

**KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR OVERZEESTE
WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

**MEDEDELINGEN
DER ZITTINGEN**

Driemaandelijkse publikatie

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

Sous la Haute Protection du Roi

**BULLETIN
DES SÉANCES**

Nieuwe Reeks
Nouvelle Série

32 (3)

Jaargang 1986
Année

Publication trimestrielle

750 F

BERICHT AAN DE AUTEURS

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

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

De handschriften dienen ingestuurd naar de Secretarie, Defacqzstraat 1 bus 3, 1050 Brussel. Ze zullen rekening houden met de aanwijzingen aan de auteurs voor het voorstellen van de handschriften (zie *Meded. Zitt.*, N.R., 28-1, pp. 103-109) waarvan een overdruk op eenvoudige aanvraag bij de Secretarie kan 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 sur rapport d'un ou plusieurs de ses membres.

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

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

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

Abonnement 1986 (4 num.): 2500 F

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

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

**KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR OVERZEESSE
WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning

**MEDEDELINGEN
DER ZITTINGEN**

Driemaandelijkse publikatie

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

Sous la Haute Protection du Roi

**BULLETIN
DES SÉANCES**

Nieuwe Reeks
Nouvelle Série

Publication trimestrielle

32 (3)

Jaargang 1986
Année

**KLASSE VOOR MORELE
EN POLITIEKE WETENSCHAPPEN**

**CLASSE DES SCIENCES MORALES
ET POLITIQUES**

Zitting van 15 april 1986

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de directeur van de Klasse, E.P. J. Denis, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. A. Coupez, A. Duchesne, A. Gérard, J. Jacobs, M. Luwel, A. Maesen, A. Rubbens, J. Stengers, A. Stenmans, E. Vandewoude, werkende leden; de H. J. Deleu, Mevr. A. Dorsinfang-Smets, de H. J. Ryckmans, geassocieerde leden; de H. J. Comhaire, corresponderend lid, alsook de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. A. Baptist, H. Beguin, F. Bézy, Mevr. P. Boelens-Bouvier, de HH. E. Coppieters, V. Devaux, M. d'Hertefeldt, V. Drachousoff, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de HH. J.-P. Harroy, A. Huybrechts, E. Lamy, R. Lesthaeghe, S. Plasschaert, R. Rezsóhazy, P. Salmon, E.P. M. Storme, de HH. J. Vanderlinden, J.-L. Vellut, Mevr. Y. Verhasselt, de HH. Th. Verhelst, R. Yakemtchouk, alsook de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

De Directeur verwelkomt Prof. Lokulutu-Bokanga Mpendele, voorzitter-directeur-generaal van het Zaïrees Onderzoeks- en Studiecentrum voor Internationale Betrekkingen (CEZERI), door de Vaste Secretaris uitgenodigd om de zitting bij te wonen.

De «primitieve» denkbeelden in de oude jainaleer

De H. J. Deleu heeft hierover een mededeling voorgelegd tijdens de zitting van 18 februari 1986. Overeenkomstig artikel 23 van het huishoudelijk reglement werd de bespreking ervan uitgesteld.

De HH. J. Comhaire en J. Jacobs maken opmerkingen en stellen vragen, die door de H. J. Deleu beantwoord worden. De tekst van deze bespreking zal *in fine* van de tekst van de mededeling van de H. Deleu in de *Mededelingen der Zittingen* gepubliceerd worden (pp. 297-310).

«Aux origines de l'alphabet»

De H. J. Ryckmans stelt hierover een mededeling voor.

De HH. A. Coupez, A. Gérard, J. Comhaire en J. Stengers komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 311-333).

Séance du 15 avril 1986

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur de la Classe, le R.P. J. Denis, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. A. Coupez, A. Duchesne, A. Gérard, J. Jacobs, M. Luwel, A. Maesen, A. Rubbens, J. Stengers, A. Stenmans, E. Vandewoude, membres titulaires ; M. J. Deleu, Mme A. Dorsinfang-Smets, M. J. Ryckmans, membres associés ; M. J. Comhaire, membre correspondant, ainsi que M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

Absents et excusés : MM. A. Baptist, H. Beguin, F. Bézy, Mme P. Boelens-Bouvier, MM. E. Coppieters, V. Devaux, M. d'Hertefeldt, V. Drachousoff, Mme M. Engelborghs-Bertels, MM. J.-P. Harroy, A. Huybrechts, E. Lamy, R. Lesthaeghe, S. Plasschaert, R. Rezsóhazy, P. Salmon, le R.P. M. Storme, MM. J. Vanderlinden, J.-L. Vellut, Mme Y. Verhasselt, MM. Th. Verhelst, R. Yakemtchouk, ainsi que M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

Le Directeur accueille le Prof. Lokulutu-Bokanga Mpendele, président-directeur général du Centre zaïrois d'Études et de Recherches en Relations internationales (CEZERI), invité par le Secrétaire perpétuel à assister à la séance.

«De ,primitieve' denkbeelden in de oude jainaleer»

M. J. Deleu a présenté une communication à ce sujet à la séance du 18 février 1986. La discussion en avait été remise, conformément à l'article 23 du règlement d'ordre intérieur.

MM. J. Comhaire et J. Jacobs exposent des remarques et posent des questions auxquelles répond M. J. Deleu. Le texte de cette discussion sera publié dans le *Bulletin des Séances* à la suite de celui de la communication de M. Deleu (pp. 297-310).

Aux origines de l'alphabet

M. J. Ryckmans présente une communication à ce sujet.

MM. A. Coupez, A. Gérard, J. Comhaire et J. Stengers interviennent dans la discussion.

La Classe décide de publier cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 311-333).

Mededelingen der Zittingen

Gezien de financiële toestand van de Academie verbeterd is, heeft de Bestuurscommissie, in haar zitting van 19 maart 1986, besloten het maximum aantal bladzijden voorzien voor de mededelingen in de *Mededelingen der Zittingen* van 16 tot 20 bladzijden op te voeren.

Vervanging van de Vaste Secretaris

Gezien de afwezigheid van de H. J.-J. Symoens van 7 tot 23 mei 1986 heeft de Bestuurscommissie tijdens haar zitting van 19 maart 1986, de H. E. Cuypers, werkend lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen, voor deze periode aangeduid als vast secretaris *ad interim*.

