p. 131).

Zela. — „Le soleil est un être brûlant comme le feu. Il fut attaché par Dieu à la voûte céleste. Il va de l'Est à l'Ouest et revient chaque jour à son point de départ, probablement en passant sous notre sol” (p. 122).

Yombe. — „De zon en de maan zijn als twee reusachtige krabben die gestadig in oorlog liggen. Dag na dag drijven een soort dwergen de zon met werpspiesen op de vlucht. Dan gaat de zon ten hemel op, dit is de dageraad.

's Avonds daalt ze neer in zee, en kruipt langs het strand, des nachts, tot voorbij het dorp van de maan, alwaar ze weer verdreven wordt door de dwergen en weerom de aarde gaat belichten” (pp. 147-148).

c. Motif-index. — A220 Sun-god (Egyptian, Navaho, Persan, e.a.) ; A220.2. Sun and his family (India) ; A722 Sun's night journey around or under the world (Armenian, South American Indian).

d. In de aangehaalde citaten is er sprake van het goddelijk karakter van de zon, haar familiale banden, de ruzie tussen haar en de maan, en de terugkeer van het westen naar het oosten, onder of rond de centrale wereld.

2.2. DE MAAN

a. Tetela. — „La lune est plate et attachée contre la voûte céleste. La lune et le soleil sont des frères.

Un jour le soleil et la lune se sont disputés et se sont battus. Le soleil a jeté de la boue contre la lune, ce qui a diminué la clarté.

La lune est particulièrement vénérée. C'est grâce à la lune que nous avons des enfants et tant d'autres choses. La lune est le maître de la nuit” (pp. 89-93).

b. Luba-Shankadi. — „De maan is een levend wezen, vroeger gaf zij meer licht en warmte dan de zon. De zon werd afgunstig en wierp de maan vol slijk. Wij kunnen nog altijd de vlekken zien” (pp. 131-132).

Zela. — „Que la lune n'est pas aussi brillante que le soleil est le résultat d'une lutte entre les deux frères. Chacun voulait la primauté, ils se disputèrent et finirent par se battre. La lune fut roulée dans la boue, sa clarté est voilée par la poussière.

La lune est l'astre le plus respecté, le plus honoré des Bazela. La lune détermine aussi les époques de l'année, les saisons et les mois” (pp. 121-122).

c. Motif-index. — A736.3. Sun and moon as brothers (North American Indian, South American Indian) ; A737.11. Contest between sun and moon (Chinese).

d. Gegevens als : de zon en maan als broeders, de ruzie tussen de zon en de maan, de bijzondere verering van de maan vinden wij terug in Afrikaanse en niet-Afrikaanse culturen.

2.3. DE STERREN

a. Tetela. — „Les étoiles sont des objets dont nous ne connaissons pas la nature exacte, qui sont attachés contre la paroi du ciel. Là où les étoiles sont fixées il y a des trous par où passe la pluie venant du monde situé au-dessus du nôtre.

Les étoiles sont les guerriers de la lune qui est leur chef. Parmi la multitude des astres nous en distinguons encore deux : Nsongayoto la Lomami qui, particulièrement brillante, apparaît de grand matin à l'Est. Nsongayoto est le mari de la lune. Il y a aussi une étoile qui apparaît à l'Ouest : Onganda, aussi appelée Lomanansenge. C'est l'épouse de la lune" (pp. 94-95).

b. Luba-Shankadi. — „De maan heeft twee vrouwen, één in het westen en een andere in het oosten ; de vrouw uit het westen heet Kilonda, die uit het oosten is de Muntu wa Bene of eerste vrouw. Het zijn twee hel blinkende sterren. Deze vrouwen vergezellen hun meester op al zijn reizen.

De sterren zijn een soort vledermuizen, die op de bovenwereld thuishoren maar gedurende de nacht door de hemelgaten komen gekropen en zich met hun poten aan de ijzeren koepel gaan vasthaken" (pp. 131-132).

Zela. — „Les étoiles seraient les yeux des hommes qui regardent ce qui se passe chez nous. Les étoiles se montrent le soir dès que le soleil disparaît, nous les voyons attachées au grand nuage de pierre, immobiles, comme jetées sans ordre.

Les Bazela connaissent quelques-unes de ces étoiles, par exemple : les deux épouses de la lune ; la première au Levant, l'épouse acariâtre qui tue la lune ; la seconde au Couchant qui soigne la lune et la fait prospérer" (p. 124).

Yombe. — „Langs de gaten van onze hemel komen de sterren kijken of het mooi weer is en wandelen bij nacht over het uitspanel" (p. 147).

c. Motif-index. — A761.5. Stars are men peering through holes in the sky (Eskimo).

d. De opvatting dat sterren verband houden met openingen in het hemelgewelf, schijnt wijd verspreid te zijn, alsook het verschijnsel dat twee hemellichamen de maan in haar loop begeleiden.

2.4. DE STERRENBELDEN

a. Tetela. — „Nous donnons aussi des noms à des groupes d'étoiles. Par exemple : 'le chasseur, le chien et le gibier', figurés par trois étoiles en ligne droite (Orion). Un autre groupe s'appelle : 'Mpelenganyi, Aseka ecudi' (les forgerons) ou bien 'Wadi waki odyo' (les veuves). Un autre encore s'appelle 'Yoto y'ekolo' (étoile aux deux jambes) ou 'Nkingo l'ote' (le cou et la tête)" (p. 95).

b. Zela. — „Ils connaissent la constellation du ‘Mbwa ne mupoy’, un groupe de trois étoiles : ‘le chasseur, le chien, la bête’, ainsi que la constellation ‘Nzolo ne bana’, ‘la poule et ses poussins’. L’étoile Kibijibiji nous annonce chaque matin que le soleil va paraître, etc.” (p. 124).

d. Het onderscheiden en benoemen van sterrenbeelden is universeel verspreid. De namen houden ten dele verband met de lokale levensomstandigheden.

2.5. DE MELKWEG

a. Tetela. — „Le groupe le plus nombreux (Voie lactée) se nomme : ‘Olelo wasa mvula l’owo’ (la limite de la saison de pluies et de la saison sèche).

Ce groupe d’étoiles nous permet de présumer la longueur de chacune des saisons : Quand la partie ainsi délimitée est plus large vers l’Est, la saison des pluies sera très longue ; dans l’autre cas la saison sèche durera plus que d’habitude” (p. 95).

d. De omschrijving ‘Scheiding tussen de regentijd en de droge tijd’ komt ook in andere bevolkingsgroepen van tropisch Afrika voor (o.a. Luba-Hemba, Fang), en houdt verband met de klimatologische omstandigheden waarin deze bevolkingen wonen.

2.6. DE VALLENDE STERREN

a. Tetela. — „Ce qu’on appelle des étoiles filantes sont en fait des onokanga (osanga, esprits de défunts) envoyés par la lune à la recherche d’une femme pour y naître” (p. 93).

b. Luba-Shankadi. — „Wat wij een vallende of reizende ster heten, is feitelijk geen ster, maar een vrouw die een mens gaat betoveren” (p. 132).

Zela. — „Les étoiles filantes, comme des feux roulant sur la calotte céleste, ne sont que des esprits, des mânes qui se lèvent la nuit, des hommes transformés qui grimpent au ciel et cherchent vengeance. Ce sont des tueurs d’hommes qu’il faut craindre plus que la foudre car ils sont plus intelligents” (p. 125).

c. Motif-index. — A788.3. Shooting stars are spirits coming to earth to make women pregnant (India).

d. Vallende sterren kunnen geesten van overledenen zijn die wensen herboren te worden. Deze zienswijze komt b.v. zowel voor bij de Tetela van Kasai als in India.

3. De natuurverschijnselen

3.1. DE WOLKEN

a. Tetela. — „Les nuages sont des accumulations d'eau provenant du monde supérieur et c'est là que la foudre se baigne. Ils sont comme des outres qui retiennent des masses d'eau. Les nuages que nous voyons sont la partie inférieure de ces masses" (p. 95).

b. Luba-Shankadi. — „Er zijn wolken die altijd aan de hemel hangen, zonder ooit regen te geven.

Er bestaan ook regenwolken, deze ontstaan uit de rook der broussebranden, die opstijgt en zich daarboven samenpakt.

Sommige mensen hebben macht over de regen" (p. 132).

Zela. — „Les grands feux de brousse vers la fin de l'année sèche remplissent le ciel de fumée. Cette fumée forme les nuages, les nuages se transforment en vapeur d'eau puis retombent sur la terre en pluie et en grêle" (p. 125).

c. Motif-index. — A705.2 Nature of clouds (covered with skin), (India) ; A1133.3. Clouds are smoke rising to sky (South American Indian (Toba)).

d. Dat de wolken voortkomen uit opstijgende rook en dat de wolken recipiënten zijn die uit dierenhuid bestaan, komt in de kosmologieën van bepaalde bevolkingsgroepen voor, in Afrika en elders.

3.2. DE REGEN

a. Tetela. — „Avant de pleuvoir dans notre monde, il pleut dans le monde supérieur.

Là, comme chez nous, l'eau de pluie pénètre dans le sol ; elle s'infiltré dans la paroi qui sépare nos deux terres et s'accumule par endroits formant des masses que nous appelons les 'baignades de la foudre'.

Quand la paroi céleste où l'eau est accumulée bouge, ces masses d'eau s'agitent aussi, comme les eaux d'un grand fleuve ; elles débordent, passent par les trous où il y a des étoiles et il pleut sur notre terre.

Ces eaux s'infiltrèrent à nouveau dans notre terre, traversent la couche qui la sépare de nos voisins de dessous.

Certains hommes, tels que les guérisseurs, peuvent commander à la pluie" (p. 95).

b. Luba-Shankadi. — „Het water dat als regen op onze aarde valt, komt uit de bovenwereld ; het zijpelt door de aardkorst en valt dan door de vele gaten van de hemelkoepel naar beneden.

Er zijn ook regenwolken die ontstaan uit de rook der brousebranden die opstijgt en zich samenpakt.

Genezers en sommige andere mensen hebben macht over de regen" (p. 32).

Yombe. — „Ook kan het in de bovenste wereld regenen. Soms horen wij een regen vallen die niet op de wereld komt maar boven rondwarrelt. Ook vindt de regen uit de bovenwereld zijn uitweg door de openingen waar zich de sterren bevinden, en dan regent het op onze aarde" (p. 147).

c. Motif-index. — A1131.4. Rain from container in the sky (Eskimo, South American Indian) ; D2143.1. Rain produced by magic (Icelandic, Chinese, Hottentot, e.a.).

d. Wat Afrika betreft, vernemen wij dat regen kan doordringen doorheen de drie werelden. In vele culturen neemt men aan dat bepaalde personen macht hebben over de regen.

3.3. DE MIST

a. Tetela. — „Pendant la saison sèche le brouillard équivaut à la pluie. Il est d'ailleurs le frère de la pluie. Quand il se prolonge c'est que la saison des pluies est proche.

Le brouillard est une espèce de vapeur que dégagent les tortues qui se trouvent près des sources des rivières ; elle se dégage aussi des cheveux de l'esprit Kolekole qui a sa demeure près des mêmes sources" (p. 97).

b. Yombe. — „De mist is de rook van de Kitageesten die hun eten bereiden" (p. 149).

c. Motif-index. — D2143.3. Fog produced by magic (Finnish, Eskimo).

d. Dat de mist van magische oorsprong zou zijn, komt in de kosmologie van vele culturen voor.

3.4. DE ORKAAN

a. Tetela. — „L'ouragan est une pluie torrentielle, accompagnée d'un vent violent. Un ouragan n'est pas un phénomène naturel, il est toujours provoqué par un guérisseur, un ensorceleur ou un chef qui l'envoie vers ceux dont il veut se venger.

C'est pour cela que le cataclysme qui détruit les maisons et les champs, est très localisé. Il attaque une région bien déterminée de ceux que l'on a voulu attaquer, sans toucher aux régions voisines comme le fait une pluie ordinaire.

Quand il ravage néanmoins une étendue plus large nous savons que l'esprit osango d'un guérisseur ou d'un chef se précipite vers l'endroit où il a décidé de renaître" (p. 97).

c. Motif-index. — D2141. Storm produced by magic (Hawai, North American Indian) ; D2141.0.8. Storm raised by druids (Irish).

d. Natuurverschijnselen zoals de mist en de orkanen, worden in diverse culturen aan magische invloed toegeschreven.

3.5. DE WIND

a. Tetela. — „Le vent violent, comme l'ouragan, est produit par ceux qui en ont la maîtrise. Mais nous distinguons aussi un vent très léger : la brise, qui est la respiration de Dieu" (p. 99).

b. Luba-Shankadi. — „De wind, zo zeggen sommigen, wordt veroorzaakt door de bakisi of geesten, die op wandel zijn" (p. 134).

„Volgens de Andembo, komen de geesten en ook God in de winden voorbijgevoegen. De wind is iets goddelijks, is in zekere zin aan God gelijk, omdat hij, gelijk God, overal kan binnendringen" (p. 138).

c. Motif-index. — A1121.1. Breathing of deity (spirit) causes winds (Chinese, Maori, Eskimo, e.a.).

d. De wind als ademhaling van een goddelijk wezen of geest is in de kosmologische opvattingen van vele culturen aanwezig.

3.6. DE WERVELWIND

a. Tetela. — „Le tourbillon provient d'une corne qui se trouve près des sources des rivières. C'est la force de cette corne qui fait jaillir les sources qui alimentent les rivières ; c'est elle aussi qui donne leurs pouvoirs aux guérisseurs.

Dans les plaines cette corne apparaît sous forme d'un tourbillon ; c'est un vent qui souffle verticalement.

On dit que dans chaque feuille ou herbe soulevée par un tourbillon habite un osango, un esprit qui cherche où naître" (p. 99).

c. Motif-index. — E581.1. Whirlwind as a ghost's vehicle (North American Indian).

d. Zowel bij de Tetela als b.v. bij Noord-Amerikaanse Indianen wordt aan de wervelwind een bijzondere magische kracht toegeschreven.

3.7. DE BLIKSEM

a. Tetela. — „La foudre est une espèce de mouton mais qui a une queue en panache comme un coq ; ses griffes sont plus pointues et plus puissantes que celles de n'importe quel fauve et il a de très longs cils qui lui couvrent complètement le visage. C'est quand il écarte ses cils que son regard provoque des éclairs. Certains hommes tels que les guérisseurs ont la maîtrise de la foudre. Ils peuvent aussi bien l'écarter que l'envoyer tuer un ennemi" (pp. 95-97).

b. Luba-Shankadi. — „De bliksem is volgens de Luba-Shankadi een beest, gelijkend op een zwarte geit en met een vurige staart. Ziet men niet dikwijls genoeg het spoor van zijn klauwen in de schors van de bomen ?" (p. 133).

Zela. — „L'éclair est un petit animal, gros lézard, genre varan, qui habite les nuages. Il a des ongles très longs et très aigus, des ailes rapides. Il grimpe en laissant les traces de ses ongles et de son feu.

Du magicien on dit qu'il possède la foudre. Il a le pouvoir de la faire tomber sur qui il veut, en toutes saisons" (pp. 126-127).

c. Motif-index. — A1142.2. Thunder from flying dragon (Siberian) ; D2149.1.1. Witch produces lightning (North America, e.a.).

d. De voorstelling van de bliksem als een draak komt in Afrika voor, maar ook b.v. in Siberië. Eveneens kunnen genezers of behekers in verschillende culturen macht hebben over de bliksem.

3.8. DE BLIKSEMSCHICHT

a. Tetela. — „L'éclair provient des yeux de la foudre qui se découvrent quand elle s'agite là où elle se baigne. Quand la foudre jette un regard vers la terre, elle a tout de suite décidé où tomber. L'éclair est le frère de la foudre, ils sont toujours ensemble" (p. 97).

b. Zela. — „L'éclair a sous les aisselles du feu qu'il lance à chaque battement d'ailes. Il lance des éclairs de lumière et de feu par intermittence, un peu comme font les lucioles la nuit" (p. 126).

Yombe. — „De weerlicht Lusiemo wordt door sommigen voorgesteld als het losbranden van geschut, door anderen als een vurige slang, die alles wat zij aanraakt in vuur en vlam zet" (p. 148).

c. Motif-index. — cf. A526.9 Flashes from armpits of hero (Maori) ; A1141.1 Lightning as a fiery snake (Siberian, Finnish).

d. De bliksemschicht als een oogopslag van de bliksem, als een gevolg van zijn vleugelslag, of als een vurige slang, komt in verschillende culturen voor.

3.9. DE DONDER

a. Tetela. — „Nous avons vu que la foudre en se baignant agite les masses d'eau qui se sont accumulées dans la voûte du ciel. Quand ces masses bougent, toute la couche céleste se met à trembler. Il en résulte un grand bruit que l'on appelle le tonnerre.

Quand le mouton qu'est la foudre s'ébroue, il provoque aussi du tonnerre” (p. 97).

b. Luba-Shankadi. — „Er bestaat een donder van de bliksem en een donder van de regen. De tweede ontstaat als volgt : als het water door de aardkorst van de bovenwereld gedrongen is, komt het aan de hemelkoepel en begint daar over die ijzeren wanden te spoelen tot het de openingen gevonden heeft, vandaar het donderend geluid” (pp. 133-134).

Zela. — „En s'élançant l'éclair crie à la façon des grandes sauterelles : ses maxillaires craquent 'je, je, kengelekete', c'est le bruit du tonnerre que nous entendons” (p. 126).

c. Motif-index. — A1142.2. Thunder from flying dragon (Siberian) ; A1142.8. Thunder is noise of waterskin which rain-god drags along sky floor (India).

d. Dat de donder voortkomt, enerzijds van de verplaatsingen van de bliksem, en anderzijds van watermassa's in de hemelkoepel wordt in verschillende culturen aangenomen.

3.10. DE REGENBOOG

a. Tetela. — „L'arc-en-ciel est l'ombre d'un immense serpent appelé Nkange qui vit dans le Lomami. Il se love en trois spirales : l'un au milieu du cours d'eau ; les autres de part et d'autre sur les berges.

On distingue dans un arc-en-ciel trois couleurs : le rouge, le bleu et le jaune” (p. 99).

b. Luba-Shankadi. — „De regenboog is een driekleurige neveldamp, die door een bepaalde slang in de lucht gespuwd wordt bij het einde van de regen. Als die damp in de neusgaten dringt, zou men ervan sterven” (p. 134).

Zela. — „L'arc-en-ciel est le souffle d'un serpent. Le serpent qui crache l'arc-en-ciel habite les termitières, il ne mord pas, seul son souffle est très dangereux. Dès que ce python passe la tête hors de son trou, il envoie vers les nuages un souffle puissant qui se colore en rouge (rouge de feu), en jaune (noix de palme) et bleu ciel” (p. 125).

c. Motif-index. — A791.2. Rainbow as a snake (African, South American Indian (Moré)) ; A791.4. Rainbow has three colors (Icelandic).

d. Een regenboog die te maken heeft met een slang, komt in vele culturen voor. De uitwasemingen van deze slang worden b.v. in Afrika als bijzonder gevaarlijk aangezien. Men onderscheidt in de regenboog vooral drie kleuren.

Uit het voorafgaand overzicht blijkt dat voor elk van de 23 elementen van de kosmologie die bestudeerd werden, bewijsplaatsen gevonden werden in het Afrikaanse en/of niet-Afrikaanse materiaal.

Wat het Afrikaanse materiaal betreft, zien wij dat de kosmologische gegevens betreffende de Tetela, die het uitgangspunt vormden voor dit vergelijkend onderzoek, in 21 gevallen op 23, bevestigd werden door gegevens betreffende de Luba-Shankadi, Zela of Yombe.

Wanneer wij de bevindingen inzake kosmologie van de Afrikaanse volken die wij in het onderzoek betrokken hebben, vergelijken met die van niet-Afrikaanse culturen, dan vinden wij, in 21 gevallen op 23, gelijkenis met het Afrikaanse materiaal.

In het Afrikaanse en niet-Afrikaanse materiaal vinden wij religieuze en magische opvattingen zowel wat betreft de bouw van het heelal, de bewegingen van de hemellichamen als de werking van de natuurelementen.

Er komen ook varianten voor die te verklaren zijn door een andere geografische situering en een verschillend cultuurtype van bepaalde bevolkingsgroepen.

Wij zien evenwel dat, doorheen de culturen, zich een basisstructuur aftekent die wijst op het universeel karakter van de opvattingen omtrent de kosmologische elementen die in dit overzicht behandeld werden.

BIBLIOGRAFIE

- BITTREMIEUX, L. 1923-1927. *Mayombsch Idioticon*, Gent, Congo-Bibliotheek, 3 delen, 917 pp.
- JACOBS, J., OMEONGA, B. & KITETE, C. 1960. Notre Univers. Essai de cosmologie tetela (Kasai). — *Aequatoria*, Coquilhatville, 23 (3) : 82-99.
- NOLLEVEAUX, J. 1949. La cosmogonie des Bazela. — *Aequatoria*, Coquilhatville, 7 (4) : 121-128.
- TEMPELS, P. 1936. Hoe de Baluba-Shankadi zich de wereld voorstellen. — *Kongo-Overzee*, Antwerpen, 2 (3) : 121-138.
- THOMPSON, S. 1955-1958. *Motif-Index of Folk Literature. A Classification of Narrative Elements in Folktales, Ballads, Myths, Fables, Mediaeval Romances, Exempla, Fabliaux, Jest-books and Local Legends (Revised and enlarged Edition)*. — Indiana University Press, 6 volumes, Bloomington, Indiana.

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen

Classe des Sciences naturelles et médicales

Le couvert forestier d'Afrique centrale : un nouvel état des lieux *

par

Philippe MAYAUX ** & Jean-Paul MALINGREAU ***

MOTS-CLES. — Forêts tropicales ; Afrique centrale ; Cartographie ; Télédétection.

RESUME. — Depuis plusieurs années, les forêts tropicales sont soumises à des pressions croissantes qui en réduisent progressivement le couvert. Ces pressions, principalement liées à des facteurs démographiques, économiques ou politiques, conduisent à la conversion de forêts en terres de culture ou en savanes. Ces changements préoccupent fortement les autorités nationales, les instances internationales et la communauté scientifique. La mise à jour régulière des inventaires forestiers est donc aujourd'hui un besoin reconnu, que ce soit de gestion des écosystèmes ou de compréhension des processus écologiques mondiaux. Des travaux récents se sont penchés sur l'état des forêts de l'Afrique centrale en exploitant au mieux le potentiel des technologies actuelles de télédétection. La connaissance du couvert forestier de cette partie de la ceinture tropicale est en effet variable en fonction du pays ; de plus, les conditions d'accessibilité et de stabilité politique rendent difficile sa mise à jour régulière. La communication montre comment les nouveaux capteurs embarqués à bord des satellites d'observation de la terre, et divers outils informatiques spécialisés, permettent aujourd'hui d'affiner la connaissance thématique des écosystèmes sur tout le massif forestier d'Afrique centrale, et à un niveau de détail spatial jamais atteint auparavant. Ces nouvelles approches permettent aussi de combiner des informations provenant de différentes sources. Grâce aux progrès dans les technologies de gestion de données, les observations peuvent être répétées fréquemment et on peut aujourd'hui parler de cartographie évolutive. De plus, les techniques de détection du changement permettent la localisation de zones en cours de déboisement et la mesure des surfaces concernées sur une échelle régionale. Il sera également montré comment il est possible de mettre aujourd'hui ces mêmes techniques à disposition de projets de terrain, tels que ceux qui sont concernés par la conservation des aires protégées ou la planification territoriale.

TREFWOORDEN. — Tropische wouden ; Centraal-Afrika ; Cartografie ; Observatie-technieken.

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 27 mai 2000. Texte reçu le 23 janvier 2001.

** Chercheur au Centre Commun de Recherche de la Commission européenne, Ispra (Italie).

*** Membre de l'Académie ; Conseiller au Centre Commun de Recherche de la Commission européenne, rue de la Loi 200, B-1049 Bruxelles (Belgique).

SAMENVATTING. — *Het woudgebied van Centraal-Afrika : een nieuwe stand van zaken.* — Sedert verscheidene jaren worden de tropische wouden blootgesteld aan toenemende invloeden die de vegetatie progressief aantasten. Deze invloeden, hoofdzakelijk verbonden aan demografische, economische en politieke factoren, doen de wouden in landbouwzones of in savannes veranderen. Deze veranderingen verontrusten ten eerste de nationale autoriteiten, de internationale instanties en de wetenschappelijke gemeenschap. Het geregeld bijhouden van de woudgebiedinventarissen is dus vandaag een erkende noodzaak, zowel wat het beheer van de ecosystemen als het begrip van de mondiale ecologische processen betreft. Recente werkzaamheden spitsten zich toe op de toestand van de wouden in Centraal-Afrika door het potentieel van de huidige observatietechnieken zo goed mogelijk te exploiteren. De kennis van het woudgebied in dit deel van de tropische gordel is inderdaad variabel naargelang het land ; bovendien wordt het regelmatig bijwerken van de gegevens bemoeilijkt door de toegangsomstandigheden en de politieke stabiliteit. De mededeling toont aan hoe nieuwe sondes, aan boord van satellieten ter observatie van de aarde, en verschillende gespecialiseerde informatica-instrumenten het vandaag mogelijk maken om de thematische kennis van de ecosystemen van het hele Centraal-Afrikaanse woudgebied te verfijnen en dit op een nooit eerder geëvenaard niveau van ruimtelijk detail. Deze nieuwe technieken laten eveneens toe bijkomende gegevens afkomstig uit verschillende bronnen met elkaar te combineren. Dankzij de vooruitgang in de gegevensbeheertechnologieën kunnen deze waarnemingen frequent worden herhaald. Vandaag de dag kunnen we dan ook spreken van een evolutieve cartografie. Meer nog, de detectietechnieken voor veranderingen laten toe om, over een grote oppervlakte, gebieden waar ontbossing zich voordoet, op te sporen, te lokaliseren en te meten. Er zal eveneens worden aangetoond hoe het mogelijk is om diezelfde technieken momenteel aan te wenden bij projecten te velde zoals deze voor het behoud van beschermde gebieden of de ruimtelijke ordening.

KEYWORDS. — Tropical Forests ; Central Africa ; Mapping ; Remote Sensing.

SUMMARY. — *The Forest Cover of Central Africa : a New Inventory.* — The tropical forest extent has reduced progressively for several years due to an increasing pressure of demographic, economic and political drivers. This forest conversion to savannas or crops preoccupies national decision-makers, international institutions and the scientific community. The forest inventories update is then a recognized need for ecosystem management and for a better understanding of the global ecological processes. Recent studies have used the potential of Earth Observation data for mapping the Central Africa forests, which are badly known and to a variable degree dependent on the country. Moreover, the accessibility conditions and the political instability complicate a regular map update. The current presentation shows how the new remote sensors and powerful computing tools allow nowadays to refine the thematic knowledge of ecosystems on the whole Congo Basin at a spatial detail never achieved before. New techniques permit the frequent combination of data coming from various sensors in an iterative approach. Change detection algorithms give the possibility to locate the deforestation hot spots and to accurately measure the forest cover evolution at a regional scale. Remote sensing data combined with geographical information systems can also support the field projects linked to protected area management and land planning.

1. Cartographie du couvert forestier d'Afrique centrale

Les travaux de cartographie de la végétation d'Afrique centrale ont débuté dans les années trente, suivant de peu les premières études botaniques et écologiques sur les forêts tropicales humides. Les travaux de Lebrun au Congo belge, et d'Aubréville en Afrique-Equatoriale française, font figure de travaux pionniers, à la suite desquels les forestiers, essentiellement français et belges, ont sensiblement amélioré la connaissance de la distribution spatiale des différents écosystèmes. Les cartes locales de végétation ou phytogéographiques étaient alors le fruit de l'interprétation de photographies aériennes, appuyée de très nombreux relevés de terrain. Ce contact permanent avec la réalité permettait une définition extrêmement précise des classes de végétation, basée sur des critères physiologiques et floristiques et adaptée au contexte local. Les quelques tentatives de production de documents nationaux (DEVRED 1959, LAUDET 1967, CABALLE & FONTES 1967) reposaient sur la compilation d'études régionales, ce qui ne manquait pas de poser des problèmes de compatibilité des légendes et de raccord des cartes contiguës. LETOUZEY (1985) et BOULVERT (1985) ont produit des documents phytogéographiques cohérents à l'échelle nationale par le recours à des couvertures nationales aériennes, à des images satellitales à haute résolution spatiale, et à de nombreux transects de terrain. Ces ouvrages représentent l'œuvre d'une vie et contiennent une foison impressionnante de détails thématiques. Quant aux cartes régionales de végétation (WHITE 1983), elles reposent elles-mêmes sur l'harmonisation de cartes nationales.

Depuis une dizaine d'années déjà, les cartes de végétation d'Afrique centrale sont donc principalement dérivées d'images satellitales. Plusieurs caractéristiques de ce nouvel outil ont révolutionné l'approche cartographique de contrées comme le bassin du Congo :

- La prise de vue répétitive, qui permet un suivi saisonnier et interannuel des écosystèmes ;
- La prise de vue dans des longueurs d'onde hors du champ visible, qui apportent un surcroît d'information par rapport aux observations et permettent l'étude de certaines caractéristiques de la canopée et, par le biais des micro-ondes, des observations par tous temps ;
- La précision géométrique des nouveaux outils, tant en termes de détail spatial qu'en termes de localisation absolue ;
- La prise de vue simultanée sur de très larges étendues, qui conduit à des études régionales.

Les capteurs actuels ne disposent pas de toutes ces caractéristiques, mais de nouvelles technologies viennent régulièrement s'ajouter à la palette existante et augmentent notre connaissance des écosystèmes. Il s'ensuit que la possibilité est maintenant ouverte de mettre régulièrement les cartes à jour. Ceci répond à un besoin réel dans les zones où les changements sont rapides (par exemple, en

lisière, en zone d'exploitation, autour des villes, le long des routes). Dans d'autres cas, une cartographie répétitive se justifie quand de nouvelles observations permettent d'améliorer le contenu informatif du document d'une façon significative. Il n'en reste que ces mises à jour ne parviennent pas nécessairement à émuler la précision thématique qui caractérise les cartes conventionnelles.

L'absence dans la région de station permanente de réception, et le couvert nuageux généralement important, empêchent une couverture complète du bassin avec les images optiques à haute résolution spatiale, thématiquement les plus riches. Dès lors, deux grandes familles d'images ont été utilisées : les images optiques à basse résolution spatiale (AVHRR, ATSR, VEGETATION), dont l'acquisition quotidienne permet d'obtenir quelques images de qualité chaque mois, et les images radar à haute résolution spatiale (ERS, JERS) qui ont la capacité de traverser les nuages.

Les images optiques à basse résolution spatiale ont permis la réalisation des premières cartes contemporaines de végétation d'Afrique centrale. Les images sont sélectionnées au cœur de la saison sèche, au moment où le contraste entre la forêt et la savane est le plus fort. La procédure de classification repose sur une photo-interprétation assistée par ordinateur. L'ordinateur groupe les pixels, qui sont statistiquement homogènes, et le photo-interprète attribue un nom écologique à chaque groupe statistique en fonction de paramètres spectraux, spatiaux, temporels et bibliographiques. Cette approche interactive est grandement facilitée par les capacités actuelles des systèmes de traitement des données et de gestion de l'information. Les classes de végétation suivantes sont retenues : forêt dense humide, forêt secondaire et complexe rural, mosaïque forêt-savane, forêt dense sèche et miombo, mangrove, savane herbacée et sol nu, savane boisée et arborée, savane arbustive et steppe, formations herbeuses hygrophiles.

Les mosaïques radar (ERS dans un premier temps et JERS ensuite) rendent possible une nouvelle approche pour la cartographie et le suivi des forêts tropicales, grâce à l'enregistrement indépendant du couvert nuageux. Jamais auparavant, une telle vue synoptique sur la totalité du bassin du Congo n'avait été possible en un si court délai d'enregistrement et avec une telle précision géométrique. D'un point de vue thématique, les données radar sont plus difficiles à interpréter que les données optiques. Certaines classes sont parfaitement identifiables : forêts inondées, forêts-galeries, plantations, savanes, mangroves, prairies flottantes, rivières, villages. Par contre, les rubans de complexe rural et de forêt secondaire sont confondus avec la forêt dense. Ces données radar sont de plus en plus souvent utilisées en complément de données optiques, soit pour y suppléer en cas de couverture nuageuse excessive, soit pour s'y substituer dans le cas de classes de végétation particulièrement décelables grâce à ce type de données (forêts inondées, forêts-galeries). L'approche proposée est donc progressive, de nouvelles couches d'information étant apportées par appel à une série d'instruments d'observation. C'est ainsi qu'aux classes forestières dérivées uniquement d'images optiques, on a pu rajouter d'autres types de formation par

le biais de l'observation par micro-ondes (en l'occurrence, deux classes de forêts inondées : les forêts inondées temporairement et les forêts inondées de manière permanente, ainsi qu'une classe de plantations industrielles).

La figure 1 (voir pochette couverture) détaille la carte de végétation de l'Afrique centrale dans son stade actuel, dérivée d'images optiques à basse résolution spatiale (AVHRR et SPOT-4 VEGETATION) et des mosaïques radar ERS et JERS.

Après une dizaine d'années de cartographie régionale de végétation dérivée d'imagerie satellitale, on peut tenter un premier bilan et comparer les résultats avec les documents préexistants.

- Les cartes actuelles sont en permanence remises à jour par l'apparition de nouveaux capteurs satellitaires, supérieurs en résolution spatiale ou en propriétés spectrales. Il s'agit d'un véritable processus incrémentiel, où chaque amélioration technique ou méthodologique peaufine la qualité des documents cartographiques.
- La définition des classes des cartes « satellitales » repose sur les caractéristiques spectrales de la végétation, ce qui engendre des simplifications de légende par rapport aux autres cartes plus détaillées sur ce point. Il convient dès lors de consulter fréquemment la littérature écologique abondante, que la communauté scientifique de télédétection a tendance à ignorer.
- L'utilisation de données satellitaires et des techniques numériques a permis d'atteindre une précision géométrique de l'ordre du kilomètre dans le domaine forestier, alors que la précision géométrique des cartes régionales précédentes était de piètre qualité.

2. Mesure des changements d'occupation du sol

L'Afrique centrale est une région calme en termes de déforestation, par rapport à d'autres continents. Le massif forestier du bassin du Congo est relativement intact, même si de fortes pressions existent sur ses marges. La pression est faible en RDC, en grande partie parce que le mauvais état de l'infrastructure empêche une exploitation forestière ou minérale rentable. La déforestation annuelle est estimée par la FAO à 1,2 millions ha en Afrique centrale (FAO 1997) sur une superficie totale de forêts humides de 180 millions ha (tab. 1).

La mesure de la déforestation tropicale par télédétection s'appuie désormais de plus en plus sur les techniques d'observation de la terre. Plusieurs stratégies peuvent être adoptées : un échantillonnage aléatoire (FAO-FRA 1990) d'images haute résolution, ou une couverture exhaustive d'images optiques haute résolution (Landsat Pathfinder). La première démarche souffre du manque de cartes globales d'évolution du couvert forestier, tandis que la deuxième se heurte souvent au manque de données dans les régions nuageuses. Le projet TREES du Centre Commun de Recherche de la Commission Européenne a dès lors privi-

liégié une stratégie combinant les données optiques basse et haute résolution, en utilisant les données radar en complément de données manquantes. A basse résolution, les zones réelles ou potentielles de déforestation (les 'hot spots') sont délimitées à partir de données télédéteectées et d'informations bibliographiques. Dans ces *hot spots*, la déforestation est mesurée à résolution plus fine (ACHARD *et al.* 1998).

Tableau 1
Estimations des surfaces de forêts tropicales en Afrique centrale
(en milliers d'hectares) (MAYAUX *et al.* 1998)

Pays	Surface des terres émergées	Forêts denses sempervirentes et complexe rural	Forêts secondaires et semi-décidues
Guinée Equatoriale	2 805	1 811	588
R.C.A.	62 298	6 037	564
Cameroun	46 540	17 378	6 500
Gabon	25 767	20 677	1 839
Congo	34 150	23 916	1 680
RDC	226 760	114 147	14 813
Afrique centrale	398 320	183 967	25 985

2.1. DETECTION DES *HOT SPOTS* DE DEFORESTATION

La méthodologie d'identification des *hot spots* repose sur une stratégie hiérarchisée, partant de critères généraux (à basse résolution spatiale) pour arriver à des indicateurs régionaux socio-économiques et des indicateurs d'impact potentiel plus fins. La méthode combine des indicateurs dérivés de la télédétection, telles la fragmentation du manteau forestier, la présence de feux, avec des indicateurs extraits des bases de données socio-économiques. La définition des zones à risque de déforestation est produite dans un Système d'Information Géographique, qui combine toutes ces informations numériques et intègre également les avis d'experts internationaux ayant une bonne connaissance des activités régionales. Cette première stratification a servi de base pour l'échantillonnage statistique lors de la mesure de la déforestation.

Dix-sept *hot spots* ont été identifiés en Afrique centrale par les experts (fig. 2). Le risque majeur de déforestation est observé au Sud-Cameroun. Une croissance élevée de la population, concentrée dans des villes comme Douala, Yaoundé ou Ebolowa, a accru la pression agricole. L'accès à la forêt est facilité par l'ouverture de routes d'extraction par les sociétés forestières. Au Congo-Kinshasa, la déforestation est également concentrée le long du réseau routier et, là aussi, la principale cause en est la demande en produits alimentaires des grandes villes de la région (Kinshasa, Lubumbashi, Kisangani, Brazzaville et Bangui).

La séquence de colonisation de la forêt est presque toujours la même dans la région. D'abord, les sociétés forestières, exploitant les concessions octroyées par

le gouvernement, ouvrent un réseau de pistes primaires et secondaires, fragmentant ainsi le manteau forestier. Lorsque la demande urbaine en produits alimentaires (manioc, bananes, maïs, viande de brousse, ...) est importante, des populations s'installent le long de ces ouvertures et commencent le commerce de tels produits, ce qui engendre une colonisation de la forêt primaire. Si la pression démographique est faible ou trop éloignée, les pistes forestières peuvent se refermer en quelques années.

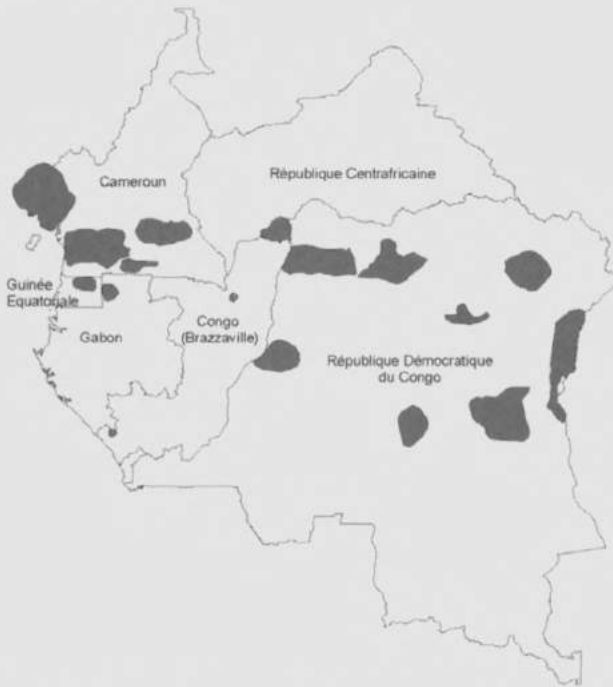


Fig. 2. — Principales zones de déforestation d'Afrique centrale, définies par une équipe d'experts régionaux.

2.2. INDICATEURS DE CHANGEMENT RAPIDE

2.2.1. Croissance démographique

En Afrique centrale, la croissance démographique est probablement le principal facteur de déforestation. Des villes comme Yaoundé, Kinshasa ou Libreville, se sont considérablement développées durant les années 70 et 80. Les conditions économiques de la région se sont dégradées depuis 15 ans, ce qui a dans certains cas provoqué un retour de populations urbaines vers les zones rurales et une pression supplémentaire sur les ressources naturelles. La structure de population

(rurale ou urbaine) peut également avoir un impact considérable sur des différences dans la déforestation.

Une augmentation de population rurale conduit à une réduction de la durée de jachère, et à moyen terme, à une dégradation des sols. Souvent, cela se produit dans les zones secondarisées, mais lorsque la pression devient trop élevée, les massifs de forêt primaire peuvent être menacés. La durée de jachère est donc un bon indicateur de la pression démographique. Une croissance de population urbaine augmente la demande en produits vivriers et crée un marché économique dans les régions voisines. Dans ce cas, l'impact de la population urbaine sur la déforestation dépend de l'accessibilité, et donc de la qualité du réseau de transport.

La qualité des données démographiques est, en Afrique centrale, un handicap majeur pour la mise en place de modèles fiables. Certains recensements nationaux datent des années 70, alors que le Gabon a des données de 1996. Il apparaît également qu'il faut manier avec beaucoup de prudence la variable population en modélisation. On se méfiera particulièrement des modèles simplistes, qui établissent une relation linéaire entre la population et la déforestation. Au stade initial, une augmentation de population peut provoquer une dégradation intense de la forêt, mais ensuite l'intensification des techniques de production réduit l'impact négatif de la population. Il est important de pouvoir estimer la capacité de charge des différents écosystèmes en jeu.

2.2.2. Réseau de transport

Le réseau routier est un indicateur fondamental si l'on veut prédire où la déforestation va se produire le plus probablement. Deux paramètres sont importants : le tracé et l'état des routes et pistes. Si le premier paramètre peut être dérivé avec une certaine fiabilité des cartes topographiques, un suivi régulier de l'état des routes est plus difficile à mettre en œuvre. De même, le tracé des pistes forestières, qui sont souvent le premier axe de fragmentation de la forêt, doit être collecté auprès des projets de développement et des sociétés forestières.

Les principales rivières jouent également un rôle important dans le transport des personnes et des biens, particulièrement dans la partie centrale du bassin, sujette à de fréquentes inondations. Les bases de données existantes montrent malheureusement de grosses lacunes dans cette région. Les mosaïques radar seront prochainement traitées de manière à dériver un réseau des rivières principales sous un format digital.

2.2.3. Concessions forestières

S'il est généralement admis que l'exploitation forestière excessive a dramatiquement réduit le manteau forestier en Afrique de l'Ouest, la situation est plus complexe en Afrique centrale. Dans des conditions de gestion durable, les sociétés forestières ne représentent pas un risque majeur de déforestation. Elles



Fig. 3. — Exemple de déforestation observée entre 1986 et 1994 dans la région de Géména (RDC) sur un couple d'images Landsat TM. Les processus de colonisation agricole laissent apparaître un démantèlement diffus du manteau forestier.

exploitent généralement quelques espèces commerciales, sans réduire substantiellement le couvert forestier. Par exemple, l'extraction de 1 à 2 tiges par ha réduit de 10 % le couvert. Les sociétés qui exploitent à proximité des infrastructures portuaires peuvent, quant à elles, exploiter des essences moins profitables, et l'exploitation devient moins sélective. D'autre part, l'exploitation ouvre de nouvelles pistes forestières qui permettent la pénétration dans la forêt pour de la colonisation agricole, ou du braconnage de faune.

2.2.4. Fragmentation forestière

La fragmentation du manteau forestier, mesurée sur les cartes de végétation, est généralement supérieure à l'intérieur des *hot spots* qu'à l'extérieur, ce qui reflète l'intensité des indicateurs précédemment évoqués. Toutefois, certaines régions hautement fragmentées, comme le plateau Batéké ou l'estuaire de l'Ogooué, ne correspondent à aucun *hot spot*, parce que leur fragmentation est liée à des causes oro-hydrographiques ou édaphiques. Afin d'utiliser la fragmentation forestière comme indicateur de déforestation, il convient de distinguer les phénomènes naturels et anthropiques. D'autre part, avant d'utiliser ce paramètre dans des modèles prospectifs, il faut garder à l'esprit que la fragmentation au temps t_0 est le résultat de la déforestation/fragmentation entre t_1 et t_0 .

2.2.5. Feux de végétation

Les feux de végétation détectés par satellite ne sont pas des indicateurs utiles de déforestation en Afrique centrale, au contraire de la situation qui prévaut au Brésil par exemple. Tout d'abord, les nuages couvrent bien souvent les zones forestières, et empêchent l'acquisition de plus de quelques images par an. Ensuite, les feux en forêt se passent souvent en zone de forêt secondaire, parce qu'ils font partie du système culturel d'agriculture sur brûlis. Ces feux, limités à la capacité de défrichage d'une personne, sont trop petits pour être détectables par satellite. Les feux pratiqués par les nouveaux migrants pour la colonisation de la forêt sont très différents. On ne les trouve que dans certaines parties du Sud-Cameroun, colonisées par les Bamileke.

2.3. MESURE DES CHANGEMENTS

La mesure de la déforestation effective ne peut s'appuyer sur les mêmes outils que ceux utilisés pour la cartographie régionale de la végétation (images à basse résolution spatiale). En effet, les erreurs surfaciques liées à l'agrégation spatiale sont souvent supérieures aux taux réels de déforestation. Dès lors, les changements du couvert forestier entre 1990 et 1997 (± 2 ans) sont statistiquement mesurés sur des images satellitaires optiques à haute résolution spatiale (fig. 3).

Les estimations dérivées des capteurs optiques à haute résolution spatiale sont très fiables dans le cas de défrichages massifs. En situation de culture itinérante sur brûlis, la capacité des capteurs à mesurer finement les phénomènes dépend en grande partie de la résolution spatiale et de la taille des champs ouverts dans la forêt. Les recrûs secondaires, consécutifs à l'abandon des champs, se marquent très bien sur les images infrarouges. Dans l'état actuel de la technique, les images radar permettent la détection des larges coupes à blanc, mais pas des défrichements agricoles limités. La forêt dense se confond en effet avec les forêts secondaires et le complexe rural. De même, l'exploitation forestière sélective n'est actuellement pas quantifiable avec suffisamment de précision par la télédétection satellitaire optique ou radar. Des capteurs satellitaires à très haute résolution (1 à 5 m) seront bientôt disponibles, et devraient permettre de répondre à ce besoin. Actuellement, les systèmes aéroportés (photos aériennes classiques ou à basse altitude) sont les plus appropriés à l'étude de l'exploitation forestière. Les enregistrements vidéos digitaux représentent à cet égard une possibilité économique et opérationnelle de couvrir de très larges étendues. Ils devraient être prochainement utilisés en conjonction avec les images satellitaires.

Les observations actuelles montrent des taux de déforestation de l'ordre de 1 % par an dans les zones actives (comme Gemena et Bumba), principalement sous la poussée de la colonisation agricole. L'exploitation forestière est également responsable de nombreuses intrusions en forêt.

3. Gestion des aires protégées

L'intérêt mutuel des projets de conservation et des techniques spatiales repose sur la rencontre de deux cultures : les écologistes purement de terrain sont peu à l'aise avec les bases de données et les images spatiales, tandis que les spécialistes de télédétection manquent d'observations de terrain pour améliorer leurs recherches.

Les stations de recherche liées aux aires protégées sont à l'heure actuelle les lieux privilégiés où s'opère la recherche écologique en Afrique centrale, dans la mesure où les centres de recherche nationaux manquent cruellement de moyens. La recherche est donc plus tournée vers la gestion quotidienne de ces réserves que vers la pure connaissance scientifique. L'apport des techniques spatiales aux actions de terrain doit donc se mesurer à cette aune.

Une collaboration active a été lancée avec le programme régional ECOFAC. Ce programme, financé par l'Union Européenne, gère 6 parcs nationaux en Afrique centrale et vise principalement au maintien de la biodiversité, au développement des populations forestières et au déclenchement d'une dynamique régionale de conservation.

Des outils spécifiques de collecte, d'archivage et d'analyse de données de terrain ont été mis en place avec le programme ECOFAC. Les patrouilles antibra-

connage récoltent en permanence les observations au moyen d'ordinateurs de poche reliés à un GPS et équipés d'un logiciel intuitif. A la fin de chaque patrouille, les observations sont systématiquement déchargées dans la base de données, analysées statistiquement et cartographiées. Ces technologies résolvent le problème majeur de l'encodage des données et motivent sensiblement les équipes de gardes. Les cartes de végétation précises sont actuellement en cours de production à partir de l'imagerie satellitale.

Plusieurs informations cruciales peuvent être dérivées de cette base de données :

- Evolution saisonnière et annuelle des densités animales ;
- Corrélation entre certains types de végétation et la présence de certaines espèces animales ;
- Impact des actions de conservation sur les densités animales ;
- Influence des villages sur les densités animales ;
- Coexistence d'espèces animales, ...

4. Conclusions

De cet exposé de l'apport des techniques spatiales au suivi et à la gestion des écosystèmes forestiers d'Afrique centrale, il ressort plusieurs faits saillants :

L'accessibilité et l'étendue des forêts d'Afrique centrale rendent tout à fait pertinente l'utilisation de la télédétection spatiale pour leur cartographie. Jamais auparavant de telles informations n'étaient disponibles à une telle échelle.

Les techniques spatiales s'améliorent en permanence et permettent d'affiner sans cesse notre connaissance sur la distribution spatiale des grands types de végétation. L'approche cartographique est ainsi devenue un processus itératif où chaque nouvelle technique améliore les produits précédents.

Les données de terrain sont essentielles à une bonne interprétation des données spatiales et à la définition de produits utiles aux actions de développement et de conservation. Une meilleure coordination des projets de terrain et des projets de télédétection est souhaitable.

La faculté de revisite régulière des données de télédétection permettent un suivi fiable de l'évolution rapide des surfaces forestières.

REFERENCES

- ACHARD, F., EVA, H., GLINNI, A. *et al.* 1998. Identification of deforestation hot spot areas in the humid tropics. — European Commission, EUR 18079 EN, Luxembourg, 99 pp.
- BOULVERT, Y. 1986. Carte phytogéographique de la République Centrafricaine à 1:1 000 000, Notice Explicative N° 104. — Editions de l'ORSTOM, Paris.

- DE GRANDI, G. F., MALINGREAU, J.-P. & LEYSEN, M. 1999. The ERS-1 Central Africa Mosaic : A New Perspective in Radar Remote Sensing for the Global Monitoring of Vegetation. — *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **37** : 1730-1746.
- DE GRANDI, G. F., MAYAUX, P., MALINGREAU, J.-P., ROSENQVIST, A., SAATCHI, S. & SIMARD, M. 2000. New Perspectives on Global Ecosystems from Wide-area Radar Mosaics : Flooded Forest Mapping in the Tropics. — *International Journal of Remote Sensing*, **21** : 1235-1249.
- DEVRED, R. 1958. La végétation forestière du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. — *Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique*, **65** : 409-468.
- FAO 1996. Forest Resources Assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. — FAO Forestry Paper, **130** : 152 pp.
- LEBRUN, J. & GILBERT, G. 1954. Une classification écologique des forêts du Congo. — I.N.E.A.C., Bruxelles, série scientifique, n° 63, 89 pp.
- MALINGREAU, J.-P., DE GRANDI, G. F., LEYSEN, M. *et al.* 1995. Central Africa Mosaic Project : Using ERS-1 SAR data at a continental scale. — *In* : Proceedings ESA Second ERS Applications Workshop, London, UK, 6-8 December 1995.
- MAYAUX, P., RICHARDS, T. & JANODET, E. 1999. A vegetation map of Central Africa derived from satellite imagery. — *Journal of Biogeography*, **26** : 353-366.
- MAYAUX, P., DE GRANDI, G. F. & MALINGREAU, J.-P. 2000. Central Africa Forest Cover Revisited : a Multi-Satellite Analysis. — *Remote Sensing of Environment*, **71** : 183-196.
- MAYAUX, P., ACHARD, F. & MALINGREAU, J.-P. 1998. Global tropical forest area measurements from coarse resolution satellite imagery : a comparison with other methodologies. — *Environmental Conservation*, **25** (1) : 37-52.
- WHITE, F. 1983. The vegetation of Africa. — UNESCO, Paris, 356 pp.

Klasse voor Technische Wetenschappen

Classe des Sciences techniques

Tillage Erosion in Northern Thailand : Intensities and Implications*

by

Jean POESEN **, Francis TURKELBOOM ***, Ilse OHLER ***,
Adjarn Somchai ONGPRASERT *** & Karel VLASSAK ***

KEYWORDS. — Manual Tillage ; Tillage Erosion ; Tillage Transport Coefficient ; Weed Pressure ; Steep Slopes ; Northern Thailand ; Soil Fertility ; Progressive Terrace Formation.

SUMMARY. — The switch from shifting cultivation to more permanent highland cropping systems in northern Thailand led to an increase in soil tillage intensity. In order to quantify soil losses by tillage erosion, a tillage experiment was set up and an on-farm survey was conducted. Soil fluxes due to manual tillage on five slope gradients (0.32 - 0.82) were measured by monitoring tracers (rock fragments) and by measuring tillage step characteristics. Soil fluxes resulting from one manual tillage pass ranged between 39 and 87 kg/m on the tested slopes. On slopes up to 0.60, there was a slow increase in soil flux. However, on slopes steeper than 0.70, soil fluxes increased significantly because the angle of repose for soil clods was exceeded. For manual tillage on these steep slopes, a tillage transport coefficient (k) of 107 kg/m is proposed. The soil fluxes are used to construct a nomograph for estimating soil loss rates resulting from manual tillage erosion as a function of slope and plot length. Soil losses due to tillage erosion on a typical upland field (slope 0.30 - 0.50, slope length 30 m - 50 m) range from 8 to 18 t/ha/tillage pass, and on fields with a short slope length these soil losses can vary between 50 - 120 t/ha/tillage pass. When the complete cropping cycle is considered, tillage transport coefficients vary between 60 - 185 kg/m depending on the tillage and weed demand of the crops. Upland rice and cabbage cultivation results in the largest tillage transport coefficients, whereas beans and maize result in much lower k-values. Tillage erosion dominates on short fields and fields with buffer-strips, whereas water erosion is the more important form of soil loss on middle size and long fields. Increasing land pressure will result in increasing tillage erosion rates, and these need to be considered when assessing soil degradation rates or when studying hillslope evolution.

* Paper presented at the meeting of the Section of Technical Sciences held on 22 December 2000. Text received on 15 January 2001.

** Member of the Academy ; Laboratory for Experimental Geomorphology, Katholieke Universiteit Leuven, Redingenstraat 16, B-3000 Leuven (Belgium).

*** Laboratory for Experimental Geomorphology, Katholieke Universiteit Leuven, Redingenstraat 16, B-3000 Leuven (Belgium).

MOTS-CLES. — Labour manuel ; Erosion par labour ; Coefficient d'érosion par labour ; Développement de mauvaises herbes ; Pentes fortes ; Nord de la Thaïlande ; Fertilité du sol ; Formation progressive de terrasses.

RESUME. — *L'érosion par le labour en Thaïlande du nord: intensités et implications.* — Le passage de la culture sur brûlis à une culture permanente dans les zones montagneuses du nord de la Thaïlande a causé une intensification du labour du sol. Des mesures et expériences de terrain ont été menées afin de quantifier l'intensité des pertes de terre dues à l'érosion par le labour. Les flux de sol causés par le labour manuel sur cinq pentes différentes (0,32 - 0,82) ont été mesurés en utilisant des traceurs (pierres) et en caractérisant les marches qui se développaient en amont de la parcelle labourée. Les flux de sol résultant d'un passage de labour manuel variaient entre 39 et 87 kg/m sur les parcelles sélectionnées. Sur des pentes ayant un gradient jusqu'à 0,60, les flux de sol augmentaient légèrement avec la pente. Sur des pentes à gradient supérieur à 0,70, les flux de sol augmentaient très vite avec la pente parce que l'angle de repos pour des agrégats de sol était dépassé. Quant au labour manuel sur ces pentes abruptes, on a mesuré un coefficient de transport dû au labour (k) de 107 kg/m/passage. Les flux de sol mesurés sur le terrain ont été utilisés pour construire un abaque qui permet d'estimer les pertes de terre résultant de l'érosion par le labour manuel en fonction de la pente et de la longueur de la parcelle. Les pertes de terre dues à l'érosion par le labour dans un champ typique (pente entre 0,30 et 0,50; longueur de la parcelle entre 30 et 50 m) varient entre 8 et 18 t/ha/passage de labour, et sur des parcelles plus réduites, ces pertes de terre peuvent varier entre 50 et 120 t/ha/passage de labour. Si l'on considère le cycle complet des cultures, la valeur du coefficient k varie entre 60 et 185 kg/m/cycle selon les besoins en termes de labour et de contrôle des mauvaises herbes des cultures. Les cultures de riz sec et de chou font apparaître des valeurs du coefficient k les plus élevées, tandis que les cultures de haricots et du maïs se traduisent par des valeurs de k plus basses. L'érosion par le labour domine sur des parcelles réduites ou des parcelles avec des bandes enherbées (parallèles aux contours), tandis que l'érosion hydrique devient le processus le plus important sur des parcelles de moyenne et de grande taille. Une augmentation de la pression sur ces terres de montagne aura pour conséquence aussi une augmentation de l'intensité de l'érosion par le labour, et il faudra en tenir compte lorsqu'on évaluera l'impact d'un changement d'utilisation des sols sur la dégradation de ces sols ainsi que sur l'évolution des pentes.

TREFWOORDEN. — Manuele bodembewerking ; Bewerkingserosie ; Bewerkingstransportcoëfficiënt ; Onkruidontwikkeling ; Steile hellingen ; Noord-Thailand ; Bodemvruchtbaarheid ; Progressieve terrasvorming.