Embleem van de Academie

In haar zitting van 19 maart 1986 heeft de Bestuurscommissie het voorstel goedgekeurd om een wedstrijd met prijs in te richten voor het tekenen van een embleem van de Academie.

De leden van de drie Klassen worden verzocht hun suggesties aan de Vaste Secretaris te laten geworden. Op verzoek van de H. A. Coupez zal het secretariaat aan de leden enkele voorbeelden van emblemen van andere instellingen toesturen die als basisidee kunnen dienen.

Benoeming

Mevr. Y. Verhasselt werd benoemd tot werkend lid van de Klasse bij koninklijk besluit van 19 maart 1986.

De zitting wordt geheven te 16 h 45.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

Bulletin des Séances

Vu l'amélioration de la situation financière de l'Académie, la Commission administrative a, en sa séance du 19 mars 1986, décidé de porter de 16 à 20 le nombre maximum de pages des communications à publier dans le *Bulletin des Séances*.

Remplacement du Secrétaire perpétuel

Vu l'absence de M. J.-J. Symoens du 7 au 23 mai 1986, la Commission administrative a, en sa séance du 19 mars 1986, désigné M. E. Cuypers, membre titulaire de la Classe des Sciences techniques, en qualité de secrétaire perpétuel *ad interim* pour cette période.

Emblème de l'Académie

En sa séance du 19 mars 1986, la Commission administrative a adopté l'idée d'organiser un concours doté de prix pour le dessin d'un emblème de l'Académie.

Les membres des trois Classes sont invités à adresser des suggestions au Secrétaire perpétuel. A la demande de M. A. Coupez, le secrétariat fera parvenir aux membres quelques exemples d'emblèmes d'autres institutions, pouvant servir de base de réflexion aux membres.

Nomination

Mme Y. Verhasselt a été nommée en qualité de membre titulaire de la Classe par arrêté royal du 19 mars 1986.

La séance est levée à 16 h 45.
Elle est suivie d'un Comité secret.

De «primitieve» denkbeelden in de oude jainaleer *

door

J. DELEU **

TREFWOORDEN : Hindoeïsme ; Jainaleer ; Magie.

SAMENVATTING. — De leer van het jainisme (gesticht door Mahāvira in de VI^e-V^e eeuw v.Chr. in Bihār) bevat vanouds een aantal vreemd aandoende elementen, die de vakliteratuur meestal «primitief» noemt, waarmee bedoeld wordt vermoedelijk stammend uit de autochtone pre-Arische denkwereld. Er zal alleen aandacht besteed worden aan gedachtengoed dat reeds in de oudste canonieke werken aanwezig is. Latere hindoeïstische ontwikkelingen binnen het jainisme blijven buiten beschouwing. Deze denkbeelden lijken op het eerste gezicht eerder disparate gegevens. In een proeve van synthese zal getracht worden ze in het systeem in hoofdzaak rond twee domeinen te integreren : de wedergeboorte en de magie. De auteur vraagt zich af tot op welke hoogte soortgelijke denkbeelden ook in andere primitieve beschavingen tot ontwikkeling kwamen.

RÉSUMÉ. — *Les conceptions «primitives» dans l'ancienne doctrine jaïna.* — Depuis longtemps, la doctrine du jaïnisme (fondé par Mahāvira au VI^e-V^e siècle av. J.-C. au Bihār) présente un nombre d'éléments assez étranges, que les ouvrages spécialisés appellent le plus souvent «primitifs», entendant par là qu'ils proviennent probablement de l'horizon mental autochtone pré-aryen. Il ne sera tenu compte que des idées déjà présentes dans les textes canoniques les plus anciens, en faisant abstraction de toute évolution plus récente due à l'influence de l'hindouïsme. Ces conceptions semblent à première vue représenter des données plutôt disparates. Une tentative de synthèse cherchera à les intégrer dans le système, principalement autour de deux domaines : celui de la réincarnation et celui de la magie. L'auteur se demande jusqu'à quel point des conceptions comparables se sont développées dans d'autres civilisations primitives.

SUMMARY. — *The "primitive" conceptions in the ancient doctrine of jainism.* — Of old the doctrine of jainism (founded by Mahāvira in the 6th-5th century B.C. in Bihār) presents a number of rather curious elements, which science usually calls "primitive" in the sense of originating from the autochthonous pre-Aryan sphere of thought. Only such conceptions as are met with in the oldest canonical texts will be taken into account ; later evolutions that are

* Mededeling voorgesteld op de zitting van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen gehouden op 18 februari 1986.

** Geassocieerd lid van de Academie ; Faculteit van de Letteren en Wijsbegeerte, Rijksuniversiteit te Gent, Blandijnberg 2, B-9000 Gent (België).

due to hindu influence are left out of consideration. At first these conceptions seem disparate data. A tentative synthesis will try to integrate them in the system largely from the view-points of rebirth and magic. The author wonders whether similar ideas likewise developed in other primitive civilizations.

*
* *

De stichter van het jainisme, de Jina, prins Vardhamāna bijgenaamd Mahāvīra, stierf volgens de traditie in 527 v. Chr., volgens de Westerse kritiek ongeveer een halve eeuw later, in de buurt van Patna in zijn geboortestreek Bihār. Hij was bijgevolg een land-, tijd- en standgenoot van de Boeddha en men kan zeer algemeen stellen dat aan de vele overeenkomsten tussen beide figuren duidelijk te zien is, dat zij uit een zo religieus-geestelijk als politiek en sociaal-economisch identiek cultureel klimaat zijn gegroeid. Wij zullen het vandaag evenwel verder schier met geen woord hebben over de vergelijking jainisme-boeddhisme. Er zijn ook zeer belangrijke verschilpunten tussen beide leren en precies sommige daarvan hebben te maken met wat men in de vakliteratuur is gaan noemen de «primitieve» karaktertrekken van het jainisme. Dat het jainisme die bewaard heeft, is ten dele te verklaren uit het historische feit, dat Mahāvīra inderdaad niet de stichter was van een fundamenteel nieuwe, maar wel de reformator van een circa 250 jaar vóór hem door zekere Pārśva gepredikte leer. Dit verklaart evenwel niet alles. Er is ook de belangstelling van Mahāvīra voor vragen op allerlei gebieden, niet alleen i.v.m. de moraal, maar b.v. ook i.v.m. de fysica en de metafysica (om maar die twee te noemen), welke alzijdige belangstelling bovendien gepaard ging met een duidelijke behoefte aan systematisering van de verworven kennis en inzichten. In dit verband heeft men zelfs de term «prewetenschappelijke ingesteldheid» gebruikt. Herinneren wij in dit verband aan Schubrings uitspraak als zou Mahāvīra de veelzijdigste denker geweest zijn die wij in de Indische Oudheid kennen [1] *.

Het is onnodig en ook niet doenlijk om hier het hele jaina-systeem in zijn diverse metafysische, natuurfilosofische, kentheoretische en ethische leerstellingen te ontleden. Het is trouwens zeer de vraag of dit hele denkgebouw reeds door Mahāvīra zo alzijdig en zo evenwichtig is opgetrokken. Wij kennen het uit de oudste geschriften van de jaina's, hun canon, zoals die vooral door wijlen mijn meester Schubring meesterlijk werden ontleed in zijn *Die Lehre der Jainas nach den alten Quellen dargestellt* [2]. Het is een zeer gesloten, zeer omvattend en uitgebalanceerd systeem, dat met Schubrings woorden niet «die Fähigkeit zur Weiterbildung» in zich draagt (p. 13) en dan ook — in volledige tegenstelling met de leer van de Boeddha — tot op de huidige dag als belijdenis in de jaina-gemeenschap nagenoeg onveranderd is bewaard gebleven. Wel heeft het onderzoek uitgewezen, dat ook binnen de canonieke schriftuur oud en jong met elkaar versmolten zijn, wat niet verwonderlijk is wanneer men bedenkt, dat de fixatie van de canon eerst omstreeks 500 n. Chr., dus

* De cijfers tussen haakjes [] verwijzen naar de noten en referenties, pp. 307-308.

bijna tien eeuwen na de dood van Mahāvīra is gebeurd. De enige kritische bedenking die ooit in verband met voornoemd magistraal werk over de oude jaina-doctrine van Schubring werd gemaakt, heeft dan ook betrekking op dit feit. Schubrings voornaamste leerling, Alsdorf, zei in een Conférence aan het «Collège de France» te Parijs, dat het werk «fait preuve dans l'ensemble d'absence de méthode historique» [3].

Alsdorf baseerde zich hierbij op zijn onderzoekingen i.v.m. de relatieve datering van de canonteksten, vooral op zijn metrische studies. Een van zijn voorbeelden zal dit duidelijk maken [4]. Wanneer b.v. vastgesteld wordt, dat in het canonwerk *Uttarajjhayaṇāṃ* XXXIV de leer van de *leśyās* («zielekleuren», wij komen later op deze leer terug) wat haar basisprincipes betreft in 19 śloka's en wat haar theoretische uitwerking betreft in 40 āryās is uiteengezet, dan kan men besluiten dat deze doctrine, zoals wij die thans kennen, in feite een jongere, scholastieke systematisatie is van ouder erfgoed, heel eenvoudig omdat het āryāmetrum nu eenmaal later in de Indische literaturen gehanteerd werd dan het ślokametrum. Dat zegt uiteraard niets over de absolute datering van dat ouder erfgoed en ik heb dit voorbeeld gekozen, omdat de *leśyā*-theorie, in haar eenvoudigste gedaante, precies reeds in Mahāvīra's tijd bekend was. Zoals gezegd : wij komen hierop later terug.

Een tweede moeilijkheid is deze : het metrische criterium kan uiteraard alleen op metrische teksten worden toegepast. Nu is het wel zo, dat de meeste belangrijke canonteksten geheel of voor een groot gedeelte metrisch zijn. Op grond van de metriek, maar ook op andere gronden, inhoudelijke, stilistische en taalkundige (deze laatste evenwel in veel mindere mate gezien de linguïstische nivellering van de verschillende tekststrata tijdens of reeds vóór de fixatie van de canon [5]) heeft men een kleine groep teksten of delen daaruit als de oudste herkend : *Āyāra*, *Sūyagada*, *Uttarajjhayaṇāṃ*, de oude *Cheyasutta*'s, *Dasaveyāliya* en *Isibhāsiyāṃ*. Van minstens één andere tekst, het *qua* omvang grootste en *qua* inhoud meest omvattende onder de bijna zestig canonwerken, de *Viyāhapannatti*, weet men sinds Schubring, dat hij zeer veel ouds bevat en met name «uns das Wirken Mahāvīras deutlicher vor Augen stellt» dan één van de totnogtoe genoemde [6]. De *Viyāhapannatti* evenwel is, in tegenstelling met de genoemde seniores van de canon, een prozatekst. In de vele jaren die ik mij met dit werk heb beziggehouden [7] is het mede mijn bedoeling geweest ook in deze prozatekst, die tot ons gekomen is als een schier onontwaarbaar *mixtum compositum* van teksten en tekstjes, uit te maken wat nu precies de oudste kern is. Dit is mij tot op zekere hoogte gelukt. Vóór enkele jaren nog (1981) is een jonge, degelijk geschoolde Indische jainoloog op een internationaal symposium te Straatsburg komen spreken over hetzelfde thema : de interne stratificatie van de *Viyāhapannatti*, maar uit de discussie achteraf is, meen ik, voldoende gebleken dat onze kennis hier voorlopig ophoudt [8]. Ikzelf heb in de laatste jaren pogingen gedaan om de sluier iets verder op te lichten, een ogenblik heb ik zelfs gespeeld met de gedachte om U hierover vandaag te onderhouden. Het onderwerp is evenwel technisch zo ingewikkeld – er zijn nl. een massa kleine tekstfragmentjes mee gemoeid – en ik heb daarvan afgezien. Dit brengt ons op vandaag en op ons thema,

dat wij nu, hopelijk met een beter begrip van de termen jainisme en oudjainisme, kunnen ontwikkelen.