SAMENVATTING. — *Bewerkingserosie in Noord-Thailand: intensiteiten en implicaties.* — De overgang van brandcultuurlandbouw naar meer permanente gewasproductiesystemen in de hooglanden van Noord-Thailand heeft tot een toename van de bodemwerkingsintensiteit geleid. Om de bodemverliezen als gevolg van bodembewerking te begroten, werden bodembewerkingsexperimenten en -metingen op akkerpercelen uitgevoerd. Bodemfluxen als gevolg van manuele bodembewerking op vijf verschillende hellingsgraden (0,32 - 0,82) werden berekend op basis van metingen van de verplaatsingsafstand van tracers (stenen) en van de bewerkingstrapkarakteristieken. Bodemfluxen als gevolg van één enkele manuele bodembewerking op de geselecteerde akkerpercelen schommelden tussen 39 en 87 kg/m. Voor hellingen met een gradiënt tot 0,60 nam de bodemflux geleidelijk aan toe met de hellingsgraad. Voor hellingen steiler dan 0,70

namen de bodemfluxen in belangrijke mate toe omdat de rusthoek van bodemkluiten overschreden werd. Voor manuele bewerking op relatief steile hellingen wordt een bodembewerkingscoëfficiënt (k) van 107 kg/m voorgesteld. De bodemfluxen worden aangewend om een nomogram op te stellen teneinde een schatting te maken van bodemverliesintensiteiten als gevolg van manuele bodembewerking en dit in functie van hellingsgraad en perceellengte. Bodemverliezen als gevolg van bewerkingserosie voor een typisch akkerperceel (hellingsgradiënt: 0,30 - 0,50, lengte: 30 m - 50 m) schommelen tussen 8 en 18 t/ha/bewerking, en op kortere percelen kunnen deze bodemverliezen oplopen tot 50 - 120 t/ha/bewerking. Indien men rekening houdt met de volledige gewascyclus, dan schommelt de bewerkingstransportcoëfficiënt tussen 60 en 185 kg/m, afhankelijk van de aard en het aantal bodembewerkingen noodzakelijk voor onkruidbestrijding en voor een optimale gewasgroei. De productie van bergrijst en groene kool resulteert in de hoogste k -waarden terwijl de productie van bonen en maïs aanleiding geeft tot veel kleinere k -waarden. Bewerkingserosie is het belangrijkste erosieproces op korte akkerpercelen alsook op percelen met (gras-) bufferstroken terwijl watererosie het belangrijkste erosieproces is op gemiddelde en lange akkerpercelen. Een toenemende landdruk zal resulteren in een toename van de bodemerosiesnelheden en dit bodemdegradatieproces dient in rekening gebracht te worden bij het begroten van bodemdegradatiesnelheden alsook bij de studie van hellingsontwikkelingen.

1. Introduction

Traditionally, hilltribe farmers in northern Thailand did not till their fields, because long fallow periods and subsequent burning guaranteed weed-free soils with a good structure (HINTON 1970, GRANDSTAFF 1980, COLLINS *et al.* 1991). Tillage is still not common in regions where fallow land is abundant, such as in the western part of northern Thailand and Laos (W. Roder, pers. commun. 1995), but in most other highland areas farmers started to till the land as a response to increasing weed pressure (GRANDSTAFF 1980). In our case study village, Pakha (Chiang Rai province, northern Thailand), tillage became widespread since 1989. Deep tillage (or rough tillage; mean clod size equals 10 - 20 cm) during the dry season is an effective way 1) to control perennial grasses, 2) to retard the emergence of annual broad-leaved weeds (VAN KEER *et al.* 1995), 3) to break a sealed top layer and 4) to enhance soil fertility. In upland rice and cabbage fields the large clods are broken and the surface is levelled (fine tillage, mean clod size equals 2 - 5 cm) in order to prepare a fine seedbed. To kill re-emerging weeds, upland rice fields are cleaned with a hoe once or twice more before planting (stale seedbed method).

Soil tillage is considered as a factor affecting the soil sensitivity to erosion by water: tillage has several short- and long-term effects, which may to a certain extent counteract each other. It breaks up the (crusted) soil surface and dramatically increases macroporosity and soil surface roughness, thereby increasing the surface depression storage as well as the infiltration capacity of the soil. How-

ever, tillage also decreases the soil's resistance to detachment by raindrop impact or flowing water (GOVERS *et al.* 1994) and when rainfall exceeds the surface depression storage, tillage can lead to concentrated flow erosion. An often overlooked process contributing to soil loss is the direct effect of tillage to soil movement. This process only recently became better documented, but is still studied on a limited scale. The limited attention probably originates from the slow and small visible impact of tillage erosion, compared to the more spectacular features of water-induced erosion. Tillage erosion (also referred to as "mechanical erosion" by REVEL *et al.* (1989), or "arable erosion" by ZACHAR (1982)) is the process of soil movement caused by the pull from agricultural tools and by gravity (ROOSE 1994). Redistribution of tillage can be described by a diffusion-type equation (1) (GOVERS *et al.* 1994, VAN MUYSSEN *et al.* 1999) :

$$Q_t = k \cdot S \quad (1)$$

where Q_t = dry soil flux caused by tillage (kg / m / tillage pass),
 k = tillage transport coefficient (kg / m / tillage pass),
 S = slope gradient (m/m).

Because the soil flux is directly proportional to the slope gradient, erosion and deposition rates will be proportional to the slope gradient change: erosion will occur at the convexities, while deposition will take place as colluvium at the concavities (GOVERS *et al.* 1994). Also zones with zero-influx (such as hilltops, spurs and upper field boundaries) will face accelerated truncation of the upper soil horizons, while soil banks can be formed at lower field boundaries (REVEL *et al.* 1989, 1995 ; GOVERS *et al.* 1994 ; QUINE *et al.* 1994 ; LOBB *et al.* 1995 ; GUIRESSE & REVEL 1995 ; POESEN *et al.* 1997). Most studies to date have concentrated on tractor-plough tillage on gentle slopes (MECH & FREE 1942 ; BOLLINNE 1971 ; PAPENDICK & MILLER 1977 ; LINDSTROM *et al.* 1992 ; REVEL *et al.* 1990, 1993, 1995 ; GOVERS *et al.* 1994, 1996 ; QUINE *et al.* 1994 ; GUIRESSE & REVEL 1995 ; POESEN *et al.* 1997). Only few publications underline the importance of soil losses caused by manual tillage (WASSMER 1981, DE NONI & VIENNOT 1991 quoted by ROOSE 1994, TURKELBOOM *et al.* 1997), which is probably the most widespread method of land preparation in hilly tropical areas.

The objectives of this study are to assess the rates of tillage erosion by manual hoeing on steep slopes in northern Thailand, and to investigate its consequences. This paper summarizes the results of tillage erosion experiments reported elsewhere (TURKELBOOM *et al.* 1997, 1999 ; TURKELBOOM 1999). We focus on the deep tillage operation (rough tillage) which is the first and most dramatic step in the land preparation, but also the effects of other cultivation practices are assessed. Soil losses by tillage erosion are quantified as a function of slope gradient and slope length and compared with soil losses caused by water erosion (i.e. interrill and rill erosion). Tillage transport coefficients for the most important cropping systems are assessed, and the effect of tillage erosion on hillslope

morphology and on the spatial variability of soil fertility is described. Finally, some potential solutions are briefly discussed.

2. Methodology

2.1. TILLAGE EXPERIMENT

Soil movement by manual tillage was measured in farmers' fields in Pakha during the dry season of 1994/95. Five small plots (4 m wide) at different slopes (0.32, 0.41, 0.51, 0.60 and 0.82) were demarcated with bamboo sticks. The parent material is phyllite, and the soil has a clay content ranging between 0.30 and 0.40. It is classified as a Cambisol (FAO-classification). After removing the weeds, the plots were tilled by local farmers in a traditional way, i.e. starting from the bottom of the field and moving up the slope. Farmers used a hoe with a steel blade about 16 cm long and 16 cm wide, and a wooden handle about 80 cm long. A fresh blade is 21.5 cm long, but the farmers regularly sharpen the cutting edge, so that on average the hoe blades were between 10 and 20 cm long. An assessment of the tillage transport coefficient (k in eq. (1)) requires knowledge of soil fluxes (Q_t) corresponding to a range of representative slope gradients (S). In order to measure the soil flux, three complementary methods were used: the tracer method, the trench method and the step method. The trapezoid step method seems quite accurate and is definitely the fastest. It is recommended for quick assessments. The tracer method is considered to assess soil flux in the most realistic way, but is more time-consuming. The trench method is not recommended due to border effects. More details on these methods are described in TURKELBOOM *et al.* (1997).

2.1.1. Tracer Method

Rock fragments of various sizes were used as tracers in this study. Tracers were placed randomly in a narrow furrow below a reference line (marked by a string) parallel to a contour at the top of the plot, and the furrow was refilled with soil. The farmers then tilled the plot starting at the bottom of the field and moving up the slope until they passed the furrow. It was hypothesized that the rock fragments moved in a similar manner as the soil clods, and are therefore representative indicators of downslope soil movement. After tillage, the original soil surface above the narrow trench was marked with a string, in order to measure the average tillage depth and the displacement distance of the tracers that were moved. Hence, tracers that were installed in the furrow below the plough depth were not taken into account. The tillage depth was measured vertically in the field, and transformed to tillage depth perpendicular to the soil surface by multiplying with the cosine of the slope angle.

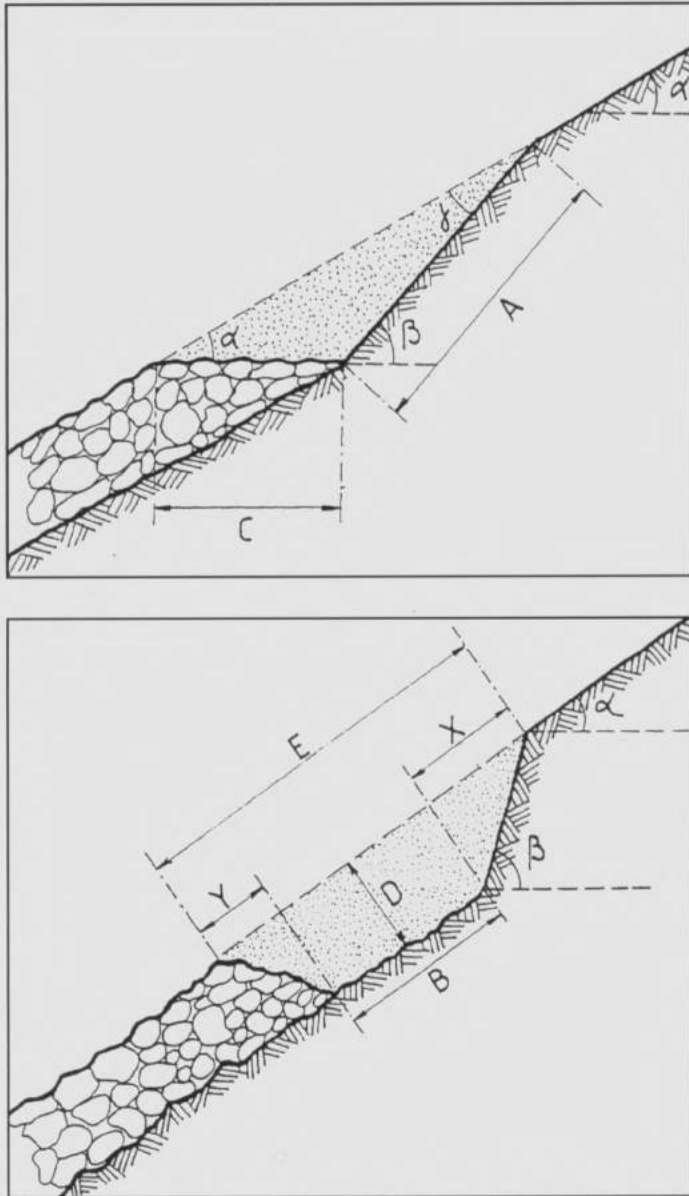


Fig. 1. — (a) Cross-section through a tillage step, and the parameters needed to calculate soil translocation by the triangle-step profile method. A , α and β are measured in the field. The shaded area represents soil lost by manual tillage and equals $C \cdot (A \cdot \sin \beta) / 2$ with $C = (A \cdot \sin \gamma) / (\sin \alpha)$ and $\gamma = \beta - \alpha$; (b) Cross-section through a tillage step, and the parameters needed to calculate soil translocation by the trapezoid-step method. D , B , E , α and β are measured in the field. The (shaded) area represents soil lost by manual tillage. X equals $(D / \tan(\beta - \alpha))$, and Y equals $(E - B - X)$.

The dry mass of soil that crosses a unit contour length for one tillage pass is defined as the "soil flux" Q_t . This flux can be calculated using equation (2) (which is similar to the formula given by YATSUKHNO 1976, quoted by ZACHAR 1982) :

$$Q_t = dd \cdot D \cdot Bd \quad (2)$$

- where Q_t = soil flux caused by tillage (kg / m / tillage pass),
 dd = mean downslope displacement distance of the tracers (m), parallel to the soil surface,
 D = mean tillage depth (m, measured perpendicular to the soil surface),
 Bd = dry bulk density of the soil (= 1100 kg/m³).

2.2.2. Step Method

A small step at the top of the plot is the most obvious indicator of soil movement by manual tillage (fig. 1). Here soil is moved downwards but not replaced by any soil from further upslope. Tillage steps degrade easily and need to be measured soon after tillage. The trapezoid step calculation is preferred over the triangular step calculation (TURKELBOOM *et al.* 1997) given that this method takes better into account the actual morphology of the tillage step. The trapezoid dimensions of the step were measured three times at each site. The step volume was then calculated with equation (3) :

$$Q_t = Bd \cdot D \cdot \left[B + 0.5 \cdot \left(\frac{D}{\tan(\beta - \alpha)} \right) + 0.4 \cdot \left(C - B - \left(\frac{D}{\tan(\beta - \alpha)} \right) \right) \right] \quad (3)$$

- where α = slope angle of original soil surface (°),
 β = slope angle of step (°),
 D = mean tillage depth (m, measured perpendicular to the soil surface),
 B = bottom length of the tillage trapezoid (m),
 C = length of tillage trapezoid at the soil surface (m),
 Bd = dry bulk density of soil (= 1100 kg/m³).

In order to take into account the slightly convex shape of the tilled soil surface at the downslope side of the tillage trench, a coefficient of 0.4 instead of 0.5 is used in the last term of equation (3).

2.2. FIELD SURVEY

An on-farm survey was conducted while farmers were tilling their land during February 1996. Informal discussions with farmers and field observations

helped to understand the nature and sequence of tillage operations and cultivation practices for various crops. On eight fields, vertical tillage depth, step dimensions and hoe size were measured. The angle of repose of soil clods in field conditions was assessed at fifteen sites by measuring the slope angle of the soil surface where clods had started to roll down as a result of tillage and walking.

3. Results and Discussion

3.1. THE NATURE OF THE TILLAGE OPERATION

Tillage depth depends on a large number of factors. The length of the hoe blade and the slope of the field were expected to be important factors controlling tillage depth, but field measurements showed that many other factors are interfering (TURKELBOOM *et al.* 1997). Farmers adjusted tillage depth according to the local weed pressure. Fields or zones with much grass (e.g. *Imperata cylindrica*) were tilled deeper in order to kill the roots and rhizomes effectively by drying them on the soil surface. Older fallows that contain few grasses are therefore tilled superficially, whereas fields that were cultivated for several years (and which are normally infested by weeds) are tilled deeper. Other factors that influence tillage depth are texture, rock fragments content, bulk density, presence of cracks and moisture content. Rock fragments in the top soil limit the tillage operation, and hence decrease its depth. An average depth of 8.2 cm (s.d. 1.9 cm, $n = 21$) perpendicular to the soil surface was calculated for use in equation (2).

The mean displacement distance measured by the tracer method ranged from 0.50 m to 1.10 m, depending on the slope angle (table 1). Size of rock fragments was not correlated with the displacement distance ($r < 0.20$) suggesting that the rock fragments were suitable tracers (TURKELBOOM *et al.* 1997).

Table 1
Mean Displacement Distance of Soil due to Manual Tillage (assessed by Tracer Method)

Slope Gradient	Mean Displacement Distance (m)	Standard Deviation (m)	Observations (n)
0.32	0.50	0.19	170
0.41	0.48	0.26	169
0.51	0.54	0.19	174
0.60	0.58	0.28	17
0.82	1.10	0.43	178

On the steepest plot ($S = 0.82$), the angle of repose was exceeded and clods started to roll or slide down by gravity and due to walking by the farmers. Field measurements indicated that the angle of repose of soil clods is about 0.74 - 0.78

for clearings of bamboo and grass fallows, and 0.68 - 0.74 for cultivated fields older than one year. Tillage of older fallows results in larger and stable clods, due to reinforcement of roots, but also associated microbial and fungal growth and metabolites probably play a stabilizing role (OADES 1993). Texture and stoniness affected the angle of repose as well, but they seem to be less important. The method of tillage was another variable : fine tillage (superficial tillage) resulted in a lower angle of repose than rough tillage (deep tillage).

3.2. CALCULATION OF SOIL FLUXES CAUSED BY TILLAGE EROSION

The mean displacement distance measured by the tracer method ranged from 0.50 m to 1.10 m, depending on the slope gradient (table 1), resulting in soil translocation rates (Q_t) between 45 to 100 kg m^{-1} tillage pass⁻¹. Despite the limitations of the trapezoid-step method (i.e. more time-consuming compared to the

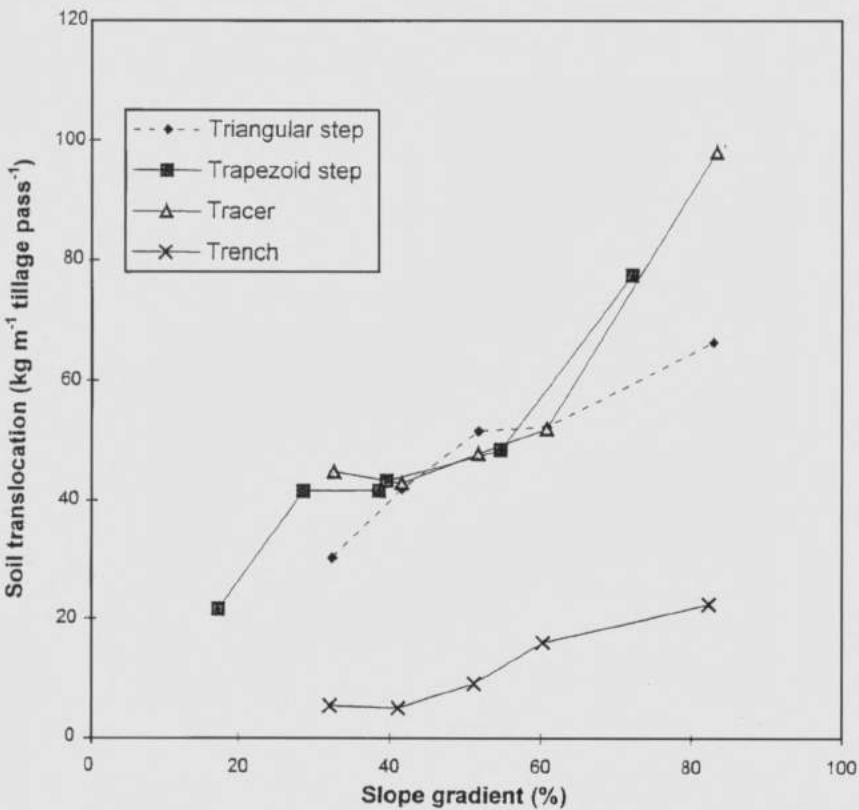


Fig. 2. — Soil translocation by manual tillage assessed by different methods for different slope gradients.

triangle-step method), its results seem superior to the triangle-step method, because : 1) the translocation data obtained via the trapezoid-step method correspond better with those obtained with the tracer method (which is considered the most realistic estimate) (fig. 2) ; and 2) field observations indicate that a trapezoid shape is more accurate in describing the tillage step profile. The coefficient of determination for the relation between slope gradient (S) and soil translocation (Qt) was highest for the triangle-step profile method ($r^2 = 0.94$, $p < 0.01$) followed by the trapezoid-step profile method ($r^2 = 0.90$, $p < 0.01$) and the tracer method ($r^2 = 0.81$, $p < 0.05$) (TURKELBOOM *et al.* 1999).

In order to establish a mean tillage transport coefficient (k), Qt data (calculated using the tracer and the trapezoid-step method) were plotted versus the corresponding S-data, and a regression equation (4) was calculated :

$$Qt \text{ (kg/m/tillage pass)} = 107 \text{ (kg/m/tillage pass)} S \text{ (m/m)} \text{ (} r^2 = 0.84; n = 11 \text{)} \text{ (4)}$$

Table 2

Comparison of mean tillage transport coefficients (k) for several tillage methods applied on steep slopes

Country	Method of Tillage	Assessment Method	Slope (m/m)	k (kg/m)	Source
Rwanda	Manual hoeing	Trench	0.60	173*	WASSMER 1981
Spain	Duckfoot chisel, contour	Tracer	0.01-0.46	139	POESEN <i>et al.</i> 1997
Spain	Duckfoot chisel, up-and-down	Tracer	0.01-0.46	282	POESEN <i>et al.</i> 1997
Thailand	Manual hoeing	Tracer, step	0.17-0.82	107	This study

* Calculated using equation (1).

This equation allows one : 1) to rapidly calculate soil fluxes induced by a single deep tillage pass for a given slope gradient, and 2) to compare tillage erosivity in various environments (table 2). Equation 4 indicates a mean k-value of 107 kg/m for one deep tillage pass with the hoe in northern Thailand. This value is smaller compared to the k-values calculated using tillage data collected in Rwanda (table 2) but in between the k-values corresponding to duckfoot chiselling (on the contour and up- and downslope) on steep slopes in Spain. The higher value for Rwanda (k = 173 kg/m/tillage pass) is probably the result of the larger tillage depth, which was claimed to be around 20 to 25 cm. The down-slope chiselling by a caterpillar tractor in Spain caused a quite large k-value (k = 282 kg/m/tillage pass) because of a deep tillage depth (10 - 21 cm) and the long soil displacement distances.

A closer look at the Qt-S relation (fig. 3), however, reveals that a single linear equation does not perfectly describe this relation. In fact, different relationships can be identified for different slope gradient ranges (TURKELBOOM *et al.* 1999) :

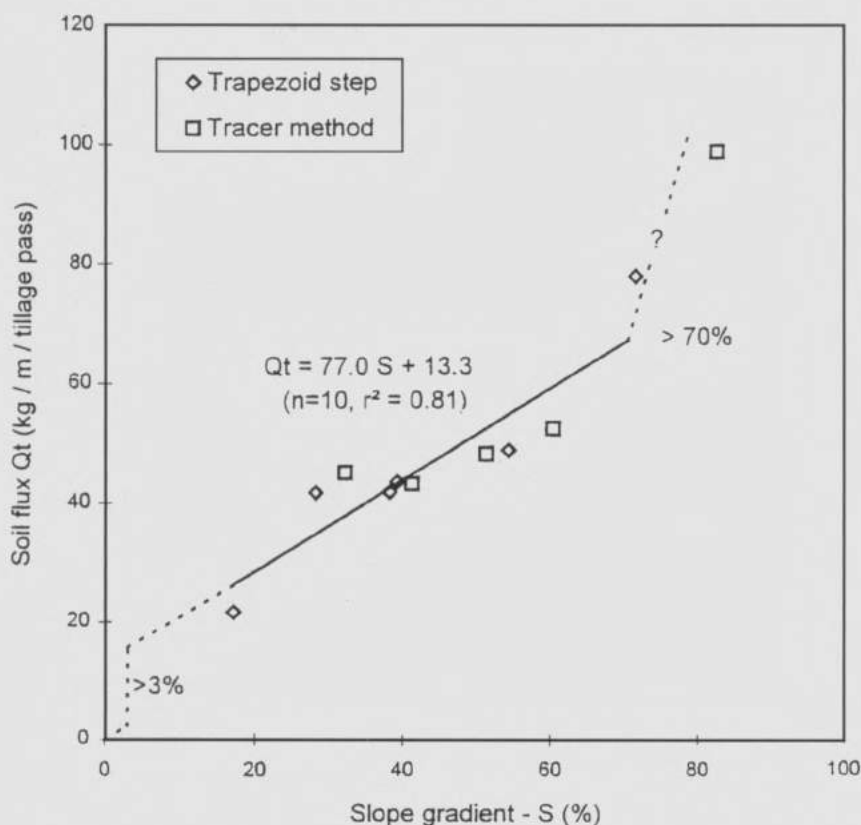


Fig. 3. — The physical relationship between slope gradient and soil flux (Q_t) by tillage. For slope gradients smaller than 3 %, random tillage directions prevail, above a slope gradient of 70 % (which corresponds to the angle of repose of the soil clods), sliding and rolling of the tilled soil clods can take place.

1. For the slope gradient range between 20 % and 70 %, reliable soil translocation values were obtained by the tracer method ($n = 5$) and the trapezoid-step method ($n = 6$). These data were combined to develop a linear regression equation between slope gradient and soil flux (equation (5)). The soil flux for the 82 % slope gradient was excluded from the regression analysis, because a second process was involved. Although no measurements were conducted at very gentle slopes, it seems reasonable to extrapolate the linear relationship to slope gradients down to 3 % (fig. 3) :

$$Q_t = 77.0 \cdot S + 13.3 \quad (\text{if } 3 \% < S < 70 \%) \quad (5)$$

2. For very gentle slope gradients (i.e. $S < 3 \%$), farmers do not have a preferred tillage direction. Hence, over the years the soil flux will greatly balance out

and approach 0 kg m^{-1} . Although no measurements were conducted in this slope range, it can be expected that there is a net movement downslope as a tillage operation downslope still moves slightly more soil than an upslope tillage operation. The soil flux equation at this slope gradient range (equation (6)) is assumed to be similar as equation (5) minus the intercept which cancels out in the calculation of net downslope translocation.

$$Q_t = 77.0 \cdot S \quad (\text{if } S < 3 \%) \quad (6)$$

The threshold slope gradient for random tillage direction is estimated to be around 3 %. Above this threshold, farmers always start to till from the bottom of the field and gradually progress in an upslope direction.

3. Above the angle of repose, clods start to slide and roll downslope. The angle of repose for rough tilled fields was identified to be around 35° equalling a slope gradient of 70 % (TURKELBOOM *et al.* 1997). Under these conditions, soil flux does not depend on the slope gradient anymore, but on the downslope length of the parcel area which has a slope gradient steeper than the angle of repose. Soil fluxes for these conditions can be described by equation (7) :

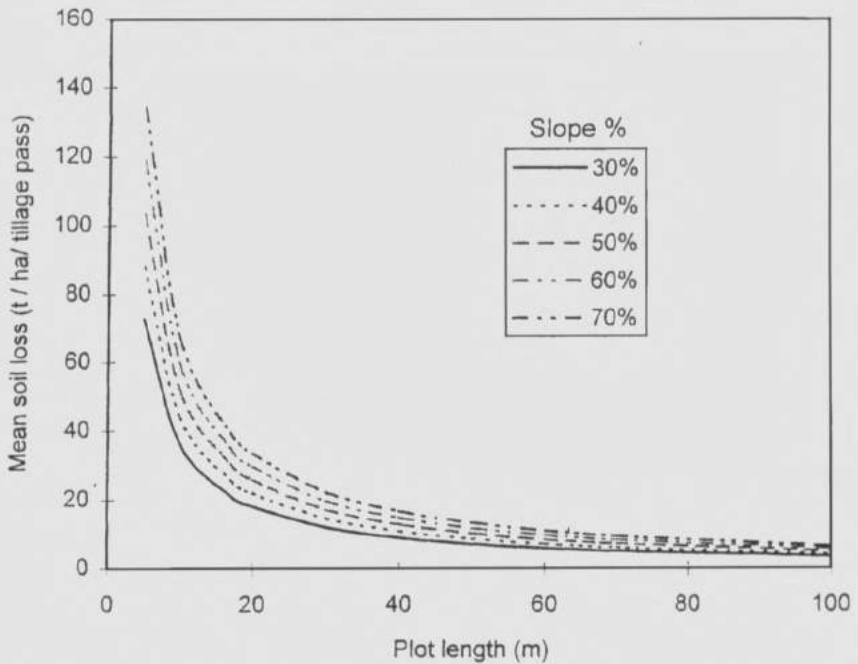


Fig. 4. — Calculated mean soil loss after one deep tillage pass as a function of plot length and soil surface slope gradient (based on equations (5) and (8)).

$$Qt = L_{>70\%} \cdot D \cdot Bd \quad (\text{if } S > 70 \%) \quad (7)$$

where $L_{>70\%}$ = downslope length of the parcel having a slope gradient $> 70 \%$.

The complex relationship between Qt and S , presented in this paper, is considered an improvement over equation (4) as it describes the physical reality in the field more closely and as it clearly indicates two important slope thresholds where soil flux significantly changes with slope gradient, i.e. 3 % and 70 %.

3.3. ASSESSMENT OF TILLAGE EROSION RATES

Mean soil losses per hectare for one tillage pass as a function of plot length and slope are shown in a nomograph (fig. 4). Soil losses are calculated using the equations (5) and (8) :

$$\text{Mean Soil Loss (kg / ha / tillage pass)} = \frac{\text{flux (kg / m / tillage pass)} \cdot 10,000 \text{ m}^2}{\text{parcel length (m)} \cdot \text{ha}} \quad (8)$$

The nomograph shows that the mean soil losses due to tillage erosion can vary dramatically, and that this variation is mainly dependent on slope length, and to a lesser extent on slope gradient. On very short plots, soil losses by tillage erosion can reach up to 100 t/ha/tillage pass. For a typical hilltribe field plot with a length of 30 - 50 m and a slope gradient of 0.30 - 0.60, 7 to 19 t/ha would be exported from the plot by one deep tillage operation. Soil movement can reach spectacular rates (50 - 120 t/ha) on fields with very small slope lengths, such as home gardens or fields with buffer-strips. Soil loss by tillage from fields with a slope gradient larger than the angle of repose can even be much higher as the complete tilled topsoil is prone to sliding. In that case up to 900 t/ha (= total mass of the tilled topsoil) can be translocated. This indicates that tillage erosion can contribute significantly to soil degradation, gradual terracing (or progressive terrace formation), colluviation and hillslope evolution via soil profile truncation.