Zeer vlug geschetst zegt de basisdoctrine van het jainisme het volgende [9] : de werkelijkheid berust op twee beginselen : ziel (*jīva*) en materie (*puḍgala*). In de wereld van de wedergeboorte (*saṃsāra*) zijn die twee met elkaar verbonden door een band (*bandha*) die bestaat uit *karman*. Het doel van de jainaleer is dat van alle Indische religieuze denkrichtingen zeker vanaf de Upaniṣaden (dus ook van het jonger brahmanisme, het boeddhisme en het hindoeïsme), uiteindelijk ook dat van alle orthodoxe en heterodoxe wijsgerige stelsels, dat doel is, zeg ik, de verlossing (*mokṣa*, *mukti*, ook *siddhi* «voltooiing»). De verlossing, het ontsnappen dus aan de voortdurende cyclus van dood en wedergeboorte, wordt hier gezien als een volledige bevrijding, een afzondering van de ziel ten overstaan van de materie. Om dit doel te bereiken schrijft het jainisme drie noodzakelijke voorwaarden voor : het correcte geloof (*samyag-darśana*), de correcte kennis (*samyag-jñāna*) en het correcte gedrag (*samyak-cāritra*). Dit is, *in nucleo*, de jainaleer, zeer eenvoudig zo te zien en sluitend als een bus. De moeilijkheid, de uiteindelijk extreme complexiteit van het systeem, begint eerst van zodra men deze basisideeën met duidelijke definities wil stofferen, wanneer men tracht te omschrijven wat termen als ziel, materie en *karman* precies inhouden, hoe karmische binding en bevrijding daarvan precies tot stand komen, wat geloof, kennis en gedrag precies correct of fout maakt. Bovendien moeten al die definities, in een systeem dat zichzelf respecteert, met elkaar onderling harmoniëren — het geheel moet blijven sluiten als een bus — en alle samen een totaalbeeld van de waarheid, de werkelijkheid (*tattva*) geven. Ook allerhande begrippen, die op het eerste gezicht niet in de geschetste gedachtengang thuishoren, moeten dus daarmee in overeenstemming geconcipieerd worden : ik denk aan metafysische begrippen als tijd, ruimte, beweging, enz., aan fysische begrippen als alles wat met lichaam, zintuigen en de oneindige differentiatie van de bestaans- en verschijningsvormen binnen de empirische werkelijkheid te maken heeft (het jainisme, tussen haakjes, aanvaardt deze laatste als werkelijk bestaande, dit in tegenstelling met bepaalde andere Indische leren), verder denk ik aan kentheoretische begrippen als geloof en kennis.

Het spreekt vanzelf dat wij hierop niet verder zullen doorgaan ; voor ons doel zal het immers voldoende zijn slechts over enkele van de opgesomde elementen iets verder uit te weiden. De vraag is nu : wat ervaart de bestudeerder van dit indrukwekkend geheel van denkbeelden, voorstellingen en gedachtengangen als «primitief» ? En allereerst wat betekent de term «primitief» ?

Het *Groot Woordenboek* van Van Dale zegt *s.v. primitief* : «behorend tot het vroegste stadium in een ontwikkeling, b.v. in de maatschappij», laten wij dus zeggen de cultuur. Dit mag vanzelfsprekend niet of althans niet alleen in chronologische zin begrepen worden. Ook in een late periode van hoogontwikkelde beschaving leven er uiteraard steeds primitieve, onontwikkelde volksmensen, denk aan Indië. Primitief geloof en volksgeloof worden vaak als synoniemen gebruikt.

Voor de bijna vijf millennia oude kultuurgeschiedenis van Indië kunnen wij trouwens, met een chronologische benadering van ons thema, niet zo heel veel vroeger dan Mahāvīra doordringen. Het vroegste stadium in die geschiedenis, de zgn. Indusdalbeschaving van laten wij ruwweg stellen 3000 tot 1750 v. Chr., kennen wij immers alleen door stoffelijke overblijfselen. Alle vragen omtrent de oorsprong (en het verval) van deze cultuur, de autochtone bevolking die haar droeg, het heersende politiek en sociaal bestel, taal en religie enz., zijn slechts bekend in de mate dat stoffelijke resten ons daarover uitsluitel kunnen geven of toch minstens plausibele vermoedens aan de hand doen. Een ander criterium dat hier gebruikt werd is de vermoedelijke verwantschap met bekende elementen uit contemporaine beschavingen en met latere hindoe-vormen meer bepaald van volks-religieuze aard : dieren- en plantencultus, verering van de Moedergodin, phallusverering, het religieus belang van water en dgl.

Voor een wetenschappelijk beter gefundeerde kennis van de vroegste Indische cultuur moeten wij evenwel wachten op de Vedische periode die inzet omstreeks de eindfase van de Indusdalbeschaving, of iets later, en in haar jongste vormen, de Upaniṣaden, reikt tot aan de vooravond van de geboorte van Mahāvīra en Boeddha. Een kultuurperiode die zich over ongeveer een millennium uitstrekt kan men uiteraard ook niet zonder meer primitief noemen en anderzijds is het zo, dat precies de oudste elementen in deze cultuur, de meer specifiek R̥gvedische elementen, gaandeweg in de loop van die tien eeuwen zijn verdwenen. Het zijn allemaal stuk voor stuk elementen die de R̥gvedische veroveraar van N.-Indië uit zijn recent Arisch verleden heeft overgeërfd, elementen die vermoedelijk fel contrasteerden met de levensbeschouwing van de autochtone bevolkingsgroepen die hij daar aantrof : denken wij aan zijn voornaamste goden, Indra b.v., aan zijn praktisch uitsluitend op aards geluk gerichte belangstelling (voor een lang leven, een mooie vrouw, vele zonen, een welgevulde stal, zegepraal in de strijd, een rijke vleesmaaltijd en veel koppige drank ook), denken wij aan zijn do-ut-desmentaliteit in de omgang met de goden, aan zijn nog zeer vaag bewustzijn omtrent moreel goed en kwaad. Al die inderdaad primitieve elementen zijn zo goed als verdwenen vóór de komst van jainisme en boeddhisme of hebben daarin alleen nog een vage herinnering achtergelaten : het woord *indra* b.v. is een soortnaam voor bepaalde goden geworden, en de goden zijn sowieso onbelangrijk, men streeft naar ontsnapping uit het aardse leven, het offer geldt als onnuttig, de moraal wordt haarfijn gepreciseerd, vrouw, vlees en sterke drank worden verfoeilijk.