3.4. SOIL FLUXES RELATED TO DIFFERENT CROPPING SYSTEMS

Tillage rates for each cropping cycle will be different, as each crop requires a specific soil management. Although no measurements were made of tillage erosion other than the deep tillage, rates can be estimated based on the experience gained during the conducted experiments, farmer interviews and field observations. Table 3 shows the soil fluxes (Qt) caused by the present cultivation practices for the five dominant field crops of Pakha for a field with a slope gradient of 0.40. The Qt -values shown are only indicative. In reality, variations can be observed depending on labour availability, previous crop and actual weed pressure.

Table 3

Tillage Erosion Risk for the Five Most Important Annual Cropping Systems in Pakha, Northern Thailand

	Upland Rice	Maize	(Soy) Beans	Cabbage	Ginger
Cultivation Period	6 months	3 months	3 months	3 months	5 or 10 months
Soil flux (kg/m) :					
Land preparation					
Deep tillage (hoe) ¹	44 (100 %) ⁵	0 / 44 (30 / 70 %)	0 / 44 (50 / 50 %)	44 (100 %)	44 (100 %)
Smoothing / fine tillage (hoe) ²	11 (100 %)			11 (100 %)	0 / 12 (50 / 50 %)
Cleaning (hoe or rake) ⁴	4 (100 %)			4 (100 %)	
Stale seedbed weeding (hoe) ¹	11 (100 %)				
Construction of beds (hoe) ¹				9 (100 %)	
Soil flux (kg/m): Planting ⁴					
	<i>bamboo stick</i>	1 <i>hoe</i>	<i>bamboo stick/ little hoe</i>	<i>little hoe</i>	1 <i>hoe</i>
Soil flux (kg/m): Weeding					
1 st weeding ^{2,3}	4 (100 %) <i>little hoe</i>	0 / 8 (50 / 50 %) <i>hoe or knife</i>	0 / 4 (50 / 50 %) <i>(little) hoe</i>	4 (100 %) <i>little hoe</i>	4 (100 %) <i>little hoe</i>
2 nd weeding ^{2,3}		0 / 8 (50 / 50 %) <i>hoe</i>			
3 rd weeding ⁴	<i>hand + knife (hand + knife)</i>				<i>(hand + knife)</i>
SUM soil flux (kg/m/crop cycle)	74	9 - 61	0 - 48	72	49 - 61
Tillage transport coefficient, k (kg/m/crop cycle)	185	23 - 153	0 - 120	180	123 - 153

¹ : based on tillage experiment.

² : based on estimated tillage depth.

³ : based on estimated % of the soil surface affected by tillage.

⁴ : estimate

⁵ : indicates the frequency of cultivation practice causing the soil flux indicated above.

Grey shaded boxes without text: Cultivation practice does not apply to this crop.

Grey shaded boxes with text: Soil flux is negligible.

In the following section, some explanations for the soil fluxes shown in table 3 are given :

—The soil flux rate caused by deep tillage is based on equation (5). All fields which are intended for upland rice, cabbage and ginger will undergo a deep tillage operation. Fields for maize are tilled in about 70 % of the cases (flux

= 44 kg/m). A maize field will not be tilled (flux = 0 kg/m, 30 % of the cases) when there was a good burn or when there are few weeds (first part of rainy season), or when herbicides are sprayed or when the necessary time or labour is lacking (second part of the rainy season). A deep tillage for beans is practised in 50 % of the cases. When beans are grown as a first crop, tillage is often not practised when weed pressure is small. Fields to be planted with beans as a second crop (after maize or fallow) need a weed control by means of a deep tillage or by a herbicide spraying.

- After the deep tillage, the big clods are smoothened to prepare a fine seedbed for upland rice and cabbage. For ginger, fine tillage is performed only when the soil is hard. It is estimated that the displacement distance is the same as for deep tillage, but that the average tillage depth is about 2 cm.
- Organic plant residue is cleared with a rake (cleaning). The amount of soil is quite small, but the displacement distances can be important. The soil flux for cleaning is estimated at 4 kg/m.
- The stale seedbed weeding is only performed for upland rice. The purpose of this method is to kill fast emerging weeds before planting of the crop and to dilute the seed source of weeds. This tillage operation is similar as the fine tillage. Superficial tillage represents about 20 % of the soil flux caused by a deep tillage (Van Keer, pers. comm.).
- In cabbage fields a network of beds and furrows are constructed by moving the soil from the furrows to the beds. This action is similar as the deep tillage, but it affects only 20 % of the soil surface.
- Planting causes little soil displacement. Where a big hoe is used, the soil flux is estimated at 1 kg/m.
- The first weeding is done most thoroughly, as competition risks are most severe during the seedling stage of the crops. During weeding the topsoil is also moved because the roots of the weeds have to be destroyed. When a small hoe is used, 50 % of the top 2 cm is assumed to move over a distance of 40 cm. Healthy beans do not always receive a weeding as they can quickly cover the soil. In maize fields a big hoe is used, which supposedly moves 50 % of the top 4 cm over a length of 40 cm. When the farmer has little time, weeds in maize fields are slashed with a knife only, but then a second weeding by hoe is necessary. When a second crop is planted on the maize plot, a second weeding is conducted as well.
- Herbicides are becoming a more popular alternative for weeding and tillage, especially when there is a labour shortage. However, local farmers consider deep tillage a more efficient weed control measure than herbicides.

Despite the uncertainty of the soil flux caused by some operations, this exercise allows one to make a relative comparison between cropping systems and cultivation operations. The deep tillage operation is clearly the most important cause of soil movement. If deep tillage is conducted, its contribution varies

between 60 % to 90 %. If we sum up the soil fluxes for every cropping cycle, cropping cycles can be classified according to their susceptibility to tillage erosion. Upland rice and cabbage are the most sensitive crops, which is reflected by the high soil fluxes and diffusion constants ($k = 180 - 185 \text{ kg/m/crop cycle}$). Ginger ($k = 123 - 153 \text{ kg/m/crop cycle}$) and maize ($k = 23 - 153 \text{ kg/m/crop cycle}$) cause a moderate soil transport, whereas the cultivation of beans results in the smallest soil flux ($k = 0 - 120 \text{ kg/m/crop cycle}$).

4. Consequences of Tillage Erosion on Steep Slopes

4.1. PROGRESSIVE TERRACE DEVELOPMENT AND DECLINING SLOPE GRADIENTS UNDER BUFFER-STRIP CROPPING

Reducing the slope length is a commonly used strategy in soil conservation. For example, in the much promoted bufferstrip system, fields are sub-divided into alleys with a width of about 5 m in order to reduce water erosion (i.e. sheet and rill erosion) rates. When the buffer-strips are well established, water erosion

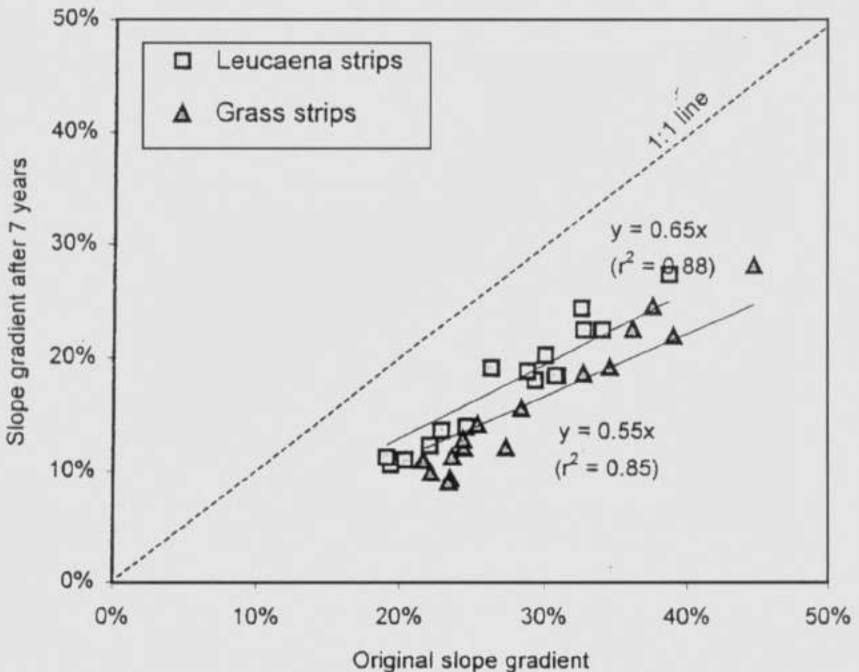


Fig. 5. — Decline of mean slope gradient of the soil surface in 4 to 6 m wide alleys as a result of progressive terrace formation with grass and *Leucaena* buffer-strip systems. Measurements were conducted 7 years after buffer-strip establishment at the Doi Tung experimental station, DLD-IBSRAM (TURKELBOOM 1999).

can be effectively controlled (TURKELBOOM 1999). A progressive terrace formation is often observed in fields with hedgerows. This terrace formation is commonly explained by sediment trapping and accumulation in the buffer-strip vegetation.

Progressive terrace formation was clearly observed as well in hedgerows systems in Northern Thailand. This is well illustrated by the declining slope gradients of alleys in between grasses and *Leucaena* bufferstrips (fig. 5, TURKELBOOM 1999). Although trapping of water eroded sediment was observed in the field, it is believed that this process is not the main cause for progressive terrace formation. The previous calculations (fig. 3) indicate that tillage erosion rates are

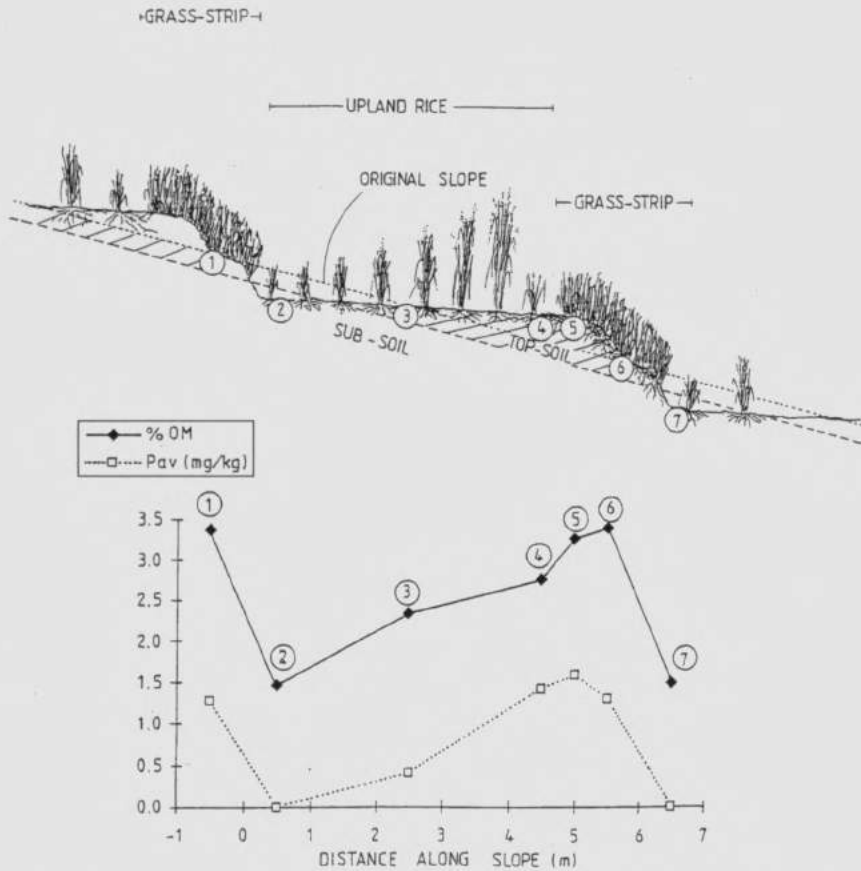


Fig. 6. — Cross-section through a six-year-old alley cropping field with grass buffer strips, indicating the fertility redistribution in the topsoil. OM = organic matter content; Pav, available phosphorus content in topsoil (0-20 cm)(n = 12). Measurements were conducted 7 years after buffer-strip establishment at the Doi Tung experimental station, DLD-IBSRAM (TURKELBOOM 1999).

increasing exponentially when the plot length is reduced. For fields of 5 m length, tillage erosion rates can reach values up to 170 t/ha/tillage pass, whereas water erosion rates become very small at this plot length (on the condition that the buffer-strips are "water erosion-proof"). Cs137 measurements on terraces and contour strips in China, Lesotho and Zimbabwe confirmed that the gross rates of tillage erosion were comparable or greater than gross rates of water erosion (QUINE *et al.* 1999). Along the same lines, NYSSSEN *et al.* (2000) calculated that tillage erosion can be held responsible for half of the sediment deposited behind newly constructed stone bunds in the Tigray highlands (Ethiopia).

4.2. SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PROPERTIES INDUCED BY TILLAGE EROSION

Cultivation of the same field for several years causes a spatial variability of soil properties, especially when the fertility is concentrated in the top layer (fig. 6). Soil fertility near the step will decline as the subsoil will surface, while fertility at the bottom of the plot will increase (on the condition that accumulation of soil takes place inside the plot). This was clearly observed at two fertilized runoff plots at Doi Tung experimental station (Department of Land Development of Thailand and IBSRAM). After five years of cultivation, the tillage steps clearly show a redder colour and a more compacted topsoil than at the surrounding area. The soil organic matter content at the step was 33 % to 48 % lower than the rest of the plot, while the available phosphorus content declined from 1.5 mg/kg to non-detectable levels. This caused the yield of upland rice to decline with 55 % compared to the rest of the plot. During the erosion survey, it was sometimes observed that due to the fertility drop, the top 3 to 5 m of the field plot was abandoned halfway the cropping season, and quickly colonized by weeds. On fields with a short slope length (e.g. alley cropping) this process leads to gradual terrace formation with a steep fertility gradient, which undermines the productivity of these systems (TURKELBOOM *et al.* 1997, 1999).

On steep fields, where tillage steps can become several meters long, it was often observed that this compacted and less permeable zone could induce run off and rills during rain. The rills mostly came to a dead end in the tilled soil, but in some fine tilled fields they continued their downslope development. A downward head development of rills is the opposite of what is normally taking place. This process is similar to the "forward erosion" observed by MOEYERSONS (1991) on steep slopes of Rwanda.

4.3. WATER EROSION VERSUS TILLAGE EROSION

Tillage erosion rates cannot directly be compared with water erosion rates. Firstly, the transport distance is quite different for the two processes. Runoff water is capable of transporting detached soil over longer distances, and is more

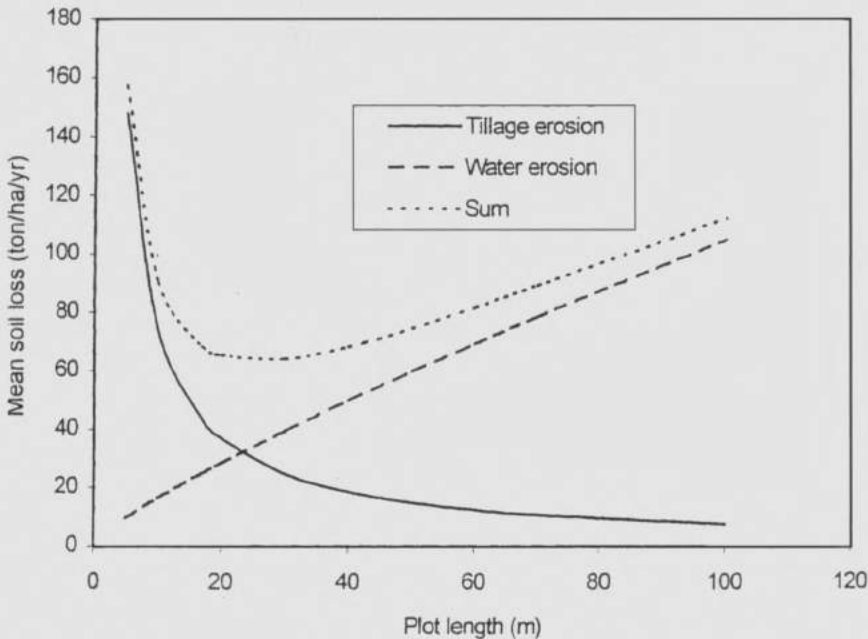


Fig. 7. — Comparison of soil losses due to tillage erosion and due to water erosion (interrill and rill erosion) as a function of slope length for a 40 % steep upland rice field. Mean soil loss figures for tillage erosion during a complete cropping cycle were deduced from figure 4 and table 3. For interrill and rill erosion, a mean annual soil loss of 50 t/ha/year was assumed for a plot on a 40 % slope with a length of 40 m and cultivated with upland rice. This rate was extrapolated for shorter and longer plots using the L-factor for a high rill to interrill ratio according to the Revised Universal Soil Loss Equation (McCOOL *et al.* 1997). For a 40 % slope gradient, this corresponds with the equation $L\text{-factor} = (\text{plot length (m)} / 22.13 \text{ m})^{0.81}$.

likely to reach the fluvial system. Soil moved by tillage erosion will more likely accumulate at the bottom of the field, especially when the field is concave or when there is a vegetative border at the bottom of the field. Secondly, the nutrient transport for the two erosion processes is quite different. Interrill and rill erosion mostly transport the finer (and more fertile) particles more selectively, whereas tillage erosion moves a part of the fertile top-soil downslope in a non-selective way. The impact on soil fertility therefore depends on the nutrient distribution over the profile. Thirdly, it should be kept in mind that both water erosion and tillage erosion can vary considerably depending on the local conditions. The following comparisons should be interpreted with these limitations in mind. Water erosion removes soil mainly from the lower part of the field, whereas tillage erosion primarily denudes the top and the convex part of the field. If off-site effects are of greatest concern, attention should be focused mainly on fluvial processes, although it should be noticed that tillage can create an accumulation of loose soil at the bottom of the field (soil banks) which can be an important delivery source

of easily erodible sediment, especially when the field is close to the fluvial network. The presence of a vegetation barrier (e.g. buffer strips) at the bottom of the field has an important impact in this respect.

For a typical upland rice field of 40 m long and a slope of 0.40, an average soil loss by interrill and rill erosion of 50 t/ha/year can be assumed for northern Thailand (based on TANGTHAM 1991, Soil Fertility Conservation project 1992, FORSYTH 1994). The cultivation practices during one cropping cycle on such a field creates a soil loss equal to 36 % of the soil lost by water erosion. Two opposing effects of slope length on mean soil loss are detected : water erosion is positively correlated with plot length, while tillage erosion is negatively correlated with it (fig. 7). As a rule of thumb, on cultivated fields shorter than 25 m tillage erosion is the dominant process causing soil losses, whereas water erosion is more important on fields longer than 25 m.

4.4. POTENTIAL SOLUTIONS

As the first purpose of tillage is to control weeds, the pressure and type of weed will influence the tillage frequency and hence, tillage erosion rates. Any measure that reduces the weed intensity, will automatically lead to a reduced soil loss by tillage erosion. Environmentally friendly methods to control weeds are related to management of the fallows, the timing of slashing, burning, weeding and tilling and the efficiency of the crops to cover the soil, which depends on crop choice, crop density, mulching and fertility management (VAN KEER *et al.* 1996). A switch to minimum or no-tillage cultivation may sound as another alternative. However, under the current conditions of northern Thailand, this is only possible by using herbicides, or by switching to perennial cultivation which does not need to be tilled regularly.

The net loss of soil can be reduced if the soil can be kept at the bottom of the field and protected against water erosion. Buffer strips with weeds or with crops can be very useful for this purpose. Cultivation of annual crops on fields steeper than the slope of repose is probably the most dramatic way of soil degradation as the complete topsoil is at risk. The only solution is to avoid fields steeper than 65 % for annual cropping, and use it for perennial crops or leave it for regeneration of the forest. The increasing fertility decline at the top of the field could be compensated by concentrating organic or mineral fertilizers at this zone (e.g. in the case of prunings of alley cropping). But the opposite strategy can also be observed in the field: tillage and water erosion are sometimes actively stimulated in order to concentrate the fertility in a limited zone where a high yield can be obtained (sediment or nutrient harvesting, or controlled colluviation, DE PLOEY & YAIR 1985)). This principle is applied when constructing paddy fields, or in areas where the available soil fertility is too poor to produce a reasonable yield (e.g. the highlands of Ethiopia, Krüger, pers. comm.).

5. Conclusions

The switch from shifting cultivation to more permanent highland cropping systems in northern Thailand led to an increase in soil tillage intensity. In order to quantify soil losses by tillage erosion, a tillage experiment was set up and an on-farm survey was conducted. Soil fluxes due to manual tillage on five slopes (0.32 - 0.82) were measured by monitoring tracers, by measuring tillage step dimensions and by collecting soil material in a trench. The easiest method to assess tillage erosion consists in measuring the trapezoid tillage-step characteristics. The tracer method can serve as a confirmatory method.

Soil fluxes resulting from one manual tillage pass ranged between 29 and 66 kg/m on slopes between 0.20 and 0.70. This corresponds with a tillage transport coefficient (k) of 107 kg/m. The angle of repose for soil clods is exceeded on slopes steeper than 0.70, which can result in a complete sliding-down of the tilled top layer. The calculated soil fluxes are used to construct a nomograph for estimating soil loss rates resulting from manual tillage erosion as a function of slope and plot length. Erosion rates on a typical upland field (slope 0.30 - 0.60, slope length 30 m-50 m) range from 7 to 19 t/ha/tillage pass. The on-site effects of tillage erosion will be more pronounced, if the fields are short, cultivated for upland rice or cabbage, or when weed pressure is high. Tillage erosion results in a tillage step with low soil fertility and low infiltration capacity. Solutions for this form of land degradation depend on the degree that tillage intensity can be reduced. This might happen by an improved weed management or by changing to perennial cropping. Other strategies are concentrating nutrients on the truncated zones and retaining soil on the field by vegetative buffers.

In conclusion, although not at all apparent, tillage erosion is an important process in northern Thailand, which has to be considered when assessing soil degradation rates or when studying hillslope evolution.

ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely thank the farmers of Pakha, our translator Kasea and the Hill Area Development Foundation (HADP) for their kind cooperation in the field, K. Van Keer and all our colleagues of the Soil Fertility Conservation (SFC) project for their support.

The SFC research was sponsored and assisted by the Belgian Agency for Development Cooperation (BADC), the Flemish Inter-University Council (VLIR), the International Rice Research Institute (IRRI), the Flemish Organisation for Development Cooperation and Technical Assistance (VVOB), Mae Jo University (MJU), the Catholic University of Leuven (K.U.Leuven) and the National Research Council of Thailand (NRCT). This study is a contribution to the Soil Erosion Network of the Global Change and Terrestrial ecosystems Core Research Programme which is part of the International Geosphere-Biosphere Programme.

REFERENCES

- BOLLINNE, A. 1971. Les rideaux en hesbaye gembloutoise. — *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, **7** : 61-67.
- COLLINS, M., SAYER, J. & WHITMORE, T. 1991. The conservation atlas of tropical forests - Asia and the Pacific. — International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland, 253 pp.
- DE PLOEY, J. & YAIR, A. 1985. Promoted erosion and controlled colluviation : a proposal concerning land management and landscape evolution. — *Catena*, **12** : 105-110.
- FORSYTH, T. 1994. The use of caesium-137 measurements of soil erosion and farmers' perceptions to indicate land degradation amongst shifting cultivators in northern Thailand. — Mountain Research and Development, January 1994.
- GOVERS, G., VANDAELE, K., DESMET, P., POESEN, J. & BUNTE, K. 1994. The role of tillage in soil redistribution on hillslopes. — *European Journal of Soil Science*, **45** : 469-478.
- GOVERS, G., QUINE, T., DESMET, P. & WALLING, D. 1996. The relative contribution of soil tillage and overland flow erosion to soil redistribution on agricultural land. — *Earth Surface Processes and Landforms*, **21** : 929-946.
- GRANDSTAFF, T. 1980. Shifting cultivation in northern Thailand - Possibilities for development. — *Resource Systems Theory and Methodology Series*, The United Nations University, Tokyo, **3**, 44 pp.
- GUIRESSE, M. & REVEL, J. C. 1995. Erosion due to cultivation of calcareous clay soils on the hillsides of south west France : II. Effect of ploughing down the steepest slope. — *Soil & Tillage Research*, **35** : 157-166.
- HINTON, P. 1970. Swidden cultivation among the Pwo Karen of northern Thailand : Present practices and future prospects. — In : International seminar on shifting cultivation and economic development in northern Thailand. Land Development Department, Bangkok.
- LINDSTROM, M., NELSON, W. & SCHUMACHER, T. 1992. Quantifying tillage erosion rates due to mouldboard plowing. — *Soil and Tillage Research*, **24** : 243-255.
- LOBB, D. A., KACHANOSKI, R. G. & MILLER, M. H. 1995. Tillage translocation and tillage erosion rates on shoulder slope landscape positions measured using ¹³⁷Cs as a tracer. — *Canadian Journal of Soil Science*, **75** : 211-218.
- MCCOOL, D. K., FOSTER, G. R. & WEESIES, G. A. 1997. Slope length and steepness factors (LS). — In : RENARD, K. G., FOSTER, G. R., WEESIES, G. A., MCCOOL, D. K. & YODE, D. C. (Eds.), Prediction soil erosion by water : A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA-ARS. *Agriculture Handbook*, **703** : 101-141.
- MECH, J. & FREE, G. 1942. Movement of soil during tillage operation. — *Agricultural Engineering*, **23** : 379-382.
- MOEYERSONS, J. 1991. Ravine formation on steep slopes : Forward versus regressive erosion - Some case studies from Rwanda. — *Catena*, **18** : 309-324.
- NYSSSEN, J., POESEN, J., MITIKU HILE, MOEYERSONS, J. & DECKERS, J. 2000. Tillage erosion on slopes with soil conservation structures in the Ethiopian highlands. — *Soil & Tillage Research*, **57** : 115-127.
- OADES, J. M. 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. — *Geoderma*, **56** : 377-400.

- PAPENDICK, R. & MILLER, D. 1977. Conservation tillage in the Pacific Northwest. — *Journal of Soil and Water Conservation*, **32** : 49-56.
- POESEN, J., VAN WESEMAEL, B., GOVERS, G., MARTINEZ-FERNANDEZ, J., DESMET, P., VANDAELE, K., QUINE, T. & DEGRAER, G. 1997. Patterns of rock fragment cover generated by tillage erosion. — *Geomorphology*, **18** : 183-197.
- QUINE, T. A., DESMET, P. J., GOVERS, G., VANDAELE, K. & WALLING, D. E. 1994. A comparison of the roles of tillage and water erosion in landform development and sediment export on agricultural land near Leuven, Belgium. — *In* : OLIVE, L. J., LOUGHRAN, R. J. & KESBY, J. A. (Eds.), Variability in stream erosion and sediment transport. *IAHS publication*, **224** : 77-86.
- QUINE, T. A., WALLING, D. E., CHAKELA, Q. K., MANDIRINGANA, O. T. & ZHANG, X. 1999. Rates and patterns of tillage and water erosion on terraces and contour strips : evidence from caesium-137 measurements. — *Catena*, **36** : 115-142.
- REVEL, J. C., COSTE, N., CAVALIE, J., COSTES, J. L. 1989. Premiers résultats expérimentaux sur l'entraînement mécanique des terres par le travail du sol dans le Terrefort toulousain (France). — *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, **25** (1-2) : 111-118.
- REVEL, J., GUIRESSE, M., COSTE, N., CAVALIE, J. & COSTES, J. 1993. Erosion hydrique et entraînement mécanique des terres par les outils dans les côteaux du sud-ouest de la France. — *In* : WICHEREK, S. (Ed.), Farm Land Erosion in Temperate Plains Environment and Hills, Elsevier, Amsterdam, pp. 551-562.
- REVEL, J. C. & GUIRESSE, M. 1995. Erosion due to cultivation of calcareous clay soils on the hillsides of south west France : I. Effect of former farming practices. — *Soil & Tillage Research*, **35** : 147-155.
- ROOSE, E. 1994. L'érosion mécanique sèche. — *In* : Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols. *FAO - Soil Bulletin*, **70**. FAO, Rome, pp. 85-87.
- Soil Fertility Conservation project 1992. Research report 1989-1992. Mae Jo University, Thailand - Catholic University Leuven, Belgium, 255 pp.
- TANGTHAM, N. 1991. Erosion study and control in Thailand. — Soil erosion and debris flow control (5-8 November, 1991). The Indonesian Institute of Science, Yogyakarta, Indonesia, 32 pp.
- TURKELBOOM, F. 1999. On-farm diagnosis of steepland erosion in northern Thailand. Integrating spatial scales with household strategies. — Ph.D. thesis, K.U. Leuven, 309 pp.
- TURKELBOOM, F., POESEN, J., OHLER, I., VAN KEER, K., ONGPRASERT, S. & VLASSAK, K. 1997. Assessment of tillage erosion rates on steep slopes in northern Thailand. — *Catena*, **29** : 29-44.
- TURKELBOOM, F., POESEN, J., OHLER, I. & ONGPRASERT, S. 1999. Reassessment of tillage erosion rates by manual tillage on steep slopes in northern Thailand. — *Soil & Tillage Research*, **51** : 245-259.
- VAN KEER, K., VEJPAS, C. & TREBUIL, G. 1995. Effects of farmers' practices on weed infestation in an upland rice based swidden system in northern Thailand. — The second weed science congress (25-27 May, 1995), Peradeniya, Sri Lanka, 15 pp.
- VAN KEER, K., COMTOIS, J. D., ONGPRASERT, F. & TURKELBOOM, F. 1996. Options for soil- and farmer-friendly agriculture in the highlands of northern Thailand. — Soil fertility conservation project, Mae Jo University, Thailand - K.U. Leuven, Belgium.