De gedachtenwereld van de daarop volgende periode, de geleerde Brāhmaṇatijd, vermoedelijke datering 1200 tot 900 v. Chr. of iets later, kan men zeer zeker niet in zijn geheel primitief noemen. Toch duiken hier elementen op, waarvan algemeen aangenomen wordt dat zij pre-Brahmaans en zelfs pre-Arisch zijn, als voornaamste twee het geleidelijk groeiend geloof aan de wedergeboorte en de aanvankelijk slechts schoorvoetend erkende maar steeds dieper ingrijpende belangstelling voor de magie. Beide acht men zoals gezegd van autochtone oorsprong. Het is de primitieve mens die het cyclisch gebeuren in de natuur (de zekerheid dat op de nacht een dag

en daarop weer een nacht volgt, op de winter een lente en daarna een nieuwe winter) overdraagt op de menselijke existentie (leven, dood, wedergeboorte, wederdood, enz.) en eventueel op het wereldgebeuren, zoals in Indië algemeen (de eeuwig zich herhalende vernietiging en herschepping van een in essentie begin- en eindeloos geachte kosmos). Evenzo is het de primitieve mens die met prewetenschappelijke, zeg maar magische middelen de werkelijkheid tracht te manipuleren, die achter die werkelijkheid als het ware een het gebeuren beheersend, nl. bevorderend of hinderend spel van fluïda, erkent, welke de magiër naar goëddunken kan hanteren.

En hier hebben wij dan toch twee terreinen, waarbinnen eventuele primitieve elementen in de oude jainaleer gezocht kunnen worden. Er zijn evenwel onmiddellijk een paar restricties te maken. Één : dezelfde twee elementen komen ook voor, en hoezeer, in andere Indische leren, meer bepaald in het hindoeïsme ; wij zullen dus de specifiek jainistische verschijningsvorm van ze nader moeten definiëren ; twee : precies uit het hindoeïsme zijn in latere eeuwen talrijke eveneens daarmee verwante gedachtingen in het jainisme *mutatis mutandis* overgenomen ; wij zullen ons dus er steeds van moeten vergewissen, dat voorlopig alleen aloud vóór-hindoeïstisch gedachtegoed ons interesseert.

*
* *

Dit gezegd zijnde kan men stellen dat de leer van de wedergeboorte (en dat zal straks ook gelden voor de magie) bij de jaina's heel nauw samenhangt met de hun eigen zeer specifieke, om niet te zeggen unieke opvattingen in verband met wat wij hoger genoemd hebben de twee basisbeginselen van de werkelijkheid : ziel en materie. De algemene trend, als ik het zo mag uitdrukken, in de Indische religieuze en filosofische scholen is, zoals u moge bekend zijn, duidelijk monistisch. Müller onderkende reeds in de Rgvedische opvattingen t.a.v. de vele goden een opvallende wat hij noemt kathenotheïstische tendens en zoals u wellicht weet, is de voornaamste leerstelling van zowel de Upaniṣaden als van de latere Vedāntafilosofie in al haar schakeringen die van de identiteit van *brahman* en *ātman*, van de Alziel en van het Individuele Zelf, waarvan de fenomenale wereld slechts een illusoire verschijningsvorm is. Slechts twee belangrijke Indische leren huldigen een dualistische wereldopvatting : het jainisme en een zeer oude orthodoxe wijsgerige school : het Sāṃkhya. Zomede is dit Sāṃkhya in dezen de voornaamste vergelijkingsgrond met de jainaleer, veel belangrijker b.v. dan het boeddhisme. De basistekst van deze school, de *Sāṃkhyakārikās* van Īśvarakṛṣṇa, een bewonderenswaardig helder geformuleerd boekje, wordt rond 300 n. Chr. gedateerd, maar én de naam én de fundamentele leerstellingen van het Sāṃkhya reiken tot in de Upaniṣaden en het epos *Mahābhārata* en dus zeker tot de beginperiode van het jainisme terug. Eigen aan beide doctrines is het geloof in het eeuwigdurend naast elkaar bestaan van twee fundamenteel verschillende entiteiten : ziel en materie, bij de adepten van het Sāṃkhya *puruṣa* en *prakṛti*, bij de jaina's zoals gezegd *jīva* en *pudgala*. In beide heerst de opvatting dat uit de materie, door evolutie (*pariṇāma*) alles kan ontstaan (ook dingen als

geluid en dus stem, licht en schaduw, *karman* en dgl. gelden als van stoffelijke aard), maar de opvattingen t.a.v. de ziel waren oorspronkelijk verschillend: de jaina's erkenden van meet af aan een oneindig aantal zielen, het Sāṃkhya daarentegen slechts één *puruṣa*. (Ik zeg oorspronkelijk, want het latere Sāṃkhya kent eveneens een oneindig aantal *puruṣa*'s.) In beide leren lijkt het begrip «ziel» uit dat van «leven» geabstraheerd, dat is vooral duidelijk in de jaina terminologie, want *jīva* betekent etymologisch «leven». Van meet af aan ook hebben de jaina's het begrip *jīva*, individuele ziel bij hen, geïdentificeerd met het aloude begrip *ātman* «zelf» [10]. Tenslotte is het bij de jaina's ook niet zo, dat ziel en materie gescheiden naast elkaar bestaan, zoals het Sāṃkhya *puruṣa* en *prakṛti* ziet [11]; veeleer trekt de ziel materie aan en laat die in zich stromen. Het preciese procédé volgens welk deze aantrekking (*āhāra*) en deze influx (*āsrava*) gebeuren, de graden van hechtheid van de tot stand gekomen binding (*bandha*) enz., dat alles doet hier minder ter zake omdat de beschrijving daarvan, die de theorie van de «zielepunten» en de «stofpunten» (*jīva-en pudgala-pradeśa*) uitwerkt, grotendeels aan de jongere scholastieke dogmatiek toe te schrijven is. Ouder zijn bepaalde vergelijkingen in de mond van Mahāvīra: de materie doordrenkt de ziel als het water een gezonken scheepswrak [12], enz.