- VAN MUUSEN, W., GOVERS, G., BERGKAMP, G., ROXO, M. & POESEN, J. 1999. Measurement and modelling of the effects of initial soil conditions and slope gradient on soil translocation by tillage. — *Soil & Tillage Research*, **51** : 303-316.
- WASSMER, P. 1981. Etude de l'érosion des sols et de ses conséquences dans la Préfecture de Kibuye. — Thèse de Doctorat de 3^e cycle. Université Louis Pasteur, Strasbourg, pp. 65-71.
- YATSUKHNO, V. M. 1976. Study of the erosion by mechanical soil cultivation in rolling and hommocky sinking relief in Belorussian SSR. — Regulations governing the occurrence of erosive and river-bed processes in different natural conditions, Izd. Moskovskogo universiteta, Moscow.
- ZACHAR, D. 1982. Soil erosion. — *Developments in Soil Science*, No. 10, Elsevier, 547 pp.

Recent Discoveries of Gold, Zinc and Diamond Deposits in Western Africa; their Socio-Economic Impacts *

by

Pierre GOOSSENS **

KEYWORDS. — Mining ; Aid Programme ; Africa.

SUMMARY. — Some 900 tons of gold and 1 million tons of Zn (Perkoa) have been defined following the discovery and development of five geochemical anomalies by the local geological surveys assisted by multilateral and bilateral aid programmes. The estimated value amounts to US \$ 8.2 billion, while the total cost of the exploration programme was less than US \$ 22.5 million. The return on each dollar invested thus amounts to US \$ 360 ! By the end of 1999, 86 tons of gold had been produced from only two (Syama and Sadiola, both in Mali) out of the four gold deposits discovered, generating US \$ 800 million. To the local government, this meant some US \$ 100 million in diverse taxes and 3,600 new jobs. Exploitation of the largest gold deposit in the country, i.e. Morila, is to start in 2001, and will contribute even more significantly to the social and economic development. It is to be followed soon by development of Samira, in Niger. Morila was discovered through Belgian bilateral aid. Private and individual Belgian contributions had their impact in each discovery and development phase. The mining sector has a special role to play in the lasting social and economic development of Third World countries and contributes more than any other sector.

TREFWOORDEN. — Mijnbouw ; Hulpprogramma ; Afrika.

SAMENVATTING. — *Recente ontdekkingen van goud-, zink- en diamantafzettingen in West-Afrika ; hun socio-economische impact.* — De ontdekking van vijf geochemische bodemanomalieën door de nationale geologische diensten, bijgestaan door multi- en bilaterale ontwikkelingsprogramma's, heeft geleid tot de definitie van 900 ton goud en 1 miljoen ton zink (Perkoa). De geschatte waarde van deze ertsafzettingen bedraagt 8,2 miljard dollar, tegenover een totale kostprijs voor het ontginningsprogramma van 22,5 miljoen dollar. Elke geïnvesteerde dollar heeft dus 360 dollar opgebracht ! Eind 1999 waren reeds zo'n 86 ton goud ontgonnen uit twee (Sadiola en Syama, beide in Mali) van de vier ontdekte goudafzettingen, voor een totaalwaarde van 800 miljoen dollar. Voor de lokale regering betekent dit 100 miljoen dollar in taksen en 3 600 nieuwe jobs ! De ontginning van de belangrijkste goudafzetting van het land (Morila) is gepland voor 2001 en zal een nog

* Paper presented at the meeting of the Section of Technical Sciences held on 26 May 2000. Text received on 21 June 2000.

** Member of the Academy ; prés.-dir. gén. Bureau of Geological Consultancy (BUGECO).

grotere impact hebben op de economische en sociale ontwikkeling. In Niger voorziet men binnenkort de start van de ontginning van de Samira-afzetting. Morila werd ontdekt met bilaterale Belgische hulp. De Belgische bijdrage, zowel privé als individueel, heeft haar stempel gedrukt op elke ontdekkings- en ontwikkelingsfase. De mijnbouwsector, meer dan om het even welke andere sector ook, draagt op een substantiële manier bij tot de sociale en economische ontwikkeling van de derdewereldlanden.

MOTS-CLES. — Exploitation minière ; Programme d'aide ; Afrique.

RESUME. — *Découvertes récentes de gisements d'or, de zinc et de diamants en Afrique occidentale ; la contribution belge.* — 900 tonnes d'or et un million de tonnes de Zn (Perkoa) ont été définies, après la découverte et le développement de cinq anomalies géochimiques, par les services géologiques nationaux avec le concours de l'aide multilatérale et bilatérale. La valeur de ces minéralisations totalise 8,2 milliards de dollars tandis que les coûts de l'aide n'arrivent pas à 22,5 millions de dollars. Chaque dollar investi a produit 360 dollars ! Jusqu'à la fin de 1999, 86 tonnes d'or ont déjà été extraites de deux (Syama et Sadiola, au Mali) des quatres gisements découverts et ont généré 800 millions de dollars. Le gouvernement, à travers la fiscalité, a collecté 100 millions de dollars et 3 600 nouveaux emplois ont été créés. Le gisement le plus important, Morila au Mali, commencera son exploitation en 2001 et contribuera d'une façon encore plus importante au développement social et économique du pays. Il sera suivi de près par Samira au Niger. Morila fut découvert avec l'aide bilatérale belge. La contribution belge, privée et individuelle, s'est fait sentir dans chaque découverte et stade de développement. Le secteur minier, plus que tout autre secteur, contribue, d'une façon significative, au développement social et économique des pays pauvres.

1. Introduction — The Financial Aspect

Prior to independence, the colonial empires had built up excellent Geological Surveys in each of their colonies. Geological mapping was progressing and maps were published. Exploration was carried out by private companies or consortia. In French-speaking Africa, the mining industry was controlled by the state, however, and exploration was carried out by state-controlled companies (Bumifom and, later, BRGM). Gold exploitations existed in the Gold Coast (Ghana), the Belgian Congo, Upper Volta (Burkina Faso), Tanganyika (Tanzania) and Southern Rhodesia (Zimbabwe). Other commodities being exploited in Africa included :

- Iron ore in Mauritania ;
- Copper and cobalt in the Belgian Congo and Northern Rhodesia (Zambia) ;
- Diamonds in South-West Africa (Namibia), Angola, the Belgian Congo, Tanganyika ;
- Bauxite in Guinea ;
- Phosphate in Senegal ;
- Manganese in Gabon, the Gold Coast (Ghana) and Ivory Coast ;
- Uranium in Gabon, South-West Africa and Niger ;

- Cassiterite and tantalite in the Belgian Congo and Rwanda ;
- Zinc in the Belgian Congo, Northern Rhodesia (Zambia) and South-West Africa.

When most of these countries became independent, their financial resources were not sufficient to sustain and strengthen the exploration and mapping efforts. Created during World War II, the United Nations were concerned with the lack of investments in these emerging nations to propulse their dormant economies. Many of these countries had adopted a socialist regime and nationalized their industry, and in particular their mining industry (Gecamines, ZCCM, Stamico, SNIM, etc.). The governments neglected to pursue the geological investigations and most of the Geological Surveys became obsolete, especially in former French colonies. The United Nations started the United Nations Development Programme (UNDP) to assist those countries. The intention of the programme was to fill the gap, created by the departure of expatriate officials, in those countries which enjoyed a new independence. The total annual fund of UNDP was US \$ 34 million. Twenty years later the annual fund amounts to about US \$ 500 million. Only 6 % of that amount was invested in mineral projects. The World Bank was also eager to finance state programmes. From the sixties to the end of the eighties, the United Nations Technical Department was in charge of the mining sector, through technical assistance programmes conducted by expatriates attached to the relics of Geological Surveys in disarray. The Economic Commission for Africa, located in Adis Abeba, is the local branch for the United Nations efforts. In the eighties, the funds of UNDP dried up and their efforts were replaced by the EEC.

In the eighties, the European Economic Commission (EEC) in Brussels also decided to help the emerging countries, regrouped within the ACP (Africa-Caribbean-Pacific). The countries could use for their mineral sector a portion of the annual amount given by the EEC. The EEC soon realized that the procedures were too slow to save many of the mining industries in difficulties because of international competition. They decided to initiate a special fund, called Sysmin. The goal of this financial instrument is to help ailing mining industries increase their competitiveness and contribute more substantially to the GNP. In addition to these financial facilities, the European Bank for Investments provides loan to private enterprises (for example, Sadiola) in the same way than the International Finance Corporation.

The World Bank was there to provide financial support to governments for which the mining sector was an economic priority. For the private sector, the International Finance Corporation, a World Bank branch, invests just like any other bank. In addition, the World Bank has subsidiaries in each continent; in Africa, this is the African Development Bank (ADB), operating from Abidjan (GOOSSENS 1994).

The financial contributions from individual countries as bilateral aid are more difficult to estimate ; only accurate figures are presented in the text. In addition

to the Western World, the Communist bloc countries also contributed to the general efforts, but their aid was not a gift but was added to the debt each of the African countries owed to the Soviet bloc.

From the start of my involvement with these programmes, I felt a change in the priorities from geological mapping towards mineral exploration. In the early seventies, for example, UNDP created the Revolving Funds for Natural Resources Exploration. This Fund was dissimilar to the Sysmin insofar that it financed more advanced mineral projects (pre-feasibility or even feasibility studies) with the direct hope that private mining companies would take over.

An average UN mineral exploration project has a total budget of US \$ 1.3 million (60 % contributed by UNDP and 40 % by the recipient government).

Among the more significant discoveries and achievements due to the above investments up to 1976, we have to mention :

- Sudan : Hofrat en Nahas - copper (8.7 Mt resources at 4.0 % Cu) ;
- Guinea : Mt Nimba - iron (600 Mt resources at 65 % Fe) ;
- Upper Volta : Tambao - manganese (12 Mt resources at 56 % Mn) ;
- Burundi : Musongati - nickel in laterite (116 Mt resources at 1.44 % Ni).

It must also be pointed out here that the estimate does not take into account the non-measurable benefits, i.e. the training and practical experience acquired by the national staff working together with the international staff, and the build-up of a vast body of data and experience.

One of the fields where the UN projects were successful is **geochemical exploration**. Although this applied science was developed in the former USSR prior to World War II, it was only in the fifties that this exploration method became largely used in the Western World. The UN contracted as technical advisers such pioneers as Prof. Webb (Royal School of Mines) and Hawkes (University of California, Berkeley). The success of the geochemical exploration programmes was also partly due to the development of Atomic Absorption Spectrometry (AAS). In the beginning (mid-sixties), this allowed rapid analysis of most base metals (analysis for gold was not yet possible at that stage) in UN-sponsored large-scale geochemical exploration programmes worldwide. Many of them were very successful. In Africa, however, the lateritic cap and the poor development of permanent drainage in a large part of the continent, did not favour stream sediment surveys. As a result, soil geochemical surveys were adopted.

For example, in Burkina Faso (ex-Upper Volta), we covered large portions of the Birimian greenstone belts by soil sampling. After almost 10 years of continuous efforts and coverage, the UN projects succeeded in discovering the Perkoa Zn deposit.

More recently, UN projects explored parts of Chad and Togo. In Tanzania, they discovered and drilled the Kabanga Ni-deposits and in Burundi the Musongati Ni-laterite deposits. After a recent EEC-financed geochemical exploration programme in Mauritania, *La Source* took an exploration permit covering

an Archaean greenstone belt. Today, Sysmin is financing mining projects in Namibia, Burkina Faso and Gabon. The following further projects are in the pipeline : Gabon (new), Mali, Senegal, Zimbabwe, Niger.

2. Grass-root Exploration Programmes and their Results

2.1. PERKOA (BURKINA FASO)

From 1969 to 1970, the UN mineral project in Upper Volta started large-scale soil and stream sediment geochemical exploration programmes in different sectors of the country. A surface of 2,000 km² was investigated with a coverage of 4 samples per km², taken either in stream sediments or in soils. The survey concluded that soil was better than stream sediments, mainly because wind-transported dust particles cover the poorly developed stream sediments during the dry season with a resulting bias on the sample analyses. On the other hand, due to the lateral mobilization of elements during laterization, a sample of soil taken at the adequate depth represents the alteration product of a large area.

From 1974 to 1982, a new UN mineral project covered an area of 38,000 km² with soil geochemical samples on a grid of 500 x 500 m and at a depth of 30 cm. Each sample was analysed by AAS for Cu, Ni, Co, Zn, Pb. This regional survey was followed by detailed surveys over regional anomalies.

In the case of Perkoa, six grouped soil samples were anomalous in Zn and Pb, covering an area of approximately 1,7 km². The detailed surveys were sampled on a 50 x 25 m grid. All samples were analysed by AAS for Cu, Pb, Zn and Ag (some were also analysed for Mn, Au and Ni). The results showed a strongly elongate Pb-anomaly surrounded by a weaker but larger Zn anomaly. The geochemical survey was followed up by a magnetic survey which showed a strong magnetic anomaly, superimposed on the geochemical ones. Later IP and EM surveys confirmed the existence of a conductive body at depth. It must be noted that the area of the anomalies is flat and contains only a small outcrop of manganiferous volcanic stuff, extremely rich in metals (up to 12,000 ppm Pb, 5,400 ppm Zn and 112 ppm Ag). Prior to drilling, several trenches and wells were excavated across the trend of the anomalies. Analysis of samples taken there confirmed the surface sampling. The first drillhole was executed in January 1982, intersecting 7 m of massive sulphides (80 % of sulphides) rich in Zn (2.1 %), Pb (0.6 %) and Ag (100 g/t), surrounded by a more disseminated mineralization. Six other drillholes followed, each one intersecting mineralization. These holes were sufficient to conclude to the existence of a volcanogenic massive sulphide, rich in Zn, at a depth starting at -70 m. The mineralization is made up mainly of sphalerite with pyrite, and occurs in a volcanic sequence of the Birimian.

Following this discovery, the World Bank decided to finance a feasibility study. The contract was awarded to Penarroya (France). They proved the exist-

ence of a deposit containing 6.1 Mt of ore grading 18 % Zn. The Perkoa deposit is a world-class orebody. Unfortunately, due to the lack of infrastructure and the distance to the closest harbour (Abidjan), exploitation has yet to commence. The same applies to the Mn-deposit at Tambao (Burkina Faso), discovered in the early fifties.

The total cost of the UN project is estimated at around US \$ 3.5 million and the Perkoa deposit contains a nominal mineral value of around US \$ 836 million.

2.2. SYAMA (MALI)

In the eighties, it became possible to routinely analyse gold with AAS. In addition, the price of this precious metal reached an average of US \$ 800 in 1981. Gold was therefore added to base metals as a target of geochemical surveys.

Mali is known for its small-scale gold mining since centuries. The UN mineral project "Or Bagoé" started in early 1984 for two years, and had to cover an area of 25,000 km² by geochemical soil sampling. After an orientation project, a regional survey was carried out on a sampling grid of 1,000 x 200 m. A detailed survey sampled 100 x 20 m grids.

During the regional survey, covering only 8,700 km², a series of gold anomalies were detected, associated with Birimian volcanic rocks. A detailed survey was carried out and, at Syama, a gold anomaly covering an area of 1.2 km² was defined. The detailed survey consisted in collecting 1,064 soil samples and analysing them for Au, Cu, Zn, Pb, Ni and Cr.

Gold background was estimated at 126 ppb with a threshold of 1,000 ppb. At 1 ppm, the anomaly measured 1 km long by 250 to 400 m wide (fig. 1). Gold content peaked at 10 ppm within the anomaly. Old workings were discovered during the survey.

In 1986, BHP-Utah started negotiations with the government to obtain a mining title. Syama mine started gold production in 1990 and, until the end of 1999, had produced 34 tons of gold (export value equivalent to US \$ 321 million). Since 1996, the mine is operated by Randgold, which acquired all BHP's properties in Mali. Present reserve is estimated at 26.7 Mt of ore at 3.1 g/t (82 tons of gold) and resource at 56.2 Mt of ore at 3.1 g/t (174 tons of gold).

The cost of the UN project was US \$ 2.5 million (other anomalies similar to Syama are still to be investigated by private companies), and the nominal mineral value still to be extracted is equivalent to over US \$ 2 billion.

2.3. MORILA (MALI)

Between 1986 and 1987, the Belgian government financed a geological mapping and mineral exploration programme in Mali to cover the Massigui square degree mapsheet. The Museum of Tervuren obtained the contract and they subcontracted Bugeco for its execution.

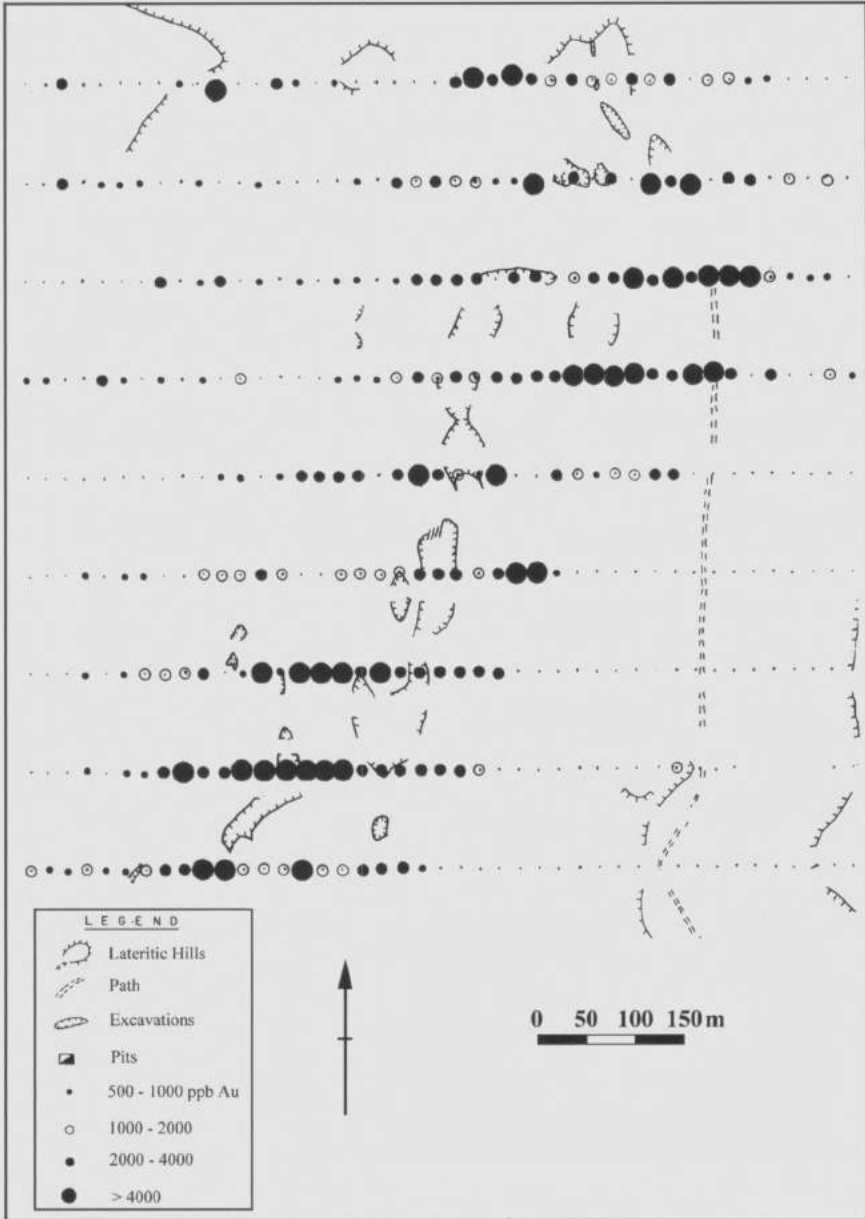


Fig. 1. — Syama. Soil Au Geochemical Anomaly (100 x 20 m).

A regional soil geochemical survey, with a sample density of 0.5 per km², detected several gold anomalies. The surface covered was 12,100 km². Samples were analysed for 15 elements. The threshold for gold in soil was estimated at 20 ppb. Morila was detected during this survey by 3 samples with values above the threshold (with the highest value = 450 ppb), and 7 above 20 ppb. Morila was selected for a more detailed survey.

There is no outcrop within the anomalous area, but several laterite scarps stand up to 10 m above the surrounding areas. In a first stage, samples on a 1,000 x 200 m grid were analysed. This intermediate survey produced 5 more samples above 50 ppb. A detailed survey followed on a sample grid of 400 x 200 m, with subsequent infill at 200 x 100 m covering a surface of 16 km². A total of 4,371 samples were analysed. The gold anomaly defined by the 50 ppb contour contained several samples with gold values >2 ppm (fig. 2). These samples were all located at the foot of the ferruginous scarps. A strong similarity between Syama and Morila exists in terms of landscape and gold content. No old workings were found at Morila, a quite unusual feature for a gold occurrence in Mali.

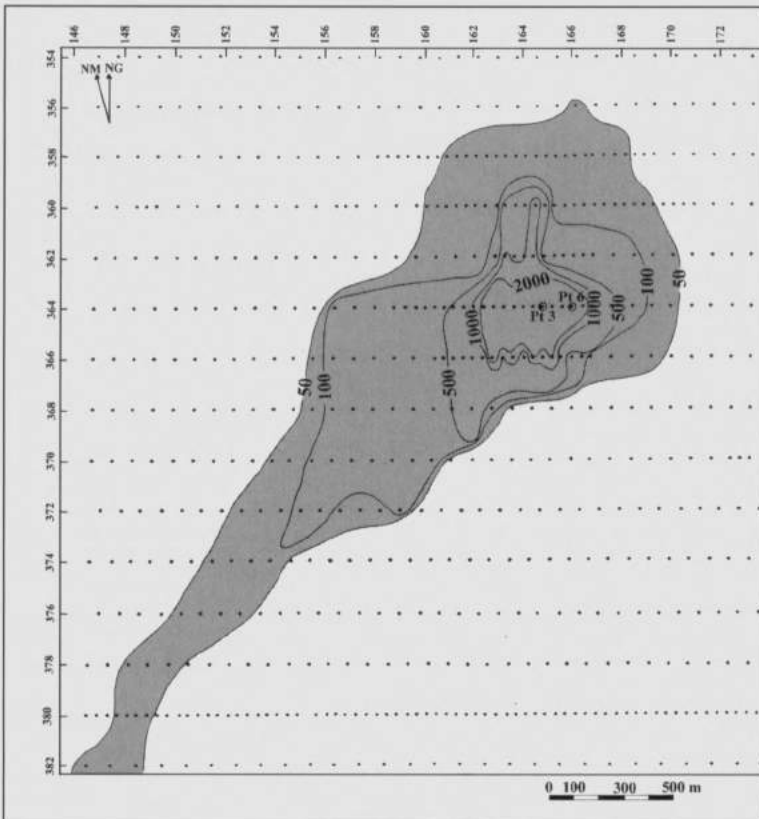


Fig. 2. — Morila. Total Surface of Gold Anomaly above 50 ppb.

Ten pits were excavated and the panning of the material showed visible gold in two of these wells.

In 1989, BHP-Utah obtained the permit but the geologist in charge did not believe in the gold potential of Morila. Only when Randgold acquired BHP's properties did Morila receive the attention it deserved.

Reserves at Morila are currently estimated at 42.7 Mt of ore at 3.8 g/t Au and resource at 41.7 of ore at 3.1 g/t.

The cost of the Massigui project was of the order of US \$ 1.5 million and the nominal mineral value of Morila amounts to around US \$ 2.7 billion.

2.4. SAMIRA (NIGER)

The European Union, through Sysmin, financed a regional survey in the Liptako area. The Liptako region straddles the borders of Niger, Burkina Faso and Mali. In Niger, the Liptako occupies the region west of the Niger River. The area is a gently rolling peneplain above 200 m altitude with a few residual hills up to 350 m. Vegetation is of savannah type with sparse trees.

Systematic regional coverage started in 1989 and the project was terminated in 1994. Because of large eolian deposits and a palaeo-laterite cover, it was decided that the soil sample density should be 500 x 200 m for the regional survey and 200 x 40 m for the detailed survey.

During the regional survey, several gold anomalies were pinpointed, with soil samples grading over 100 ppb. Samira is one of them, outlined by 3 samples over 100 ppb. It is located in the Sirba region.

The prospective geochemical anomaly is adjacent to a major N-S-trending magnetic and electromagnetic contrast outlined by airborne surveys. A detailed geochemical survey over the strategic anomaly on a grid of 40 x 40 m (2,177 samples) outlined a strong anomaly at the 100 ppb level, measuring 5 x 2.5 km. The Samira anomaly was subsequently surveyed by resistivity and IP techniques, which defined narrow NNW-SSE shear zones together with high metal factor responses. The anomaly was drilled by RC and DDH.

The EU-financed project ended with a rough resource estimate at a few million tons of ore at 2 g/t Au.

Etruscan took over the project, expanding drillhole coverage. Present resource estimation at Samira stands at 5.5 Mt of ore grading 2.57 g/t Au.

The total cost of the project is estimated at US \$ 5 million, and the nominal mineral value at US \$ 114 million. Exploitation at Samira will start at the end of 2000.

2.5. SADIOLA AND YATELA (MALI)

The Sadiola gold deposit, located to 77 km south of Kayes, in Mali, is set completely in altered Birimian rocks. Sadiola Hill has been known for its gold workings for a long time.

In the mid-eighties, an exploration survey financed by the EEC and executed by the DNGM, assisted by Klöckner Industrie-Anlagen (Germany), showed a large and strong gold-in-soil anomaly centred on Sadiola Hill. A few pits confirmed the presence of coarse gold in the laterite.

On January 13, 1990, the Ministry of Mines of Mali issued a three-year renewable exploration license to African Gold Exploration and Mining (AGEM), a wholly-owned subsidiary of IAMGOLD (International Mining Gold Corporation) of Markham, Ontario, Canada. The license covered 1,080 km².

On April 5, 1990, the Government of Mali and AGEM signed a "Convention d'Établissement" (agreement) defining the general, technical, legal, administrative, financial, fiscal and social conditions for the exploration and exploitation of deposits in the area covered by the exploration license.

Further exploration work, carried out in 1990 and 1991 by Klöckner on behalf of AGEM, outlined an oxide gold deposit, the resource of which was estimated at 6.7 Mt at an average grade of 4.4 g/t (29.5 tons of gold).

In the spring of 1991, IAMGOLD/AGEM requested Watts, Griffis and McOuat Ltd (WGM) to review previous exploration work performed at Sadiola, prepare a Preliminary Feasibility Study and make recommendations for further work. The Study was positive and WGM strongly recommended a large multimillion dollar mineral exploration programme. In 1992, WGM carried out 37 inclined diamond drillholes. Total resource rose to 23.5 Mt at 2.5 g/t Au (59 tons of gold).

This was the time when IAMGOLD was looking for partners, financial and technical, to continue the development of Sadiola Hill. BHP was already in Mali, but they turned down a partnership agreement because their geologists and the management never rightfully appreciated the potential of Sadiola. Anglo-American then started negotiations and in late 1992 an agreement was signed with IAMGOLD, in which AAC acquired an option for a 50 % stake in the Sadiola concession, in the event that the planned feasibility study, financially supported by AAC, turned out positive. AAC was committed to drill an additional 325 holes, representing 32,358 m. At the conclusion of this drilling programme, the mineable reserves were calculated at 52.18 Mt at 2.23 g/t (116 tons of gold) and resource at 98 Mt at 1.6 g/t (157 tons of gold).

It is evident that the Sadiola gold deposit is one of the major discoveries of this decade in the world, and the best new discovery in Africa. Production started in 1997 and by the end of 1999, the mine had already produced nearly 52 tons of gold, export value equivalent to US \$ 485 million.

Today, the reserves are estimated at 39.1 Mt of ore at 2.23 g/t and the resources at 98 Mt of ore at 1.6 g/t. The nominal mineral value still contained in the deposit is estimated at around US \$ 2 million.

In 1999, Anglogold and IAMGOLD announced the development of a new orebody, 25 km north of Sadiola, the Yatela gold deposit, calculated so far at 20.5 Mt of ore grading 2.9 g/t Au (59 tons of gold). In between the two, lies an-

other gold mineralization, the Alamoutala ore body, estimated to contain 2.0 Mt ore at 2.5 g/t (5 t Au).

The cost of the EU project amounted to US \$ 10 million.

2.6. DIAMONDS IN MAURITANIA

More recently, exploration efforts in the northern part of Mauritania have resulted in the discovery of unsuspected kimberlitic pipes and diamonds. The discovery is due to the right combination of airborne geophysical survey and heavy minerals sampling and analyses. In addition to these discoveries, the private company in charge of the operation has also found gossan rich in gold. Many more years of effort will be needed to envisage an exploitation of diamonds in this remote territory.