Ook het begrip «lichaam» (*śarīra*) gaat hier uiteraard een grote rol spelen, het lichaam is immers materieel van nature. Anderzijds is het nu het soort lichaam waarmee de ziel zich verbindt, b.v. ook het aantal zintuigen (*indriya*) dat daarbij hoort en dat bepalend is voor het soort wezen (ook *jīva*) dat tot stand komt: een mens, een dier, een plant, een éénzinnig partikel, een god, een hellewezen. Ook hier is een groot deel van de latere theorie het resultaat van scholastieke pogingen om het systeem alzijdig en evenwichtig uit te bouwen; de grens tussen aloude denkbeelden en jongere systematizing is evenwel niet steeds duidelijk, tenzij men werkelijk de vinger kan leggen op b.v. systeemdwang, pure speculatie, haarklieverij. Onder de voorstellingen betreffende de verbinding ziel-materie, ziel-lichaam zijn er nochtans wel enkele die meer onze aandacht verdienen, omdat zij duidelijk tot het oudste erfgoed van de doctrine behoren. Ik zet ze even op een rijtje: 1) het geloof aan de bezielheid van elementaire deeltjes, dat duidelijk van animistische oorsprong is; 2) de opvatting dat de ziel zo groot is als het lichaam, tevens een oude Sāṃkhya-opvatting zoals trouwens 3) het denkbeeld dat de ziel met meer dan één lichaam verbonden kan zijn; 4) het begrip «zielekleur» (*leśyā*) dat ik ter inleiding reeds vernoemd heb als typisch voorbeeld van een oudere opvatting (die b.v. ook bij de Ājīvika's voorkomt) die men later in het systeem heeft pogen te integreren [13]; 5) tenslotte, het enorme prestige dat de ascese (*tapas*) in het jainisme heeft. Er zijn nog andere merkwaardige punten maar laten wij het voorlopig hierbij laten.

Ik moet trouwens nu vooraf een korte aantekening *in margine* maken. In de hele jaina doctrine, ook die betreffende de zoëven opgesomde punten, speelt het numeriek element, het getal, een enorme rol: er zijn b.v. 4 soorten elementaire partikels, 5 mogelijke lichamen, 6 zielekleuren, 12 vormen van ascese, enz. Dit is evenwel niet typisch jainistisch, alleen typisch Indisch. Alle kennis in Indië gaat tellend, opsommend te werk: men spreekt hier van de Sāṃkhya-geest en inderdaad,

de term «sāṃkhya» is een afleiding van *saṃkhyā* «getal» en ook de Sāṃkhya-filosofie maakt ruim gebruik van numerieke indelingen : er zijn twee principes (*puruṣa* en *prakṛti*), 3 eigenschappen (*guṇa*), 25 «werkelijkheden» (*tattva*), enz. Maar, zoals gezegd, hetzelfde numeriek procédé doordringt de gehele Indische gedachtenwereld vanaf de religieuze stelsels (men denke aan werken die volgens dit numerieke principe geordend zijn zoals de boeddhistische *Anguttaranikāya* en de jaina *Thāṇa* en *Samavāya* [14]) tot de profane leerboeken (*śāstra*, b.v. dat van de poëtica). Keren wij terug tot ons onderwerp.

Er zijn dus vier soorten elementaire deeltjes, nl. de elementen aarde, vuur, water en wind. Eigen aan de jaina's is de animistische opvatting, dat deze kunnen bezielde zijn. Een «aardwezen», b.v. (*pṛthvī-jīva*), heeft één zintuig, het gevoel : wanneer men op de aarde loopt, lijden dgl. zielen even erg als wanneer een robuuste man met de vuist op het hoofd van een grijsaard slaat [15]. De omvang van het lichaam speelt geen rol ; immers, ziel en lichaam zijn even groot : het lichaam van een olifant en het lichaam van een luis worden «gevuld» door een substantieel identieke ziel, zoals een identiek licht een grote kamer en een kleine volledig verlicht [16].

Dat de jaina's de notie van een meervoudig lichaam uit het primitieve volksgeloof hebben overgeërfd (waar ook een meervoudige ziel voorkomt [17]) is begrijpelijk, wanneer men de consequenties trekt uit hun geloof aan de wedergeboorte (een pan-Indisch geloof) en hun eigen (typisch jaina) opvattingen ten aanzien van de verlossing. Bij de dood verlaat de ziel het lichaam [18]. Het bouwt een nieuw lichaam op. In de tijdsspanne tussen dood en wedergeboorte (de duur van dit proces moge hier onbesproken blijven) kan de ziel onmogelijk volledig materie-vrij zijn, want dan had ze de verlossing bereikt. Zij moet dus, nadat zij b.v. haar grof-stoffelijk lichaam (*audārika śarīra*) verlaten heeft, minstens nog met karmische materie (de meest subtiele vorm van materie) verbonden blijven en dit heet haar karmisch lichaam (*kārmika-ś.*) en is uiteraard bepalend voor de soort wedergeboorte die volgt. Alle wezens in de *saṃsāra* bezitten uiteraard zo een karmisch lichaam, daarnaast ook een vurig lichaam (*taijasa-ś.*) dat — opnieuw volksgeloof — een digestieve en energetische functie heeft (z. verder). Verder onderscheidt het systeem nog een verplaatsings- (*āhārikā-ś.*) en een vervormingslichaam (*vaikriya-ś.*), beide drager van bepaalde magische potenties, waarover straks meer.

Alvorens het thema magie aan te snijden nog enkele woorden in verband met het begrip *leśyā* «zielekleur» (in het Duits ook wel «Seelentypus»), en over de ascese.

De etymologie van de term heeft vermoedelijk te maken met *leśa* «stofpartikel» met de connotatie «afglans, kleur». Al naar haar staat van karmische gebondenheid wordt de ziel als zwart, donker, grijs, geel, rosa of wit (de gebruikelijke kleuren) voorgesteld : een hellewezen heeft een zwarte, donkere of grijze *leśyā*, een bijna verlorene een witte ; de verlorene heeft geen *karman* en dus geen *leśyā*. Volgens SCHUBRING (1935) lijkt de *leśyā*-theorie een vreemd bestanddeel in de jainaleer, dat aan de Ājīvikaleer is ontleend of in beide leren primitieve voorstellingen weerspiegelt [19]. De term AMg. *teya-lessā* «vurige L» komt ook voor in het bekende verhaal over de krachtmeting tussen Mahāvīra en Gośāla Maskariputra [20], zijn afvallige

leerling en stichter van de Ājīvika-gemeenschap. Het gaat hier om een magisch vuur (AMg. *tava teya*), waarmee asceten elkaar tot as branden of ziek of waanzinnig maken. Ook goden zijn tot dgl. verzengingen in staat, zo met name Īsāna (de jainistische Śiva) die een hele stad verast alleen door ernaar te kijken [21].

De ascese tenslotte hebben het jainisme en het boeddhisme voor een groot deel van de brahmaanse ascese geërfd. Het staat vast dat het prestige van de ascese bij de jaina's veel groter is dan bij de boeddhisten, hoewel men ongenueanceerde uitspraken hierover met enige reserve moet begrijpen [22]. Wel is het zonder meer duidelijk, dat ook hier de zienswijze van de jaina's t.a.v. de werking van de ascese uit typisch primitieve opvattingen stamt: de karmische bezoedeling, zeg maar de zonde, is hier zoals daar iets materieels, dat door vasten, hitte, zelfkastijding, lichaamsdiscipline (voor de hindoe komen daar ook afwassing bij) kan verwijderd, de jaina zegt «afgesleten» worden (*nirjarā*).

*
*
*

Over de aanwezigheid in het oude jainisme van begrippen en voorstellingen die verband houden met de magie kunnen wij veel korter zijn. Het is wel zo, dat in Indië vanaf de oudste tijden tot op de dag van vandaag vooral het plattelandsleven en het stamleven in een zeer innig contact met de magische sfeer verloopt: denk aan de rol van astrologie, toverspreuken en amuletten, het boze oog, de vele magische praktijken, de onontbeerlijke dorpstovenaar. Het is zelfs zo, dat geen enkele religieuze denkrichting daardoor niet is beïnvloed: denk aan het śāktisme in zijn vele vormen, o.a. het *vajrayāna*-boeddhisme. Toch kan men evenzeer van oudsher van de kant van de officiële, de meer orthodoxe godsdienst steeds een zekere terughoudendheid, om niet te zeggen een misprijzende en afkeurende houding tegenover de magie vaststellen: dat was zo in de vedische tijd, toen het eerste magisch handboek, de *Atharvāṅgirasas*, «Het boek der witte en zwarte magiërs», maar achteraf als *Atharva-veda*, als vierde Veda naast de oorspronkelijke *traiyī vidyā*, werd erkend. En dat is nu nog zo, wanneer b.v. de orthodoxe hindoe de śākta's als *vāma-hasta*, «lieden van de linkerhand», en hun leer als *vāma-mārga*, een «slinkse weg», verwerpen.

Niet anders was dit in het jainisme, waar het beoefenen van magische praktijken officieel wordt afgekeurd [23]. Zonder, en dit is hier belangrijk, zonder evenwel het bestaan en de doeltreffendheid daarvan te ontkennen. Men heeft de indruk, zowel bij het officiële jainisme als elders, dat men met de wereld van de magie niet te best raad wist. Enerzijds wordt zij afgekeurd, een enkele maal zelfs wordt haar vermogen gerelativeerd [24], maar anderzijds past men haar zelf toe — ik had het reeds over de strijd tussen Mahāvīra en Gośāla Maskariputra —; alleszins herkent men haar uitwerking in bepaalde verschijnselen, sommige vormen van krankzinnigheid b.v., men schrijft magische vermogens van nature toe aan allerhande geesten (*Vidyādhara's* kunnen vliegen b.v.), maar ook aan de beoefening van ascese (ook de geestelijk ontwikkelde, AMg. *bhāvīy'appā*, monnik kan vliegen) en tenslotte, zoals

steeds het geval is, integreert men het hele verschijnsel in de officiële doctrine, boekstaaft op welke trap van ascetische volmaaktheid en op welke trap van kennis men welke magische krachten ter beschikking krijgt [25], wat al soorten magische vermogens er onderscheiden kunnen worden, enz. enz. En natuurlijk zoekt men in het systeem passende verklaringen. Ook die vindt men in de theorie van ziel-substantie-lichaam : de ziel attraheert materie om allerhande fantasmen te toveren of, door middel van het vervormingslichaam, fantastische vormen aan te nemen ; ook : een wezen in het bezit van magische potenties (b.v. een *yakṣa*, een *bhāvīy'appa* monnik) stuurt onreine atomen of zijn vurige *leśyā* (z. hoger) naar iemand, die dan ziek of bezeten (AMg. *jakkh' ātṭha* = *yakṣ'āviṣṭa*) wordt [26]. Dit heeft in het jainisme tevens de deur opengezet voor het primitieve volksgeloof in allerhande geesten, boom- en lucht- en watergeesten. Aanvankelijk gaat het om enkele blijkbaar erg populaire individuele gevallen, zo o.a. Hariṇaigamaṣin (AMg. *Hariṇegameṣi*), een wonderbare figuur die reeds als de ramkoppige demon Negameṣa of Nejaṃeṣa in RV X.184, *Khailika śukta* verschijnt, waar hij kleine kinderen aanvalt en die later, met een vermoedelijk door volksetymologie verbasterde naam en de kop van een antilope (*hariṇa*), de magische krachtoer klaarspeelt de embryo van Mahāvira himself uit de moederschoot van de, als brahmaanse eigenlijk niet voldoende waardige, Devanandā in die van prinses Trisālā te transplanteren. Maar u ziet dat wij ons hier reeds in het grenzeloze gebied van mythologie, *Purāṇa* en verhaalkunst wagen, het terrein bij uitstek voor het weelderig voorttieren van dgl. volksgeloof, maar dat vandaag buiten onze belangstelling moet blijven. Andere namen van reeds in de oudheid en ook buiten het jainisme bekende figuren zijn de *yakṣa*'s Pūrṇabhadra en Māṇibhadra. Al deze figuren zijn later — dat hoeft amper nog gezegd — netjes ingedeeld in wel bepaalde, hiërarchisch gerangschikte variëteiten en subvariëteiten in het systeem gecatalogeerd geworden [27].