3. Economic impact

In twenty five years of grass roots field exploration financed by multilateral and bilateral aid programmes, two gold deposits were successfully put into production and an additional resource of 900 tons of gold has been defined (see Table 1). The value of the production (until the end of 1999) has reached a total of US \$ 800 M. The estimated value of the resource defined (Zn included) amounts to US \$ 8,170 M.

Table 1
Reserves, resources and estimated value of the new discoveries

	Reserves	Metal (tons)	Value (US \$ M)	Resources	Metal (tons)	Value (US \$ M)	Production (tons)	Value (US \$ M)
Perkoa (80 % recovery)				6.1 Mt 18% Zn*	1 Mt	836		
Syama (90 % recovery)	26.7 Mt 3.1g/t	82	664	56.2 Mt 3.1 g/t Au*	174	1,410	34.256	321
Morila (90 % recovery)	42.7 Mt 3.8 g/t	162	1,313	41.7 Mt 4.1 g/t Au	171	1,386		
Samira (90 % recovery)				5.5 Mt 2.57 g/t Au	114			
Sadiola (90 % recovery)	39.1 Mt 2.23 g/t	87	705	98 Mt 1.6 g/t Au	156	1,264	51.760	484.9
Yatela (90 % recovery)				20.5 Mt 2.9 g/t Au	59	478		
Total Gold		331			574			
TOTAL			2,682			5,488	86.016	805.8

* Au at US \$ 280/oz ; 90 % recovery.

* Zn at US \$ 950/t ; 80 % recovery.

In terms of return on investment, it is interesting to compare the cost of grass-root exploration to the nominal value discovered. Table 2 summarizes the cost of exploration. When it is compared with the figures of Table 1, the ratio is 1:360, i.e. for each dollar invested 360 dollars have been discovered and some of these dollars invested are already producing over US \$ 800 !

Table 2
Multilateral and Bilateral Financial Commitments

	US \$ (million)	Agency	Discoveries
Burkina Faso (1975-81)	3,5	PNUD	Perkoa (Zn)
Mali (1980-85)	2,5	PNUD	Syama (Au)
Mali (1986-87)	1,5	Belgium	Morila (Au)
Niger (1988-91)	5,0	U.E.	Samira (Au)
Mali (1992-95)	10,0	U.E.	Sadiola (Au)
Total	22,5		

4. Social impact

For the governments, the new gold production is a real financial asset. A study we did for the government of Mali ("Economic impact of the mining sector on the national economy", 1999, unpublished) revealed that the gold production of the two mines (Syama and Sadiola) has provided the state with over US \$ 100 M from 1990 to the end of 1999 (tab. 3), and that the mining sector created 3,600 new jobs. These new employments are also responsible for the establishment of new enterprises such as bakeries, butcheries, carpentries, etc.

In 1997 only, the mining companies operating in Mali have spent US \$ 44 million to purchase equipment from local providers, contributing to the creation of other new jobs and new enterprises.

In 1997, the mining companies have disbursed US \$ 12.2 million in salary. The average yearly salary of these new jobs is estimated at 2,101,560 F.CFA. It has been estimated that half of these revenues is spent on family normal cost. The balance, around 1,000,000 F. CFA, is pure benefit to be used for extras. The money available for extras has and will create new jobs in the commercial sector.

5. Conclusions

In addition to the economic and social impacts, the exploration programmes were also responsible for a tremendous increase in applications for exploration permits in every country of the subregion (including Côte d'Ivoire, Guinea, Senegal and Mauritania). Several gold deposits were put into exploitation

Table 3

Economic Impact of the New Gold Production in Mali

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 *	Total
Sales (t) – total	1.974	2.465	3.299	3.039	2.877	4.012	4.336	15.814	22.8	25.4	86.02
Syama Sadiola	1.974	2.465	3.299	3.039	2.877	4.012	4.336	4.062 11.752	4.092 18.708	4.1 21.3	34.256 51.76
Export Value (M US \$)	9.89	11.96	15.13	14.67	29.38	34.16	44.43	172.78	223.92	249.4	805.8
Royalties (M US \$)	.48	.89	.88	.92	1.75	2.35	3.80	10.37	13.53	15.07	50.04
Other taxes (M US \$)					.60	6.74	11.07	10.08	14.0	15.60	58.09
Total taxes (M US \$)	.48	.89	.88	.92	2.35	9.09	14.87	20.45	27.53	30.67	108.13
GDP (in billion US \$)						1.971	1.591	2.178	2.278	(2.392)	
						2 %	3 %	7.9 %	9.8 %	(10.4 %)	

* Estimated.

(Afema and Ity in Côte d'Ivoire, Siguirri in Guinea). Following the efforts of these junior and major companies, it is evident that new deposits will still be discovered and put into exploitation soon. Because of the gold boom (largely due to its high value and the heap-leachable nature of lateritic and saprolitic materials), base metals have been somehow neglected. A better review of all the Cu, Pb, Zn and Ni geochemical anomalies already detected should result in the discovery of other Perkoa-type deposits. The private companies should organize their exploration toward a more grass-roots style, and spend more efforts in understanding the real potential of the Birimian rocks.

It has been shown that all the new discoveries and exploitations are only due to grass-roots exploration programmes, at a time when West Africa was not attractive to private investments. Today, there are enough incentives for large investments in those countries but the promising mineral targets become rare. It is therefore time for the mining companies to address the problem of finding new targets. Grass-roots exploration, combined with a good understanding of the geology, will be required for finding new deposits, not only for gold but more importantly for base metals as well. The lack of geological outcrop has to be balanced by the use of geophysics (classical airborne, complemented by gravimetry). The dolomitic limestones, hosting the gold orebodies at Sadiola and Yatela, were not suspected to have any potential during the surface geological mapping programme. In other parts of West Africa, for example in the Adrar des Iforas (Mali), scientific research by European universities has shown that the Panafrican orogeny has developed ophiolitic sequences, with potential in nickel and associated metals. So many other regions remain unexplored geologically and structurally.

What West Africa has unveiled so far is extremely attractive for any lover of new and exciting scientific adventures.

The creation of a mining industry by the private sector in African countries is an attractive alternative to undecent dependency to aid programmes distributed by the rich countries. The economic and social benefits are so important for the country that many of them are, because of the mining activities, on the verge of building the right infrastructure for industrialization and economic independence.

REFERENCE

- GOOSSENS, P. J. 1994. Mineral priorities in a changing world : A critical review of the multilateral aid to the mining sector. — *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer*, **39** (1993-3) : 411-429.

DISCUSSION

A. Deruyttere. — Quelles sont les perspectives d'exploitation des minerais de zinc découverts ?

P. Goossens. — Tant que l'infrastructure des pays enclavés en Afrique restera pauvre ou inexistante, les coûts de production (y compris ceux du transport des produits commercialisables) dépasseront les revenus miniers. Perkoa, au Burkina Faso, est un gîte très riche en zinc qui serait exploité depuis longtemps s'il se trouvait près d'un port ou dans un pays "développé". Aujourd'hui, la seule façon de contrebalancer le manque d'infrastructure du pays est de découvrir un autre gîte dans le voisinage, de même dimension et de même teneur en Zn. C'est possible dans le contexte volcano-sédimentaire du Birimien mais il faut investir et avoir confiance dans les institutions gouvernementales.

LOFREDENEN — ELOGES

Pierre GOUROU

(Tunis, 31 août 1900 - Bruxelles, 13 mai 1999) *



Notre Académie a perdu le 13 mai 1999, avec son doyen d'âge, un de ses membres les plus éminents. Pierre Gourou a été un des plus grands géographes du 20^e siècle. C'est parce qu'il était reconnu comme un maître de la géographie tropicale qu'il a été appelé à faire partie de notre Académie, en qualité de membre associé, le 13 février 1952. Mais il était aussi un géographe universel, «un des esprits les plus rares de notre temps», a dit de lui Fernand Braudel; un «Trésor de la Nation» aurait-on dit dans un pays comme le Japon, ainsi que l'a si bien rappelé, à l'Académie des Sciences voici quelques mois, notre confrère André Jaumotte, son ami.

Il naît pratiquement avec le siècle, à Tunis, le 31 août 1900, dans une famille d'origine languedocienne. Son père était économiste au Lycée Carnot, où il fit ses études. Comme l'enfant de Baudelaire, amoureux de cartes et d'estampes, il se passionne très vite pour les mondes lointains qu'il découvre dans les atlas et dans les livres. Très peu à cette époque pour le pays dans lequel il vit, la Tunisie, car, a-t-il dit, «la familiarité tue la curiosité». Cependant ce pays lui paraîtra par la suite une illustration éloquentes d'un thème qu'il aimera développer, celui d'un territoire façonné par une succession de civilisations différentes, apportées souvent par la conquête, qui ont aménagé chacune un paysage propre mais en laissant subsister, comme sur un palimpseste, des traces mal effacées des paysages antérieurs.

* Eloge prononcé à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 25 janvier 2000.

Son intérêt pour la géographie l'amène à obtenir à l'Université de Lyon, en 1919, une licence en histoire et géographie puis en 1920, un diplôme d'études supérieures (sur un sujet qui n'annonce pas sa carrière puisqu'il s'agit de «La politique commerciale de Louis XI d'après ses ordonnances et ses lettres») et enfin, après son service militaire, l'agrégation en 1923. Son bon classement aurait pu lui ouvrir les portes des grands lycées de Paris. Il choisit de retourner dans sa ville natale, mais avec l'intention, dès que l'occasion se présenterait, de partir en Extrême-Orient, parce que, a-t-il dit, il «avait été séduit par des lectures d'enfant», et surtout parce qu'il voulait étudier une question qui le préoccupait depuis plusieurs années déjà : celle des densités paysannes particulièrement fortes des plaines, d'influence chinoise, de l'Asie des Moussons.

En 1926, avec sa femme, Hélène Barrion, il s'embarque enfin pour l'Indochine. Le voilà au Lycée de Saïgon. Il est déçu par son affectation parce que la Cochinchine ne correspond pas au thème qu'il voulait étudier. Sur son insistance, il est muté à Hanoï en 1927, au Lycée Albert Sarraut, où il restera jusqu'en 1935. Il enseignera bientôt aussi dans la petite université de cette ville. Il est passionné par son métier de professeur et le sera toute sa vie. Certains de ses lycéens, qu'ils soient français, vietnamiens, laotiens, cambodgiens ou chinois, obtiendront de brillants résultats aux concours généraux de France. Il a compté parmi eux Vô Nguyen Giap, le futur général des armées vietnamiennes qui s'est illustré à Dien Bien Phu. Celui-ci l'aidera, pendant les vacances, à recueillir des informations complémentaires sur les maisons de certains villages tonkinois. Pierre Gourou a raconté avec malice l'attention avec laquelle celui-ci l'écoutait, prenant soigneusement des notes, lorsque, dans une leçon du cours d'histoire, il exposait la manœuvre de Napoléon à Austerlitz.

Il y a, en effet, une face de Pierre Gourou que connaissent seulement ceux qui ont eu le privilège d'avoir été ses étudiants. Car si ceux qui ont entendu ses conférences ou lu ses livres ont éprouvé le plus souvent une grande admiration, ceux qui l'ont écouté, sur les bancs du lycée comme sur ceux de l'université, ont été — et je reprends ici une expression que Lucien Febvre a employée après avoir lu son livre sur l'Asie — véritablement «pris en poigne» et, j'ajouterai, marqués de façon définitive.

A côté de ses activités de professeur, il consacre tous ses loisirs à l'étude du delta du fleuve Rouge, cette surface de 15 000 km², fortement imprégnée de civilisation chinoise, qui porte à cette époque plus de 450 habitants au km². Il en suit toutes les digues. Il enquête personnellement dans 2 000 de ses 8 000 villages et parle longuement avec les paysans. Ce sera le sujet de sa thèse de doctorat d'Etat, «Les paysans du delta tonkinois», qu'il défend en juillet 1936 à la Sorbonne et qui est publiée par l'Ecole Française d'Extrême-Orient, un livre dont Paul Rivet, le fondateur du Musée de l'Homme, dira, avec force mais d'une façon qui ne serait peut-être plus de mode aujourd'hui, qu'il «justifie la présence de la France en Indochine». C'est en grande partie pour l'œuvre qu'il avait accomplie là-bas, qu'il fut fait chevalier de la Légion d'Honneur en 1937.

Hasard d'une vie ! Heureux hasard en tout cas pour tous ceux qui pourront en bénéficier ! A ce moment, l'Université Libre de Bruxelles cherche un successeur à Alfred Hegenscheidt pour son Institut de Géographie. Albert Demangeon, directeur de la thèse, à qui on a demandé conseil, suggère le nom de Pierre Gourou. Le voilà dès lors chargé à Bruxelles de différents cours de géographie humaine et de géographie régionale ainsi que de la co-direction de l'Institut de Géographie. Il le restera jusqu'en 1970, assurera la formation de nombreuses cohortes de géographes, marquera celle de nombreux historiens et prendra une part importante au développement de la géographie en Belgique. Il sera toujours fidèle à Bruxelles, où sa femme et lui se sont fait de nombreux amis et, en dehors de séjours saisonniers sur la côte méditerranéenne, il y restera jusqu'à sa mort.

Il enseigne aussi, à Paris, la géographie de l'Indochine à l'Ecole Coloniale (Ecole de la France d'Outre-Mer). Parmi les étudiants qui viendront écouter ces cours destinés aux futurs cadres de l'administration, il comptera Alain Peyrefitte, qui est mort en novembre dernier et dont on sait l'attention qu'il porta à la Chine. Celui-ci ne manquait jamais de lui envoyer ses livres, en notant soigneusement les pages où il le citait.

Mais nouvel accident de l'histoire : la guerre de 1939-1945 l'écarte de Bruxelles. Les Allemands s'opposent à son retour. Le voilà donc à Montpellier tout d'abord, comme suppléant. Il y reprend les enseignements de Jules Sion, dont il appréciait beaucoup le volume de la Géographie universelle qu'il avait écrit sur l'Asie de Moussons. Puis en 1942, il est maître de conférences à l'Université de Bordeaux. Il y trouve un groupe de jeunes étudiants particulièrement motivés et patriotes, qui feront de grandes carrières par la suite, dont plusieurs en géographie tropicale. Parmi ceux-ci, Guy Lasserre deviendra professeur lui aussi à Bordeaux et Paul Pélissier, après une longue carrière à l'IFAN, à Dakar, enseignera à Nanterre. Le court séjour à Montpellier avait été décisif aussi pour l'orientation des recherches de Gilles Sautter et de Jean Gallais qui deviendront respectivement professeurs à la Sorbonne et à Rouen. Il se fait à Bordeaux de grands amis en la personne de Louis Papy, qui sera longtemps doyen de la Faculté des Lettres et un des constructeurs du nouveau domaine de Talence et avec lequel il dirigera par la suite une collection de manuels pour l'enseignement secondaire, d'un type tout à fait nouveau, et en celle de Gabriel Delaunay qui deviendra un des grands préfets de la République.

Tout cela peut paraître anecdotique. Pourtant ce sera d'un grand poids pour l'essor de la géographie tropicale en France comme nous le verrons. C'est aussi, par son amitié avec Gabriel Delaunay, qu'il sera amené à jouer un rôle dans la lutte contre l'Occupant, dont il n'a jamais voulu parler ou tirer gloire mais qui fut suffisamment important pour qu'on lui confiât en 1944 la charge de vice-président du Comité de Libération de la Gironde et une mission délicate et pénible qu'il remplit avec humanité.

Peu après la Libération, il est sollicité pour sa connaissance de l'Extrême-Orient et, en décembre 1944, est envoyé en mission aux Etats-Unis, à New York

et en Virginie, à une conférence qui discute de questions du Pacifique. Il revient à l'Université de Bruxelles en octobre 1945, après avoir décliné une chaire à la Sorbonne et un poste de Recteur d'Académie. En avril 1946, il retourna en Indochine, en compagnie de Pierre Mesmer, dans une mission qui était chargée par le gouvernement français de recueillir des informations sur les problèmes indochinois et de discuter le futur statut de ce pays. Elle rencontra à Dalat les nationalistes du Vietminh. Gourou y retrouva Giap. Les relations furent très cordiales et, pour la partie dont il avait à s'occuper, c'est-à-dire les questions d'enseignement, l'accord se fit très vite. Mais il fut inutile car pour les aspects proprement politiques, malgré la grande ouverture d'esprit du Général Leclerc, ni les diverses parties indochinoises ni le monde politique français n'étaient mûrs à ce moment pour imaginer et accepter une solution raisonnable. Cet épisode semble avoir détourné par la suite Pierre Gourou de toute tentation de jouer, en tant que géographe, un rôle dans la vie politique ou publique.

Entre-temps s'était passé un épisode, anecdotique encore mais qui fut aussi de grandes conséquences. En juillet 1945, Pierre Gourou avait été envoyé à Dakar pour présider les opérations du baccalauréat. Une mauvaise réaction à un vaccin le contraignit à y rester deux mois en convalescence. Il en tira parti pour lire à l'Institut d'Afrique Noire, que dirigeait son ami Théodore Monod, tous les livres et revues scientifiques, notamment en langue anglaise, s'occupant des pays tropicaux et qui n'avaient pu arriver en France pendant la guerre. Le fruit de ses lectures et de ses réflexions sera à l'origine du livre «Les pays tropicaux» qui, en 1947, le consacre comme maître incontesté de la géographie tropicale. Cette qualité lui est reconnue la même année par son élection au Collège de France, au départ d'André Siegfried. On y crée pour lui une chaire d'études des problèmes du Monde tropical qu'il occupera jusqu'en 1970.

Il cumule cette tâche avec celle de professeur à l'Université de Bruxelles car il a voulu garder le contact avec les jeunes étudiants. D'ailleurs à Bruxelles, il va pouvoir orienter une partie de ses recherches vers les territoires belges d'Afrique. Certes il continue à s'intéresser à l'ensemble des pays tropicaux et tire parti d'un séjour assez long au Brésil comme professeur, en 1948, à l'Université de São Paulo, pour étudier les problèmes de l'Amazonie. En 1950, c'est une longue mission en Inde. En 1953, il publiera sur l'Asie un gros livre qui fera l'admiration de Lucien Febvre. Mais l'Afrique est devenue l'objet principal de ses préoccupations. En 1949, notre Académie lui donne l'occasion de participer à la réalisation de l'Atlas du Congo. Un séjour sur place, cette année-là, lui permet de rassembler les données d'une carte de la densité de la population. On sait que ce thème l'a toujours intéressé et, nous l'avons vu, les fortes densités des plaines extrême-orientales avaient été à l'origine de sa carrière indochinoise. Cette fois, c'est la faiblesse générale du peuplement de l'Afrique équatoriale qui retient son attention, faiblesse interrompue çà et là par des noyaux plus denses. Il n'est pas étonnant que le plus vaste d'entre eux, le Ruanda-Urundi, lui ait fourni le thème d'un mémoire qu'a publié notre Académie. Dans ce qui est le premier grand

ouvrage de géographie humaine sur ce pays, il étudie avec finesse les relations entre la densité de la population, l'altitude et les institutions. Il y développe la thèse que les institutions tutsi, qui sont très efficaces pour l'aménagement de l'espace et qui sont étroitement associées à la pratique d'un élevage bovin, ont trouvé des conditions favorables à leur application dans ce pays d'altitude qui permet l'élevage. Son mémoire sur la répartition et la densité de la population au Congo belge lui fournit l'occasion de poser les grands problèmes de géographie humaine de ce pays et de faire un premier inventaire des recherches à y mener.

Pendant la décennie 1950-1960, Pierre Gourou déploie une activité intense en Afrique belge. Il établit un programme de recherches et, dans le cadre de la section de géographie, qu'il dirige au sein du CEMUBAC (Centre Scientifique et Médical de l'Université Libre de Bruxelles en Afrique Centrale), il envoie notamment chaque année de jeunes géographes étudier une question sur le terrain. J'eus le privilège de faire partie en 1952 de la première équipe et ce fut l'amorce de mes propres préoccupations africaines. En 1958, il dirige le conseil scientifique et oriente les recherches d'une grande mission interdisciplinaire de plusieurs années qui envoie géographes, juristes, économistes, agronomes et historiens dans les Uele (nord-est du Congo). Deux de nos confrères, Pierre Salmon et Jacques Vanderlinden, y firent leurs premières recherches en terre africaine. Cette mission comporta une étude approfondie des activités journalières dans les hameaux zande, sous la direction, dans un premier temps, de l'agronome Pierre de Schlippé qui venait d'ouvrir une voie très originale de recherche et que Pierre Gourou avait voulu s'attacher et ensuite, après sa mort inopinée, sous celle de Roger-Ernest De Smet qui dirigeait sur place l'ensemble de la mission.

En France aussi, le rôle de Pierre Gourou a été considérable. Ses anciens élèves de Bordeaux et de Montpellier défendent, dans les années 1960, de grandes thèses sur la Guadeloupe, l'Afrique équatoriale, le Sénégal, le delta intérieur du Niger. C'est grâce à son autorité scientifique que le CNRS crée et construit un grand Centre d'Etudes de Géographie Tropicale à Talence-Bordeaux dont il préside le Conseil et dont le premier directeur a été Guy Lasserre, son ancien étudiant. C'est aussi en grande partie grâce à son influence que l'ORSTOM engage plusieurs dizaines de géographes pour étudier les systèmes et les paysages agraires d'Afrique Noire et de Madagascar sous la direction de Gilles Sautter et de Paul Pélissier, d'anciens élèves eux aussi. Il supervise un programme de recherches géographiques dans le bassin du Niger.

A la demande de son ami Claude Lévi-Strauss, il participe, en 1960, à la création de la revue *L'Homme*, la grande revue française d'anthropologie et des sciences de l'homme (son premier numéro de l'an 2000 lui consacre un long article), de même qu'il avait participé à celle des *Cahiers d'Outre-Mer* à Bordeaux, spécialisés dans les problèmes tropicaux et pour lesquels il avait écrit l'article de tête du premier numéro.

Pierre Gourou n'a cessé, pendant toutes ces années, de parcourir le continent africain. La synthèse de ses recherches sera ce magnifique livre. «L'Afrique»,

publié chez Hachette en 1970, l'année où il prend sa retraite à Bruxelles et au Collège de France.

Son activité scientifique ne ralentit pas. Pendant la décennie 1970, il publiera encore cinq livres dont deux mises à jour d'ouvrages antérieurs. Malheureusement, la maladie, puis la mort de sa femme, dont il s'est occupé sans compter, le plongent dans la peine et l'abattement. Il surmontera cependant cette épreuve et écrira pour son ami Jean Malaurie, qui le lui avait demandé pour sa collection *Terre Humaine*, dès la création de celle-ci, «Terres de Bonne Espérance» (1982). Il revient à l'Asie avec «Riz et civilisation» en 1984. Il écrira encore en 1991 «L'Afrique Noire, nain ou géant agricole?», qu'il dédie à ses amis Fernand et Paule Braudel.

Mon intention n'est pas de retracer l'évolution de la pensée de Pierre Gourou ni d'exposer tout ce qu'a été son apport à la géographie. Je sais que des géographes en discuteront dans des colloques et dans des livres. Il est significatif en tout cas que, depuis les années 80, les milieux géographiques en France n'ont jamais autant parlé de lui. Des revues françaises, italiennes, portugaises, brésiliennes sont venues l'interviewer jusque dans les toutes dernières années. La *Royal Geographical Society* lui a décerné sa «Patron's Medal» pour l'ensemble de son œuvre en 1984. L'Université de Nimègue l'a fait docteur *honoris causa* en 1988 (il l'avait été de l'Université de Padoue en 1970). Des thèses sur son œuvre sont même en cours de réalisation.

Son œuvre, en effet, est immense comme étaient immenses ses connaissances et prodigieuse sa mémoire. Dans la conversation, il était souvent amené, a dit Fernand Braudel, à s'excuser, en passant, de tout savoir. Son œuvre comporte notamment seize livres (outre les atlas et les manuels). Ceux-ci sont soit des études détaillées de questions géographiques précises : sa thèse sur les paysans du delta tonkinois, ses mémoires sur la répartition de la population au Ruanda-Urundi et au Congo belge; soit des ouvrages de synthèse : «Le Tonkin», écrit en 1930 à l'occasion de l'Exposition Coloniale de Paris, «L'utilisation du sol en Indochine française» (1939), ses trois livres sur «L'Asie» (1953), «L'Afrique» (1970) et «L'Amérique tropicale et australe» (1976) qui constituent de véritables géographies universelles du monde tropical; soit des ouvrages généraux de réflexions comme «Les Pays tropicaux» (1947), les «Leçons de géographie tropicale» (1971), résumés de ses cours au Collège de France, «Pour une géographie humaine» (1973), qui est un traité de géographie humaine générale, «L'Afrique Noire, nain ou géant agricole?» (1991).

Il a publié un «Atlas classique» (1956) chez Hachette et des ouvrages où, avec la même rigueur mais avec un remarquable talent littéraire, il met ses connaissances et ses réflexions à la portée de tout public cultivé : c'est «La Terre et l'Homme en Extrême-Orient» (1940), le livre le plus réussi peut-être de la petite collection Armand Colin, qui a fait l'objet de nombreuses rééditions et de multiples traductions, «Riz et civilisation» (1983) et enfin «Terres de Bonne Espérance» (1982), qui lui permet, à partir de son itinéraire de géographe, de

faire le point des connaissances et des idées sur les problèmes des pays tropicaux et de s'interroger sur leurs perspectives d'avenir. Il y expose aussi ses vues sur la géographie.

Articles et comptes rendus sont nombreux (plus de 300). Les comptes rendus méritent une place particulière car même lorsqu'ils sont courts, ils ne sont pas sans importance. Pierre Gourou a l'art de retirer d'un ouvrage parfois confus ce qui fait son originalité et de montrer comment le cas traité peut être replacé dans sa grille de pensée et l'idée qu'il peut illustrer.

C'est sans doute dans ses articles, à partir du traitement de cas précis, souvent dans une courte monographie, que Pierre Gourou expose ses idées avec le plus de netteté. Dans un article publié dans une revue peu connue (*Indonesië*) et intitulé «La civilisation du végétal» (1948), qui enthousiasma Lucien Febvre, il préconise pour la première fois — mais il n'avait cessé de le faire depuis longtemps dans ses cours — ses idées sur les relations entre les hommes et le milieu naturel. Celles-ci passent par l'intermédiaire des civilisations, une civilisation étant l'ensemble des techniques d'un groupe humain à un moment donné. Pierre Gourou montre que les civilisations ne sont pas le produit du milieu mais celui de l'histoire. Elles marquent les paysages géographiques. Il sera amené, au cours du temps, à accorder une importance de plus en plus grande, dans l'action des civilisations, au groupe des techniques qui règlent les relations entre les hommes et leur permettent d'organiser leur vie sur un territoire donné, celles qu'il appela d'abord les techniques d'organisation de l'espace et qu'il appellera ensuite les techniques d'encadrement.

Si l'on suit l'évolution de sa pensée sur les pays tropicaux, on voit qu'il passe d'une analyse assez sombre de leurs contraintes naturelles à une analyse optimiste des moyens que la science moderne fournit pour les surmonter surtout à partir du moment où les hommes de ces pays peuvent les avoir à leur disposition, les produire et même les inventer. Mais il rappelle que l'application judicieuse de ces moyens dépendra des obstacles opposés par leurs propres systèmes d'encadrement. Pierre Gourou croit qu'il faudra une certaine durée pour les surmonter et redoute que les hommes manquent de sagesse ou soient séduits par de dangereuses théories simplificatrices.

L'Afrique Noire l'a préoccupé jusqu'à ses derniers jours. Il lui avait consacré son dernier grand livre, à quatre-vingt-onze ans. Comme pour les plaines d'Extrême-Orient, il y voyait bien sûr une illustration éloquentes du rôle prépondérant des techniques d'encadrement. Mais alors qu'il pouvait imaginer assez bien les évolutions possibles des campagnes asiatiques, il était inquiet pour l'avenir de ce continent dont les ressources pourtant lui paraissaient considérables. Il ne voyait pas de solution sans une transformation, par les Africains eux-mêmes, de leurs propres encadrements. Il était tenté de leur proposer certains modèles asiatiques, au moins comme modèles intermédiaires. Mais il savait qu'en Afrique, «les traditions n'y sont pas. Ils sont encadrés autrement. Ce qui est possible au Viêt-nam n'est pas possible en Afrique noire» (Hérodote, 1984, 33-34, p. 70).

Pierre Gourou n'a cessé d'interroger le Monde et d'inviter les géographes à se demander pourquoi les choses sont telles qu'ils les voient et non pas autrement. Ainsi la géographie, a-t-il dit, «est passionnante; elle est une culture pour l'individu; elle l'empêche de dormir dans des rêves, elle l'aide à voir les réalités en essayant de les comprendre» (Hérodote, 1984, 33-34, p.71). Elle «doit permettre de rejeter les idées fausses qui ont fait tant de mal à l'humanité».

Il nous confie, dans «Terres de Bonne Espérance», que la géographie n'a cessé de le divertir. Ce divertissement (il faut prendre le terme dans sa signification du 17^e siècle), il l'a pratiqué jusqu'au terme de sa vie. A plus de quatre-vingt-douze ans, il avait entrepris d'écrire un dernier livre, tout en étant conscient qu'il ne le terminerait vraisemblablement jamais. Il l'avait intitulé «Géographie et civilisations» et voulait y revenir sur des thèmes qui lui tenaient à cœur. Malgré une vue déclinante, il y travaillait dans l'appartement qu'il occupait à Bruxelles où, grâce au dévouement de sa fille, Madame Gilberte Bray, qui depuis Sarrebrück ou Paris, restait en contact permanent avec lui et avait su organiser un filet de protection efficace, et grâce aussi à celui de sa petite-fille, Madame Caroline Meyer, qui habitait en Campine, il continuait à vivre de façon indépendante et à recevoir ses amis et ses anciens élèves (dont souvent notre Secrétaire perpétuelle, Madame Yola Verhasselt), qui venaient écouter les réflexions qu'il tenait avec maîtrise et humour sur l'évolution du Monde et qu'il nourrissait de sa mémoire inépuisable et d'une perception aiguë de l'actualité. Lorsqu'à la suite d'une intervention chirurgicale, il avait dû, au début de 1999, se retirer dans une maison de repos, il continua, presque jusqu'à la fin, à coucher sur le papier les idées qui lui venaient à l'esprit.

Cet esprit généreux, ce grand savant était un humaniste. Son ami, Louis Papy, dit de lui, dans la préface des «Mélanges de géographie tropicale», que ses amis et anciens élèves lui ont offert en 1972, qu'il «apprécie tous les arts, dont celui d'écrire, qu'il exerce avec quelle maîtrise. Lui qui, à sa table de travail, se donne peu de répit, sait flâner dans les rues du vieux Paris : il vous conduira chez tous les antiquaires et les bouquinistes, tombera en arrêt devant une statuette d'ivoire, de bois polychrome, un véritable elzévir, un tableau de maître. Epris d'art, il s'enthousiasme pour les techniques délicates du travail de la terre et trouve des accents lyriques pour vanter les mérites des riziculteurs d'Extrême-Orient et la beauté des paysages qu'ils ont créés».

Pierre Gourou savait tempérer la rigueur ou l'aridité de ses démonstrations par des remarques narquoises ou des exemples savoureux, tant dans ses cours que dans ses livres. Dans sa première leçon au Collège de France, il rappelle l'échec des colons qui voulurent reproduire sans discernement en pays tropical, les exploitations agricoles d'Europe. Ainsi ce *gentleman-farmer* qui, dans les années 1830, tenta de créer au cœur des savanes de Ceylan, une exploitation de style anglais : ovins et bovins de bonne race, avoine et blé de qualité. Tout échoua. «Le cocher de ce pionnier, écrit-il, vit périr son attelage de chevaux; il essaya de sauvegarder la dignité de son maître en apprenant à un éléphant à trotter gracieu-

sement pour remplacer les chevaux défunts; il parvint seulement à faire mourir le pachyderme».

Ou bien encore, quand, dans ses «Terres de Bonne Espérance», il rappelle les idées d'antan sur les effets directs de la lumière tropicale et les expériences imaginées par des biologistes pour les étudier sur des hommes de différentes couleurs. Ainsi celle de ce biologiste allemand qui avait proposé d'envoyer deux croiseurs dans les mers chaudes, l'un aurait eu son équipage passé au brou de noix, l'autre lui aurait conservé sa couleur blanche naturelle. Quel dommage, se lamente-t-il, que cette expérience, qui d'ailleurs, ajoute-t-il, n'aurait servi à rien, n'ait pas eu lieu! «On peut regretter que les ports tropicaux n'aient pas joui du spectacle d'un équipage blanc barbouillé de noir».

Pierre Gourou n'est pas loin de Montaigne, par son horreur de l'esprit de système, par sa langue admirable et par ses malicieuses réflexions. Il avait d'ailleurs les «Essais» près de sa table de travail. C'est un clin d'œil, un clin d'œil à l'avenir en tout cas que le dernier livre qu'il ait publié n'ait pas été un ouvrage scientifique mais un conte illustré pour enfants. C'est l'histoire du petit rhinocéros Kataboum qu'il racontait à ses arrière-petits-enfants et qui a été imprimée en 1996 en version bilingue, en français et en peul, donc pour de petits Africains comme pour de petits Français. Kataboum, poussé par sa curiosité, une curiosité sans doute géographique, désobéit à ses parents et part à l'aventure. Mais en s'éloignant ainsi de son marais, il découvre les chasseurs qui viennent pour tuer les siens qu'il peut dès lors prévenir et sauver à temps. Bien sûr ce conte n'est pas un testament philosophique. Mais le dernier sourire que Pierre Gourou nous a laissé.

Henri NICOLAI

OUVRAGES PRINCIPAUX DE PIERRE GOUROU *

- 1931 1. Le Tonkin. — Exposition Coloniale Internationale, Paris.
- 1936 2. Les paysans du delta tonkinois. Etude de géographie humaine. — Publications de l'Ecole Française d'Extrême-Orient, Les Editions d'Art et d'Histoire, Paris (réimpression en 1966, Mouton, Paris).
3. Esquisse d'une étude de l'habitation annamite dans l'Annam septentrional et central du Thanh Hoá au Bin Dinh. — Publications de l'Ecole Française d'Extrême-Orient, Paris.
- 1939 4. L'utilisation du sol en Indochine française. — Centre d'études de politique étrangère, Paris.
- 1940 5. La Terre et l'Homme en Extrême-Orient. — Ed. Armand Colin, Paris (édition revue et corrigée en 1952; nouvelle édition revue et corrigée, Nouvelle bibliothèque scientifique, Flammarion, Paris, 1972. Traductions espagnole, Bilbao, 1967; italienne, Milano, 1974; anglaise, London, 1975).
- 1947 6. Les Pays Tropicaux. — Presses Universitaires de France, Paris (nouvelle édition remaniée, en 1966. Plusieurs éditions anglaises, London, 1953-1980.

- Traductions espagnole, Xalapa, 1959; italienne, Firenze, 1972; polonaise, Warszawa, 1973).
- 1953 7. L'Asie. — Hachette, Paris (nouvelle édition en 1971, *Coll. Hachette Université*. Traduction espagnole, Barcelona-Madrid, 1966).
8. La densité de la population au Ruanda-Urundi. Esquisse d'une étude géographique. — *Mém. Inst. roy. colon. belge, Cl. Sci. natur. et méd.*, vol. **22** (6), Bruxelles.
- 1955 9. La densité de la population rurale au Congo belge. — *Mém. Acad. roy. Sci. colon., Cl. Sci. natur. et méd., N.S.*, **1** (2), Bruxelles.
- 1956 10. Atlas classique. — Hachette, Paris (Traductions canadienne, italienne, brésilienne + édition en formule compacte).
- 1969 11. Recueil d'articles. Hommage de la Société royale belge de Géographie au Professeur Pierre Gourou. — *Revue belge de Géographie*, **93** : 1-3.
- 1970 12. L'Afrique. — Hachette, Paris.
- 1971 13. Leçons de géographie tropicale (préface de Fernand Braudel) — Ecole Pratique des Hautes Etudes, VI^e section, Paris.
- 1973 14. Pour une géographie humaine. — *Nouvelle bibliothèque scientifique*, Flammarion, Paris (Traductions espagnole, Madrid, 1979, italienne, Milano, 1978).
- 1976 15. L'Amérique tropicale et australe. — *Coll. Hachette Université*, Hachette, Paris.
- 1982 16. Terres de bonne espérance. Le monde tropical. — *Coll. Terre Humaine*, Plon, Paris.
- 1984 17. Riz et civilisation. — Fayard, Paris.
- 1991 18. L'Afrique tropicale. Nain ou géant agricole ? — Flammarion, Paris.

* Une bibliographie détaillée et plusieurs chapitres du livre inachevé «Géographie et civilisations» ont été publiés dans un fascicule d'hommage de la *Revue Belge de Géographie* (112^e année, 1998/2).

Charles SCHYNS

(Wittem, 6 juin 1915 - Woluwé-Saint-Lambert, 8 mai 1999) *



Le Docteur Schyns était dans notre Classe une apparition fidèle mais discrète. Pourtant, il avait su y conquérir de nombreuses sympathies. Sa discrétion souriante cachait une personnalité trop peu connue chez nous. C'est avec émotion que je tiens à l'évoquer ici.

Je voudrais d'abord résumer la carrière du Docteur Schyns et parler ensuite de ce qu'il a représenté pour la Médecine, mais aussi pour la présence belge en Afrique, pour terminer en situant sa personnalité forte, mais éminemment courtoise et attachante.

Retracer la carrière du Docteur Schyns n'est pas une chose simple. Diplômé Docteur en Médecine de l'Université de Liège en 1939, il y refusa un poste d'assistant qui lui était

proposé pour partir en Afrique. Jeune marié — il avait épousé Marie-José Morel de Westgaver —, il s'engagea à la Forminière et fut envoyé au Kasai. Mobilisé en 1940, il accompagna comme volontaire le Corps expéditionnaire de la Force publique qui ira au Nigeria et traversera ensuite le désert pour regagner l'Egypte et ensuite le Moyen-Orient, en particulier ce qui était alors la Palestine. Démobilisé en 1944, il reprend son poste à la Forminière, cette fois à Tshikapa. Il rentre en Belgique pour se spécialiser en cardiologie à l'Université Libre de Bruxelles de 1945 à 1947. Ceci fait, il accepte en 1947 le poste de médecin-chef de la Cobelmin, au Maniema, puis de la Minière des Grands Lacs et de Symétain. Pendant cette période, il assume en outre la fonction de médecin-conseil du Centre Médical de l'Université Libre de Bruxelles au Congo, mieux connu sous

* Eloge prononcé à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 28 novembre 1999.

le nom de CEMUBAC. C'est dans cette fonction qu'il conçoit, puis supervise, la construction du premier sanatorium belge en Afrique, à Shabinda. Il eut l'honneur d'y recevoir le Roi Léopold III. Chercheur associé de l'IRSAC, il publie pendant cette période deux études sur le retentissement cardiologique, respectivement de la maladie du sommeil et de la dénutrition. Nous le retrouvons en 1955 comme médecin-chef de la Cobelmin, poste qu'il occupe jusqu'en 1965. Il séjourne alors — comme boursier de la «Belgian American Educational Foundation» — à la «Columbia University» à New York, pour y rafraîchir et actualiser ses connaissances en cardiologie. Il reprend ensuite son poste en Afrique, plus précisément à Bukavu, où le destin l'attendait. Mentionnons en passant, qu'en reconnaissance de son profil scientifique et de son expérience médicale, il fut appelé à enseigner à l'Université de Butare et à l'Université Lovanium, comme chargé de cours à temps partiel. Ces charges d'enseignement s'étalent entre 1965 et 1978.

Sa carrière africaine se termine en beauté, par sa nomination comme médecin-directeur de la Sominki en 1974. Il occupera ce poste à Bukavu jusqu'à son retour presque définitif en Belgique en 1979.

Retraité, il s'occupera d'une consultation à Bruxelles mais retournera en Afrique plusieurs fois par an, dans le cadre de la Sominki. Il profite de ces déplacements pour visiter les projets de l'Institut de Médecine Tropicale à Kinshasa, au Maniema et plus tard au Burundi.

Sa vie bien remplie devait se terminer en 1999 — son épouse devait le suivre quelques mois plus tard.

Les heures les plus dures du Docteur Schyns, mais également ses heures de gloire, se situent d'abord en 1961 et puis surtout en 1964, à l'occasion des mouvements de sécession dans l'est du Zaïre. L'épisode de 1964 est mieux connu sous le nom de «révolte des Mulélistes». Son curriculum officiel concernant cette période est discret. C'est au cours des longues soirées africaines que nous en avons appris plus, mais probablement pas tout. Son fils, le Docteur Pierre Schyns, a très gentiment accepté de combler quelques lacunes.

Au cours de ces années troublées, ce sont d'abord des rumeurs, et ensuite des appels par radio, qui apprennent au Docteur Schyns que des employés de son entreprise — et d'autres Belges — se trouvent isolés et menacés. Il n'écoute que son sens du devoir et part pour les récupérer et les amener en sécurité. Affublé d'une blouse blanche sur laquelle il a cousu une imposante croix rouge, doté de nombreux documents presque officiels — il les avait faits lui-même —, et surtout armé de son sourire légendaire et désarmant, il circule en territoire «occupé», pour émerger de temps en temps chez lui à Bukavu, aux moments les plus imprévus. A ses amis qui le préviennent que «c'est dangereux», il répond : «bien sûr que c'est dangereux, mais encore plus pour ceux qui sont là-bas... et puis : quelqu'un doit le faire».

Le Docteur Schyns était plus discret concernant son rôle militaire. Comme il connaissait très bien la région, et que les officiers nommés par Kinshasa ne la

connaissaient pas, c'est lui qui va les conseiller et en fait organiser la défense de Bukavu. Je lui ai demandé à plusieurs reprises s'il avait été amené à faire le coup de feu. Il n'a jamais entendu ma question. C'est son fils qui me donnera l'assurance que son père avait horreur des armes. Son talent de diplomate était d'ailleurs beaucoup plus performant qu'un fusil.

Une seconde période cruciale se situe en 1967, lors du mouvement de sécession de l'Est du Zaïre et l'apparition des «mercenaires» du Colonel Schramme. Ceux-ci se replient en définitive sur Bukavu, et s'y trouvent bloqués par l'Armée Nationale Congolaise. C'est une fois de plus le Docteur Schyns qui reprend l'initiative «puisque personne d'autre ne le fait». Il entame des discussions «en pendule» entre le Colonel Schramme et le Commandant des troupes congolaises, un certain Colonel Mobutu, qui fera carrière plus tard.

Cette diplomatie aboutit à l'évacuation — sans victimes — des mercenaires européens vers le Rwanda. Le sort des combattants africains est une autre histoire pour laquelle il estime avoir été trompé, et qui lui tenait beaucoup à cœur.

Ses immenses mérites furent reconnus plus tard. A part plusieurs décorations militaires et civiles, il fut anobli en 1972 et porta le titre de Chevalier.

En Afrique, son titre de Chevalier de l'Ordre National du Léopard devait lui ouvrir de nombreuses portes.

Une troisième heure de gloire du Docteur Schyns, pacifique cette fois, mais combien efficace, se situe à Bukavu en 1978 avec l'apparition du choléra en Afrique de l'Est. Cette maladie était inconnue en Afrique depuis des décennies ; l'expérience manquait et les opinions concernant la conduite à tenir étaient très divergentes. La maladie était d'ailleurs très différente du choléra indien classique, décrit dans les traités. Il reconnut très tôt l'importance capitale de la réhydratation par perfusion et le manque de priorité de la vaccination. En ceci il était en fait en avance sur les recommandations des organismes internationaux.

Le nombre de patients gravement déshydratés qui se présentaient en quelques jours constituait cependant un problème majeur. Il commença par mettre les ateliers de menuiserie à faire des lits d'hôpital démontables, permettant de suivre avec eux la progression de l'épidémie. Mais le problème le plus crucial résidait dans l'approvisionnement en liquide de perfusion stérile. Les volumes nécessités en cas d'épidémie dépassent notre entendement. C'est avec son voisin — directeur de la brasserie de Bukavu — qu'il arriva à une solution lucide mais unique. Seule la brasserie était en état de fournir sur place les volumes énormes de liquide stérile nécessaires. On a vu alors des salles d'hôpital et des salles de soins improvisées arborant des bouteilles de Primus reliées à des trousseaux à perfusion. Un petit problème, non dénué d'importance, avait entretemps surgi : les bouchons de ces bouteilles, permettant de les relier aux trousseaux à perfusion. Les fournisseurs classiques, même en Belgique, ne disposent pas de bouchons en caoutchouc ou en matière plastique adaptés à ces bouteilles. C'est la brasserie Artois à Leuven qui procura la solution, envoyant — le soir même du télex de détresse du Docteur Schyns — deux mille bouchons adaptés qui seraient à Bukavu le lendemain.

Le décompte final, une fois le gros de l'épidémie passé, nous apprit que les chiffres de létalité chez les patients de Bukavu étaient parmi les meilleurs — donc les plus bas — observés en Afrique. Cette donnée fut publiée — mais sans les détails apocryphes — dans les «Annales de la Société belge de Médecine tropicale».

Cet épisode nous a amené à parler des mérites scientifiques du Docteur Schyns, qui se situent évidemment dans le domaine de la santé. Nous avons déjà mentionné ses premières publications et son rôle d'enseignant aux Universités du Congo et du Rwanda. En outre, il venait chaque année donner cours à l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers, et y traitait de l'organisation des hôpitaux en milieu africain. Ses fonctions à la Sominki, dans une région où l'Institut de Médecine Tropicale organisait des projets de recherche en santé publique, et plus tard en épidémiologie de la schistosomiase, nous ouvraient de nombreuses portes et nous donnaient des avantages inappréciables. Il visitait tous les ans l'hôpital de Kasongo, malgré les grandes difficultés logistiques que cela comportait. Il avait d'ailleurs été chargé par le Professeur Janssens, mon prédécesseur à la Direction de l'Institut, de le représenter sur le plan légal. L'Institut avait ainsi l'immense avantage de disposer sur place d'un mandataire, reconnu par acte notarial.

Non content de ce rôle, pourtant éminemment important, il entreprit — avec les services médicaux de la Sominki — des études de terrain sur l'épidémiologie et le contrôle de la bilharziose au Maniema, et ce, en étroite collaboration avec les services du Professeur Gigase.

Enfin, inspiré par «l'Année de l'Eau», lancée par l'Organisation Mondiale de la Santé, il entreprit avec ses services d'améliorer l'accès des villageois aux sources d'eau potable ; on me rapporte qu'au Kivu, quelque 500 sources ont été captées et canalisées en matériaux solides et durables, diminuant ainsi considérablement les risques de contamination de l'eau et de contagion.

Le Docteur Schyns disposait d'une noblesse intellectuelle et personnelle qui a marqué tous ceux qui l'ont rencontré. Notons d'abord que dès son arrivée au Congo, il avait adopté une attitude de déférence pour les Congolais qui était nettement en avance sur son temps ; ceci a immédiatement été remarqué par eux, mais également par les Européens. Ce n'est pas par hasard que son fidèle serviteur Louis l'a suivi du Kasai au Kivu, pour rester chez lui pendant quarante ans de loyaux services. C'est d'ailleurs tout son personnel africain qui lui vouait une admiration sans bornes. Il a en outre certainement encouragé ou consolé des dizaines, pour ne pas dire des centaines de personnes.

On m'a souvent dit que le Docteur Schyns était en quelque sorte le «chef coutumier de Bukavu».

Son hospitalité était légendaire, même aux moments les plus difficiles. Une des personnes qui ont logé chez lui était le Colonel Schramme.

Doué d'une très fine sensibilité et d'un sens de l'humour unique, le Docteur

Schyns, secondé de sa charmante épouse, était un hôte attentif. Il était également un compagnon de voyage exquis.

Au cours de ma première année à l'Institut de Médecine Tropicale, j'ai tenu à visiter nos formations au Congo et en Afrique. Il était toujours présent pour me dire avec énormément de tact et de gentillesse ce qu'il fallait dire et ce qu'il ne fallait pas faire. En outre, comme il connaissait tout le monde, obtenir un entretien au plus haut niveau ne lui posait aucun problème. Pourtant c'était un diplomate discret autant qu'efficace. De lui vient ce mot : «celui qui parle beaucoup, s'attire beaucoup d'ennuis».

C'est surtout la noblesse de cœur et la générosité du Docteur Schyns que nous n'oublierons pas, portées par beaucoup de sérénité et par un ineffable sourire.

Que puis-je faire de mieux, en clôturant cet éloge, que citer les mots du Père Croegaert, auteur d'un texte remarquable, publié en son temps : «Il était un de ces personnages que nous croyons éternels, tant sa présence et son rayonnement nous étaient devenus familiers et indispensables. Emanait de lui une force tranquille et sereine qui aplanissait les difficultés et permettait toutes les audaces. A son contact, on se sentait meilleur et capable d'entreprendre ce qu'on croyait impossible. Sa riche existence a manifesté une simple grandeur et son départ fut digne et serein comme l'avait été toute sa vie».

Luc EYCKMANS

NOTULEN — PROCES-VERBAUX

Plenaire zitting van 19 oktober 2000

De plenaire openingszitting van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen vindt plaats in het Paleis der Academiën te Brussel. Zij wordt voorgezeten door de Heer Jacques Charlier, Voorzitter van de Academie, omringd door de Heer H. Baetens Beardsmore, Vice-directeur van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen, de Heer M. Wéry, Directeur van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, en Mevr. Y. Verhasselt, Vast Secretaris.

Mevrouw D. Debouverie, vertegenwoordigster van de Minister van Economie en Wetenschappelijk Onderzoek, de Heer C. Picqué, spreekt de openingsrede uit (pp. 419-420).

De Heer Jacques Charlier leidt de zitting in (pp. 421-425).

De Heer H. Baetens Beardsmore houdt een lezing met als titel : „Taalverscheidenheid : inzet en strategieën” (pp. 427-437).

De Heer M. Wéry geeft een uiteenzetting met als titel : „La recherche médicale en Afrique” (pp. 439-447).

Vervolgens geeft de Vast Secretaris lezing van het verslag over de werkzaamheden van de Academie 1999-2000 (pp. 449-455).

De zitting wordt besloten met de overhandiging van de diploma's aan de laureaten van de Wedstrijd 2000 en de Lucien Cahenprijs.

De Voorzitter heft de zitting om 16 u. 30.

Séance plénière du 19 octobre 2000

La séance plénière de rentrée de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer a lieu au Palais des Académies à Bruxelles. Elle est présidée par M. Jacques Charlier, Président de l'Académie, entouré de M. H. Baetens Beardsmore, Vice-Directeur de la Classe des Sciences morales et politiques, de M. M. Wéry, Directeur de la Classe des Sciences naturelles et médicales, et de Mme Y. Verhasselt, Secrétaire perpétuelle.

Madame D. Debouverie, représentante du Ministre de l'Economie et de la Recherche scientifique, M. C. Picqué, prononce l'allocution d'ouverture (pp. 419-420).

Le Président prononce l'introduction (pp. 421-425).

M. H. Baetens Beardsmore fait une lecture intitulée : «Taalverscheidenheid : inzet en strategieën» (pp. 427-437).

M. M. Wéry présente un exposé intitulé : «La recherche médicale en Afrique» (pp. 439-447).

Ensuite, la Secrétaire perpétuelle présente le rapport sur les activités de l'Académie 1999-2000 (pp. 449-455).

La séance se clôture par la remise des diplômes aux lauréats du Concours 2000 et du Prix Lucien Cahen.

Le Président lève la séance à 16 h 30.

Aanwezigheidslijst van de leden van de Academie
Liste de présence des membres de l'Académie

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen :

Classe des Sciences morales et politiques :

H. Baetens Beardsmore, P. Boelens-Bouvier, F. de Hen, V. Drachoussoff, M. Graulich, E. Haerinck, A. Huybrechts, J. Jacobs, S. Plasschaert, P. Raymaekers, C. Sturtewagen, J.-L. Vellut, Y. Verhasselt, H. Vinck, C. Willemen.

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen :

Classe des Sciences naturelles et médicales :

J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, E. De Langhe, J. Delhal, M. Deliens, A. de Scoville, L. D'Haese, J. D'Hoore, R. Dudal, S. Geerts, P. Gigase, M. Lechat, D. Le Ray, F. Malaisse, J.-P. Malingreau, J. Mortelmans, H. Nicolaï, S. Pattyn, J. Rammeloo, E. Robbrecht, G. Stoops, J.-J. Symoens, L. Tack, R. Tonglet, H. Vis, M. Wéry.

Klasse voor Technische Wetenschappen :

Classe des Sciences techniques :

L. André, J.-M. Charlet, Jacques Charlier, J. De Cuyper, H. Deelstra, L. Dejonghe, D. Demaiffe, G. Heylbroeck, R. Leenaerts, W. Loy, J. Poesen, R. Sokal, R. Winand.

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen

Zitting van 21 november 2000

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer J.-L. Vellut, Directeur, bijgestaan door Mevr. Y. Verhasselt, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : de Heer H. Baetens Beardsmore, Mevr. P. Boelens-Bouvier, de HH. F. de Hen, J. Everaert, M. Graulich, E. Haerincx, A. Huybrechts, J. Jacobs, J. Klener, J. Ryckmans, P. Salmon, A. Stenmans, J. Vanderlinden, werkende leden ; de Heer C. Sturtewagen, geassocieerd lid ; de HH. A. de Scoville en H. Nicolaï, leden van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen ; de Heer G. Demarée, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen ; de Heer J.-J. Symoens, Erevast Secretaris.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : de Heer P. Collard, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de HH. S. Plasschaert, P. Raymaekers, F. Reyntjens, E. Vandewoude, C. Willemen.

Lofrede van de Heer Alfred Cahen

De Heer J. Vanderlinden spreekt de lofrede uit van de Heer Alfred Cahen.

De Klasse neemt een minuut stilte waar ter nagedachtenis van de overleden Confrater.

De tekst van deze lofrede zal in de *Mededelingen der Zittingen* verschijnen.

Overlijden van Mevr. Annie Dorsinfang-Smets en de Heer Antoine Rubbens

De Directeur kondigt het overlijden aan, op 10 oktober 2000, van Mevr. A. Dorsinfang-Smets, eregeassocieerd lid, en, op 14 augustus 2000, van de Heer A. Rubbens, erewerkend lid. Hij schetst in het kort de loopbaan van de overleden Confraters.

De Klasse neemt een minuut stilte waar ter nagedachtenis van de overledenen.

De Heer M. Graulich stelt zich kandidaat om de lofrede van Mevr. Dorsinfang-Smets op te stellen, terwijl de Heer F. Reyntjens zal gevraagd worden deze van de Heer Rubbens op te stellen.

Classe des Sciences morales et politiques

Séance du 21 novembre 2000

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. J.-L. Vellut, Directeur, assisté de Mme Y. Verhasselt, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents : M. H. Baetens Beardsmore, Mme P. Boelens-Bouvier, MM. F. de Hen, J. Everaert, M. Graulich, E. Haerinck, A. Huybrechts, J. Jacobs, J. Klener, J. Ryckmans, P. Salmon, A. Stenmans, J. Vanderlinden, membres titulaires ; M. C. Sturtewagen, membre associé ; MM. A. de Scoville et H. Nicolaï, membres de la Classe des Sciences naturelles et médicales ; M. G. Demarée, membre de la Classe des Sciences techniques ; M. J.-J. Symoens, Secrétaire perpétuel honoraire.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : M. P. Collard, Mme M. Engelborghs-Bertels, MM. S. Plasschaert, P. Raymaekers, F. Reyntjens, E. Vandewoude, C. Willemen.

Eloge de M. Alfred Cahen

M. J. Vanderlinden prononce l'éloge de M. Alfred Cahen.

La Classe observe une minute de silence à la mémoire du Confrère disparu.

Le texte de cet éloge paraîtra dans le *Bulletin des Séances*.

Décès de Mme Annie Dorsinfang-Smets et de M. Antoine Rubbens

Le Directeur annonce le décès, survenu le 10 octobre 2000, de Mme A. Dorsinfang-Smets, membre associé honoraire, ainsi que de M. A. Rubbens, membre titulaire honoraire, le 14 août 2000. Il retrace brièvement la carrière des Confrères disparus.

La Classe observe une minute de silence à la mémoire des défunts.

M. M. Graulich se propose de rédiger l'éloge de Mme Dorsinfang-Smets, tandis que M. F. Reyntjens sera sollicité pour rédiger celui de M. Rubbens.

**Manuel Godinho de Erédia (1559-1623).
Cartograaf, onbekend botanist en *would-be* ontdekkingsreiziger
in Portugees Oost-Indië**

De Heer J. Everaert stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. J. Jacobs, M. Graulich, F. de Hen, G. Demarée, J.-L. Vellut en
H. Baetens Beardsmore nemen aan de bespreking deel.

De auteur wenst geen tekst in te dienen.

Bestuurscommissie

Het mandaat van de Heer H. Baetens Beardsmore binnen de Bestuurs-
commissie vervalt op 31 december 2000. Dit mandaat is hernieuwbaar. De
Bestuurscommissie stelt de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen
voor dit mandaat te hernieuwen. Dit voorstel wordt door de Klasse goedgekeurd.

De medewerking van de corresponderende leden stimuleren

Op verzoek van het Bureau worden de peters van de corresponderende leden
uitgenodigd om ze meer bij de werkzaamheden van de Academie te betrekken.

De zitting wordt om 16 u. 40 gegeven.
Zij wordt door een Besloten Vergadering gevolgd.

**«Manuel Godinho de Erédia (1559-1623).
Cartograaf, onbekend botanist en *would-be* ontdekkingsreiziger
in Portugees Oost-Indië»**

M. J. Everaert présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. J. Jacobs, M. Graulich, F. de Hen, G. Demarée, J.-L. Vellut et H. Baetens Beardsmore prennent part à la discussion.

L'auteur souhaite ne pas introduire le texte de cette étude.

Commission administrative

Le mandat de M. H. Baetens Beardsmore au sein de la Commission administrative échoit le 31 décembre 2000. Ce mandat est renouvelable. La Commission administrative propose à la Classe des Sciences morales et politiques de renouveler ce mandat. Cette proposition est approuvée par la Classe.

Participation accrue des membres correspondants

A la demande du Bureau, les parrains des membres correspondants sont invités à impliquer davantage ceux-ci dans les travaux de l'Académie.

La séance est levée à 16 h 40.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen

Zitting van 12 december 2000

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer H. Baetens Beardsmore, Vice-Directeur, bijgestaan door Mevr. Y. Verhasselt, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : de HH. P. Collard, F. de Hen, E. Haerinck, A. Huybrechts, J. Jacobs, werkende leden ; de Heer C. Sturtewagen, geassocieerd lid ; de Heer H. Vinck, corresponderend lid ; de HH. H. Nicolai en H. Vis, leden van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen ; en de Heer J.-J. Symoens, Erevast Secretaris.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : Mevr. E. Bruyninx, M. Engelborghs-Bertels, de HH. M. Graulich, J. Klener, S. Plasschaert, P. Raymaekers, F. Reyntjens, R. Rezsöhazi, P. Salmon, A. Stenmans, E. Vandewoude, J.-L. Vellut, C. Willemen.

„L'infection à VIH/sida en Afrique subsaharienne, bilan géographique de deux décennies épidémiques”

Mevr. J.-M. Amat-Roze, *Université de Paris-Sorbonne*, stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. H. Vinck, J.-J. Symoens, H. Vis, P. Collard, E. Haerinck en Mevr. Y. Verhasselt nemen aan de bespreking deel.

De HH. H. Vis en J.-J. Symoens worden als verslaggevers aangeduid.

Besloten Vergadering

De werkende en erewerkende leden, in Besloten Vergadering bijeen, duiden de Heer R. Anciaux als Vice-Directeur 2001 aan. De Heer Anciaux zal in 2002 Directeur van de Klasse zijn.

De zitting wordt om 16 u. 35 geheven.

Classe des Sciences morales et politiques

Séance du 12 décembre 2000

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. H. Baetens Beardsmore, Vice-Directeur, assisté de Mme Y. Verhasselt, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents : MM. P. Collard, F. de Hen, E. Haerincx, A. Huybrechts, J. Jacobs, membres titulaires ; M. C. Sturtewagen, membre associé ; M. H. Vinck, membre correspondant ; MM. H. Nicolaï et H. Vis, membres de la Classe des Sciences naturelles et médicales ; et M. J.-J. Symoens, Secrétaire perpétuel honoraire.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : Mmes E. Bruyninx, M. Engelborghs-Bertels, MM. M. Graulich, J. Klener, S. Plasschaert, P. Raymaekers, F. Reyntjens, R. Rezsóhazy, P. Salmon, A. Stenmans, E. Vandewoude, J.-L. Vellut, C. Willemen.

L'infection à VIH/sida en Afrique subsaharienne, bilan géographique de deux décennies épidémiques

Mme J.-M. Amat-Roze, Université de Paris-Sorbonne, présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. H. Vinck, J.-J. Symoens, H. Vis, P. Collard, E. Haerincx et Mme Y. Verhasselt prennent part à la discussion.

MM. H. Vis et J.-J. Symoens sont désignés en qualité de rapporteurs.

Comité secret

Les membres titulaires et titulaires honoraires, réunis en Comité secret, désignent M. R. Anciaux en qualité de Vice-Directeur 2001. M. Anciaux sera Directeur de la Classe en 2002.

La séance est levée à 16 h 35.

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen

Zitting van 28 november 2000

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer E. Robbrecht, Vice-Directeur, bijgestaan door Mevr. Y. Verhasselt, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : de HH. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, M. Deliens, J. D'Hoore, L. Eyckmans, P. Gigase, P. Goyens, J.-M. Jadin, P.G. Janssens, F. Malaisse, J.-C. Micha, J. Mortelmans, H. Nicolai, G. Stoops, J.-J. Symoens, C. Sys, P. Van der Veken, H. Vis, werkende leden ; de HH. A. de Scoville, L. D'Haese, D. Le Ray, S. Pattyn, geassocieerde leden.

Betwisten hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : de HH. J. Bolyn, R. Dudal, A. Fain, M. Frère, S. Geerts, A. Lawalrée, H. Maraite, J. Meyer, A. Ozer, J. Rammeloo, Mevr. D. Swinne, de HH. L. Tack, E. Van Ranst, J. Vercruyse, M. Wéry.

De Vice-Directeur verwelkomt de Heer L. D'Haese, geassocieerd lid, die voor het eerst één van onze zittingen bijwoont.

Lofrede van de Heer Charles Schyns

De Heer L. Eyckmans spreekt de lofrede uit van de Heer Charles Schyns.

De Klasse neemt een minuut stilte waar ter nagedachtenis van de overleden Confrater.

De tekst van deze lofrede zal in de *Mededelingen der Zittingen* verschijnen.

Overlijden van de Heer Théodore Monod

De Vice-Directeur kondigt het overlijden aan van de Heer Théodore Monod, erecorresponderend lid, te Versailles op 22 november 2000. Hij schetst in het kort de loopbaan van de overleden Confrater.

De Klasse neemt een minuut stilte waar ter nagedachtenis van de overleden Confrater.

De Heer J.-J. Symoens stelt zich kandidaat om de lofrede van de Heer Monod op te stellen.

Classe des Sciences naturelles et médicales

Séance du 28 novembre 2000

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. E. Robbrecht, Vice-Directeur, assisté de Mme Y. Verhasselt, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents : MM. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, M. Deliens, J. D'Hoore, L. Eyckmans, P. Gigase, P. Goyens, J.-M. Jadin, P.G. Janssens, F. Malaisse, J.-C. Micha, J. Mortelmans, H. Nicolaï, G. Stoops, J.-J. Symoens, C. Sys, P. Van der Veken, H. Vis, membres titulaires ; MM. A. de Scoville, L. D'Haese, D. Le Ray, S. Pattyn, membres associés.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. J. Bolyn, R. Dudal, A. Fain, M. Frère, S. Geerts, A. Lawalrée, H. Maraite, J. Meyer, A. Ozer, J. Rammeloo, Mme D. Swinne, MM. L. Tack, E. Van Ranst, J. Vercruysse, M. Wéry.

Le Vice-Directeur souhaite la bienvenue à M. L. D'Haese, membre associé, qui assiste pour la première fois à l'une de nos séances.

Eloge de M. Charles Schyns

M. L. Eyckmans prononce l'éloge de M. Charles Schyns.

La Classe observe une minute de silence à la mémoire du Confrère disparu.

Le texte de cet éloge paraîtra dans le *Bulletin des Séances*.

Décès de M. Théodore Monod

Le Vice-Directeur annonce le décès de M. Théodore Monod, membre correspondant honoraire, survenu à Versailles le 22 novembre 2000. Il retrace brièvement la carrière du Confrère disparu.

La Classe observe une minute de silence à la mémoire du défunt.

M. J.-J. Symoens se propose de rédiger l'éloge de M. Monod.

„La leishmaniose, ré-émergence et défis actuels”

De Heer D. Le Ray stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. J.-J. Symoens, I. Beghin, L. Eyckmans, J.-M. Jadin, J. Mortelmans en P. Goyens nemen aan de bespreking deel.

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

**„Bases synécologiques de la reconnaissance du secteur
phytogéographique de l’Imatongs-Usambara au sein
du domaine montagnard est-africain”**

De Heer M. K. Habiyaremye heeft deze mededeling tijdens de zitting van 28 maart 2000 voorgesteld.

Na de verslagen van de HH. E. Robbrecht en P. Van der Veken gehoord te hebben, beslist de Klasse deze tekst niet in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

De zitting wordt om 16 u. 30 geheven.

Zij wordt door een Besloten Vergadering gevolgd.

La leishmaniose, ré-émergence et défis actuels

M. D. Le Ray présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. J.-J. Symoens, I. Beghin, L. Eyckmans, J.-M. Jadin, J. Mortelmans et P. Goyens prennent part à la discussion.

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

**Bases synécologiques de la reconnaissance du secteur
phytogéographique de l'Imatongs-Usambara au sein
du domaine montagnard est-africain**

M. M. K. Habiyaremye a présenté cet exposé lors de la séance du 28 mars 2000.

Après avoir entendu les rapports de MM. E. Robbrecht et P. Van der Veken, la Classe décide de ne pas publier ce texte dans le *Bulletin des Séances*.

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

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen

Zitting van 19 december 2000

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer E. Robbrecht, Vice-Directeur, bijgestaan door Mevr. Y. Verhasselt, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : de HH. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, M. De Dapper, E. De Langhe, M. Deliëns, L. Eyckmans, A. Fain, J.-M. Jadin, F. Malaise, H. Maraite, J. Meyer, J.-C. Micha, H. Nicolaï, G. Stoops, Mevr. D. Swinne, de HH. J.-J. Symoëns, C. Sys, P. Van der Veken, E. Van Ranst, H. Vis, werkende leden ; de HH. J. Bolyn, A. de Scoville, R. Dudal, A. Ozer, geassocieerde leden.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : de HH. J. Belot, E. Coppejans, L. D'Haese, J. D'Hoore, M. Frère, P. Gigase, P. Goyens, A. Lawalrée, J.-P. Malingreau, J. Mortelmans, J. Rammeloo, L. Tack, R. Tonglet, M. Wéry.

„Chenilles comestibles et campophagie en Afrique tropicale”

De Heer F. Malaise stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. M. De Dapper, A. Fain, I. Beghin, H. Nicolaï, A. Ozer, L. Eyckmans, J.-M. Jadin en E. De Langhe nemen aan de bespreking deel.

De Klasse beslist deze studie in de reeks *Verhandelingen* te publiceren, met eventueel inbegrip van een CD Rom.

Besloten Vergadering

De werkende en erewerkende leden, in Besloten Vergadering bijeen, verkiezen de HH. A. Ozer en E. Coppejans tot werkend lid.

De Heer M. Deliëns wordt als Vice-Directeur 2001 aangeduid.

De zitting wordt om 16 u. 40 geheven.

Classe des Sciences naturelles et médicales

Séance du 19 décembre 2000

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. E. Robbrecht, Vice-Directeur, assisté de Mme Y. Verhasselt, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents : MM. J. Alexandre, I. Beghin, J. Bouharmont, M. De Dapper, E. De Langhe, M. Deliens, L. Eyckmans, A. Fain, J.-M. Jadin, F. Malaisse, H. Maraite, J. Meyer, J.-C. Micha, H. Nicolaï, G. Stoops, Mme D. Swinne, MM. J.-J. Symoens, C. Sys, P. Van der Veken, E. Van Ranst, H. Vis, membres titulaires ; MM. J. Bolyn, A. de Scoville, R. Dudal, A. Ozer, membres associés.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. J. Belot, E. Coppejans, L. D'Haese, J. D'Hoore, M. Frère, P. Gigase, P. Goyens, A. Lawalrée, J.-P. Malingreau, J. Mortelmans, J. Rammeloo, L. Tack, R. Tonglet, M. Wéry.

Chenilles comestibles et campophagie en Afrique tropicale

M. F. Malaisse présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. M. De Dapper, A. Fain, I. Beghin, H. Nicolaï, A. Ozer, L. Eyckmans, J.-M. Jadin et E. De Langhe prennent part à la discussion.

La Classe décide de publier cette étude dans la série des *Mémoires* avec éventuellement CD Rom incorporé.

Comité secret

Les membres titulaires et titulaires honoraires, réunis en Comité secret, élisent MM. A. Ozer et E. Coppejans en qualité de membres titulaires.

M. M. Deliens est élu Vice-Directeur 2001.

La séance est levée à 16 h 40.

Klasse voor Technische Wetenschappen

Zitting van 24 november 2000

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer Jacques Charlier, Directeur, bijgestaan door Mevr. Y. Verhasselt, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : de HH. Jean Charlier, E. Cuypers, P. De Meester, A. Deruytere, G. Froment, G. Heylbroeck, R. Leenaerts, W. Loy, J. Michot, H. Paelinck, R. Sokal, werkende leden ; de Heer R. Winand, geassocieerd lid ; de Heer M. El Tayeb, corresponderend lid ; en de Heer J.-J. Symoens, Erevast Secretaris.

Betuygden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : de HH. L. André, P. Beckers, J. Berlamont, J.-M. Charlet, J. Debevere, J. De Cuyper, H. Deelstra, D. DemaiFFE, G. Demarée, C. De Meyer, J.-J. Droesbeke, A. François, P. Goossens, A. Jaumotte, E. Lambin, A. Lejeune, J. Marchal, J. Poesen, J. Roos, F. Suykens, F. Thirion, R. Tillé, M. Van Montagu, R. Wambacq.

Overlijden van de Heer Paul Fierens

De directeur kondigt het overlijden aan van de Heer Paul Fierens, erewerkend lid, te Casteau op 7 oktober 2000. Hij schetst in het kort de loopbaan van de overleden Confrater.

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

De Klasse stelt voor het opstellen van de lofrede van de Heer Fierens aan de Heer J.-M. Charlet toe te vertrouwen. Een tweede opsteller, de Heer G. Panou, zal misschien ook gevraagd worden.

„A Brief History on an Artificial River”

De Heer M. El Tayeb stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. R. Sokal, Jacques Charlier, W. Loy, J.-J. Symoens, R. Winand, R. Leenaerts en H. Paelinck nemen aan de bespreking deel.

De Klasse beslist deze studies in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

Classe des Sciences techniques

Séance du 24 novembre 2000

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. Jacques Charlier, Directeur, assisté de Mme Y. Verhasselt, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents : MM. Jean Charlier, E. Cuypers, P. De Meester, A. Deruyttere, G. Froment, G. Heylbroeck, R. Leenaerts, W. Loy, J. Michot, H. Paelinck, R. Sokal, membres titulaires ; M. R. Winand, membre associé ; M. M. El Tayeb, membre correspondant ; et M. J.-J. Symoens, Secrétaire perpétuel honoraire.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. L. André, P. Beckers, J. Berlamont, J.-M. Charlet, J. Debevere, J. De Cuyper, H. Deelstra, D. Demaiffe, G. Demarée, C. De Meyer, J.-J. Droesbeke, A. François, P. Goossens, A. Jaumotte, E. Lambin, A. Lejeune, J. Marchal, J. Poesen, J. Roos, F. Suykens, F. Thirion, R. Tillé, M. Van Montagu, R. Wambacq.

Décès de M. Paul Fierens

Le directeur annonce le décès de M. Paul Fierens, membre titulaire honoraire, survenu à Casteau le 7 octobre 2000. Il retrace brièvement la carrière du Confrère disparu.

La Classe observe une minute de silence à la mémoire du défunt.

Elle propose de confier la rédaction de l'éloge de M. Fierens à M. J.-M. Charlet. Un second rédacteur, M. G. Panou, sera peut-être sollicité.

«A Brief History on an Artificial River»

M. M. El Tayeb présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. R. Sokal, Jacques Charlier, W. Loy, J.-J. Symoens, R. Winand, R. Leenaerts et H. Paelinck prennent part à la discussion.

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

Bestuurscommissie

De mandaten van de HH. P. De Meester en R. Leenaerts binnen de Bestuurscommissie vervallen op 31 december 2000. Deze mandaten zijn niet hernieuwbaar. De Bestuurscommissie stelt de Klasse voor Technische Wetenschappen voor een mandaat aan de HH. H. Deelstra en J. J. Peters toe te vertrouwen. De Klasse keurt dit voorstel goed.

De zitting wordt om 16 u. 15 geheven.
Zij wordt door een Besloten Vergadering gevolgd.

Commission administrative

Les mandats de MM. P. De Meester et R. Leenaerts au sein de la Commission administrative, échoient le 31 décembre 2000. Ces mandats ne sont pas renouvelables. La Commission administrative propose à la Classe des Sciences techniques de confier un mandat respectivement à MM. H. Deelstra et J. J. Peters. La Classe approuve cette proposition.

La séance est levée à 16 h 15.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Klasse voor Technische Wetenschappen

Zitting van 22 december 2000

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 u. 30 geopend door de Heer Jacques Charlier, Directeur, bijgestaan door Mevr. Y. Verhasselt, Vast Secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : de HH. Jean Charlier, J. De Cuyper, H. Deelstra, J. Michot, A. Sterling, R. Thonnard, R. Wambacq, werkende leden ; de HH. L. André, J.-M. Charlet, L. Dejonghe, J. Poesen, U. Van Twembeke, R. Winand, geassocieerde leden ; de Heer E. De Langhe, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen.

Betuygden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : de HH. P. Beckers, J. Debevere, M. De Boodt, G. Demarée, C. De Meyer, A. Deruyttere, J.-J. Drosbeke, A. François, P. Goossens, A. Jaumotte, R. Leenaerts, W. Loy, J. Marchal, L. Martens, A. Monjoie, J. Roos, R. Sokal, F. Suykens, R. Tillé, W. Van Impe.

„Updating Topographic Maps of Namibia”

De Heer Y. Baudot, *free-lance consultant*, stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. R. Winand, R. Thonnard, H. Deelstra, U. Van Twembeke, L. André en R. Wambacq nemen aan de bespreking deel.

Twee verslaggevers zullen op de volgende zitting aangeduid moeten worden.

Bodemerosie door bodembewerking in Noord-Thailand : intensiteiten en implicaties

De Heer J. Poesen stelt een mededeling voor getiteld als hierboven.

De HH. R. Winand, E. De Langhe en Jacques Charlier nemen aan de bespreking deel.

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

Zittingen van de Klasse

Ter herinnering : de zittingen van de Klasse voor Technische Wetenschappen zullen vanaf januari 2001 de laatste donderdag van de maand i.p.v. de laatste vrijdag plaatsvinden.

Classe des Sciences techniques

Séance du 22 décembre 2000

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. Jacques Charlier, Directeur, assisté de Mme Y. Verhasselt, Secrétaire perpétuelle.

Sont en outre présents : MM. Jean Charlier, J. De Cuyper, H. Deelstra, J. Michot, A. Sterling, R. Thonnard, R. Wambacq, membres titulaires ; MM. L. André, J.-M. Charlet, L. Dejonghe, J. Poesen, U. Van Twembeke, R. Winand, membres associés ; M. E. De Langhe, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. P. Beckers, J. Debevere, M. De Boodt, G. Demarée, C. De Meyer, A. Deruyttere, J.-J. Droesbeke, A. François, P. Goossens, A. Jaumotte, R. Leenaerts, W. Loy, J. Marchal, L. Martens, A. Monjoie, J. Roos, R. Sokal, F. Suykens, R. Tillé, W. Van Impe.

«Updating Topographic Maps of Namibia»

M. Y. Baudot, *free-lance consultant*, présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. R. Winand, R. Thonnard, H. Deelstra, U. Van Twembeke, L. André et R. Wambacq prennent part à la discussion.

Deux rapporteurs devront être désignés à la prochaine séance.

«Bodemerosie door bodembewerking in Noord-Thailand : intensiteiten en implicaties»

M. J. Poesen présente une communication intitulée comme ci-dessus.

MM. R. Winand, E. De Langhe et Jacques Charlier interviennent dans la discussion.

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

Séances de Classe

Pour rappel, les séances de la Classe des Sciences techniques, à partir de janvier 2001, se dérouleront le dernier jeudi du mois et non plus le vendredi comme auparavant.

Besloten Vergadering

De werkende en erewerkende leden, in Besloten Vergadering bijeen, duiden de Heer F. Thirion als Vice-Directeur 2001 aan.

De zitting wordt om 16 u. 55 geheven.

Comité secret

Les membres titulaires et titulaires honoraires, réunis en Comité secret, désignent M. F. Thirion en qualité de vice-directeur 2001.

La séance est levée à 16 h 55.

Les images optiques (NOAA AVHRR et SPOT VEGETATION) permettent de bien distinguer les forêts de terre ferme des formations secondaires et des savanes. D'autre part, les images radar (ERS et JERS) représentent un gain appréciable d'information pour la cartographie des milieux humides (forêts et savanes inondées), ainsi que pour la détection des plantations industrielles.

Analyse des données satellitales : Ph. Mayaux
et J. Malingreau

Réalisation des mosaïques radar : G-F. Degrandi

Point de contact : Philippe Mayaux
Unité GVM - CCR
TP 440
21020 Ispra (VA) - Italie

© Commission des Communautés Européennes

COMMISSION EUROPENNE
CENTRE COMMUN DE RECHERCHE
Institut des Applications Spatiales



- Forêt de terre ferme
Forêt secondaire et complexe rural
Forêt de montagne
Forêt marécageuse
Mangrove
Savane humide (boisée et arboré)
Savane sèche et steppe
Plantations
Prairie flottante
Eau
- Frontières nationales
Rivières
Routes



Echelle



1 : 6 000 000

Projection : Plare Carrée
Unités : Degrés
Sphéroïde : WGS 84

10°0'0"E

15°0'0"E

20°0'0"E

25°0'0"E

30°0'0"E

0°0'0"N

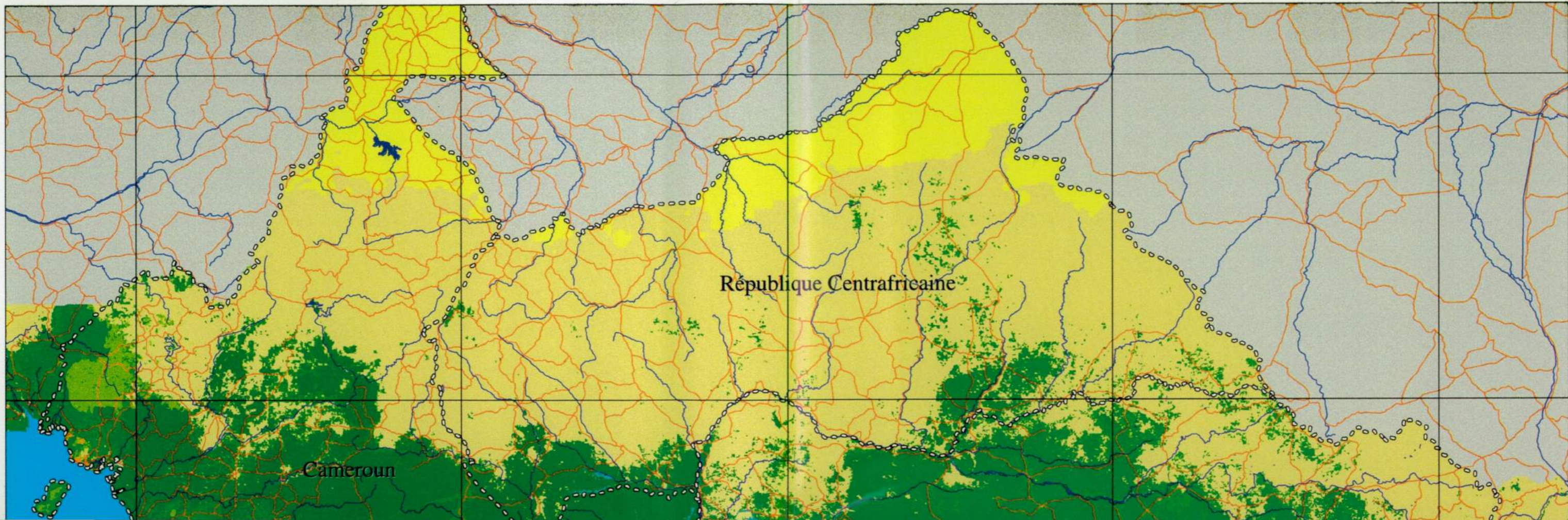
10°0'0"N

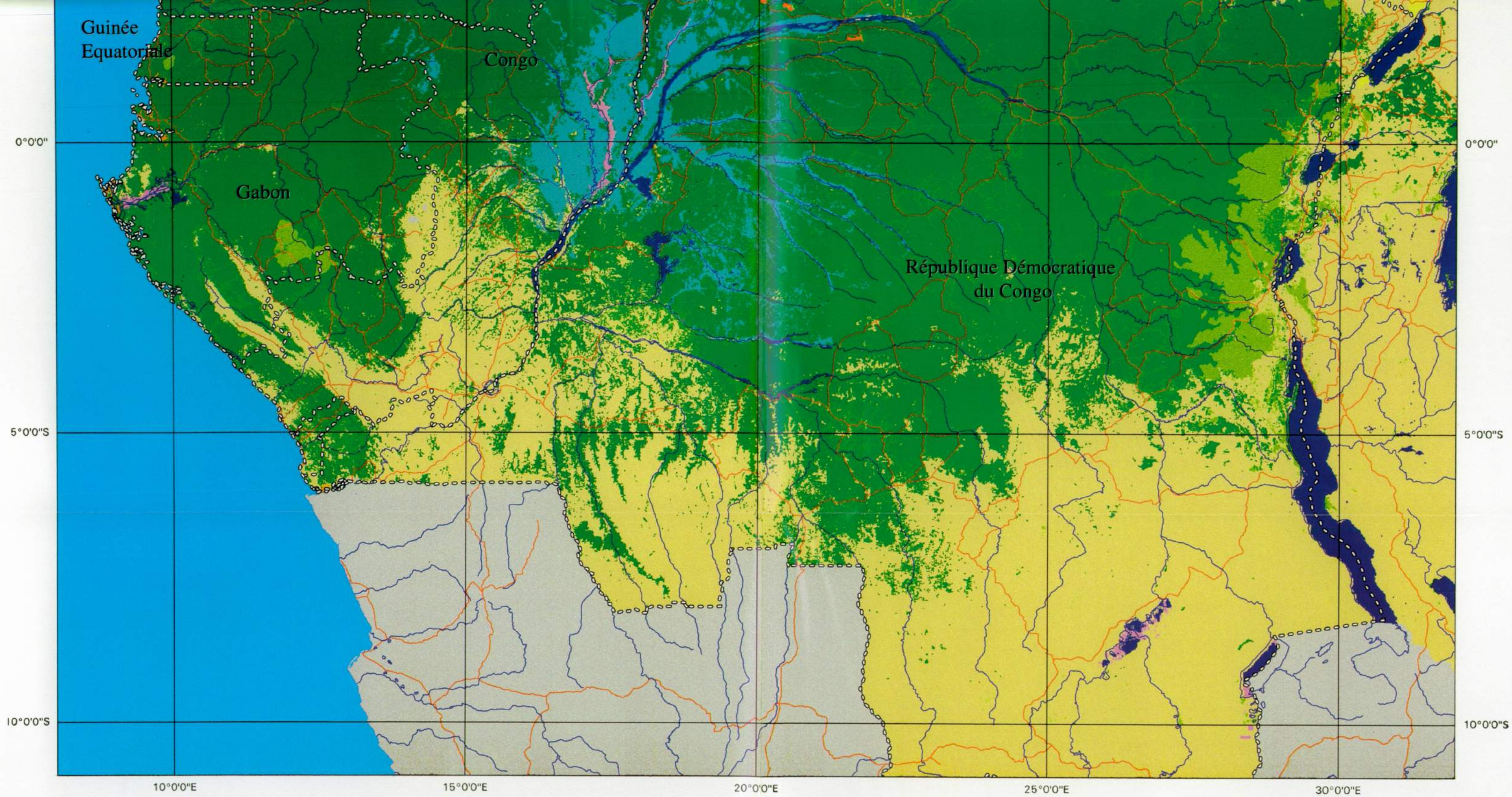
5°0'0"N

5°0'0"N

République Centrafricaine

Cameroun





CARTE DE LA VEGETATION D'AFRIQUE CENTRALE

dérivée d'images satellitales

INHOUDSTAFEL — TABLE DES MATIERES

Wetenschappelijke mededelingen Communications scientifiques

<i>Plenaire zitting / Séance plénière 19.10.2000</i>	
C. PICQUE. — Openingsrede / Allocution d'ouverture	419
J. CHARLIER. — Inleiding / Introduction	421
H. BAETENS BEARDSMORE. — Taalverscheidenheid : inzet en strategieën	427
M. WERY. — La recherche médicale en Afrique	439
Y. VERHASSELT. — Verslag over de werkzaamheden van de Academie (1999-2000) / Rapport sur les activités de l'Académie (1999-2000)	449

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

J. JACOBS. — Elementen van de kosmologie van de Tetela (Democratische Republiek Congo) en van andere bevolkingsgroepen	457
--	-----

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

P. MAYAUX & J.-P. MALINGREAU. — Le couvert forestier d'Afrique centrale : un nouvel état des lieux	475
--	-----

Klasse voor Technische Wetenschappen / Classe des Sciences techniques :

J. POESEN. — Tillage Erosion in Northern Thailand : Intensities and Implications	489
P. GOOSSENS. — Recent Discoveries of Gold, Zinc and Diamond Deposits in Western Africa ; their Socio-Economic Impacts	513

Lofredenen — Eloges

Pierre GOUROU	531
Charles SCHYNS	541

Notulen — Procès-verbaux

Plenaire zitting van 19 oktober 2000 / Séance plénière du 19 octobre 2000	548-549
---	---------

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

Zitting van 21 november 2000 / Séance du 21 novembre 2000	552 ; 553
Zitting van 12 december 2000 / Séance du 12 décembre 2000	556 ; 557

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

Zitting van 28 november 2000 / Séance du 28 novembre 2000	558 ; 559
Zitting van 19 december 2000 / Séance du 19 décembre 2000	562 ; 563

Klasse voor Technische Wetenschappen / Classe des Sciences techniques :

Zitting van 24 november 2000 / Séance du 24 novembre 2000	564 ; 565
Zitting van 22 december 2000 / Séance du 22 décembre 2000	568 ; 569