Er rest ons nog slechts een klein punt, dat hier toch minstens vermeld verdient te worden. De werkelijkheid — zo heet het ook — berust op vijf fundamentele entiteiten (*astī-kāya* «vormen van wat is»), te weten, naast de reeds bekende «ziel» en «materie», ruimte (*ākāśa*), beweging (*dharma*) en rust (*adharmā*). Het begrip «ruimte» is zonder meer duidelijk : het is de ruimte van de wereld (*loka*), waar alle zielen en materies evolueren via de wetten van beweging en rust, plus de ruimte van de niet-wereld daarbuiten (de *aloka*) die louter ruimte is en geen beweging, dus ook geen zielen of materies toelaat. Moeilijker zijn de begrippen *dharma* en *adharmā*, gedefiniëerd [28] als de entiteiten die resp. al wat enerzijds beweging en verandering, anderzijds al wat rust en stilstand mogelijk maken. Zelfs de gebruikte nomenclatuur stelt ons hier voor een probleem. De termen *dharma* (en *adharmā*) van de wortel *dhar*. «in stand houden, dragen» is reeds vanaf de Brāhmaṇa's zeer wel gekend als datgene wat, zeggen wij maar, de goede gang van zaken in de cosmos (de Ṛgvedische *ṛta*) in stand houdt en bevordert resp. verhindert en belemmert. En er is in elk geval minstens één plaats in de canon [29] waar van deze beide *astīkāya*'s een hele reeks synoniemen opgesomd worden, die de traditioneel-brahmaanse inhoud dekken. Hoe rijmt men dat te samen. Ik vermeld het hier alleen, omdat

JACOBI (1974) [30] het vermoeden uitgesproken heeft, dat de jaina-begrippen te maken hebben met het geloof (dan uiteraard een primitief volksgeloof) in het bestaan van goede en kwade, gunstige en schadelijke, bevorderlijke en hinderende magische fluida, die het wereldgebeuren beïnvloeden.

NOTEN EN REFERENTIES

- [1] In zijn dadelijk te noemen «Lehre»: SCHUBRING, W. 1935. Grundriss der indo-arischen Philologie und Altertumskunde, p. 31. Ter vergelijking: FRAUWALLNER, E. 1953. Geschichte der indischen Philosophie I. — Salzburg, p. 247; Buddha zou «zur Vermehrung des philosophischen Gedankenguts seiner Zeit» slechts weinig hebben bijgedragen.
- [2] De Engelse vertaling van BEURLEN, W. 1962. The Doctrine of the Jains described after the Old Sources, Delhi, is op sommige plaatsen van zeer bedenkelijke kwaliteit.
- [3] ALSDORF, L. 1965. Les études jaina. État présent et tâches futures. — Collège de France, p. 49.
- [4] ALSDORF, L. 1965. *Op. cit.*, p. 79 et ss. Zie ook ALSDORF, L. 1974. Kleine Schriften, A. Wezler, Glasenapp Stiftung, Wiesbaden, waarin een aantal artikelen i.v.m. de metriek van de jaina en de boeddhistische canon.
- [5] ALSDORF, L. 1965. *Op. cit.*, pp. 12-27; ALSDORF, L. 1980. Ardha-Māgadhī. — In: Die Sprache der ältesten buddhistischen Überlieferung, Göttingen, pp. 17-23. Vgl. CAILLAT, C. 1980. La langue primitive du bouddhisme, *ibidem*, pp. 43-60.
- [6] SCHUBRING, W. 1926. Worte Mahāvīras; kritische Übersetzungen aus dem Kanon der Jaina, Göttingen-Leipzig, p. 10.
- [7] DELEU, J. 1970. Viyāhapannatti (Bhagavaī). The Fifth Anga of the Jaina Canon. — Faculteit van de Letteren en Wijsbegeerte, Rijksuniv. Gent, afl. 151, Brugge.
- [8] BHATT, B. 1983. Indologica Tauriniensia, Torino, 10: 109-118.
- [9] Korte overzichten: SCHUBRING, W. 1964. Der Jinismus. — In: GONDA. Die Religionen Indiens, Band 3, pp. 218-242; CAILLAT, C. s.d. Le jinisme. — In: Histoire des religions, Encyclopédie de la Pléiade, H. Ch. Puech, Paris, pp. 1105-1145.
- [10] DELEU, J. 1970. *Op. cit.*, p. 231, p. 723b. De Digambara's noemen de *jīva* (ziel) vaak *ādā = ātmā*.
- [11] Het Sāṃkhya kent wel een eeuwige band (*bandha, sambandha*) van *puruṣa* en *prakṛti*, die evenwel alleen bestaat in het eeuwig naast elkaar bestaan van beide («juxtaposition, voisinage» bij RENOU, L. 1953. L'Inde classique, Paris, vol. 2: 40).
- [12] DELEU, J. 1970. *Op. cit.*, pp. 81-83b.
- [13] Cf., naast de hoger vermelde *āryās* in *Uttarajjhayaṇāim XXXIV*, vooral *Pannavaṇā*, 17: 330a-373b. Ook BĀṬHIYĀ, M. L. & CORIYĀ, Sh. 1966. Leśyā-kośa. — Cyclopaedia of Leśyā, Calcutta.
- [14] Ook reeds bepaalde gedeelten van de *Viyāhapannatti*, z. DELEU, J. 1970. *Op. cit.*, p. 51.
- [15] *Ibidem*, pp. 250 en 766b.
- [16] *Ibidem*, pp. 139, en 313a verwijzend naar *Rāyapaseṇajīja*, p. 139b.
- [17] JACOBI, H. 1974. Ere, 7de druk, Edinburgh-New York, p. 469a (voetnoot), vergelijkt *jaina taijasa-* en *vaikriya-śarīra* met *taijasa* en *vaikārika ahaṃkāra* in het Sāṃkhya. SCHUBRING, W. 1935. *Op. cit.*, p. 11, schrijft in dit verband: «Die Mehrzahl der Leiber ... dürfte aus der Mehrzahl der Seelen, die der Mensch nach primitivem Glauben besitzt,

- umgedeutet sein zu einer Zeit, wo die Vorstellung vom einen Ātman sich nicht mehr übersehen ließ».
- [18] Dit gebeurt (primitieve voorstelling!) via voeten, dijen, borst, hoofd en alle lichaamsdelen samen alnaargelang een volgend bestaan (*gati* = gang) van de ziel als hellewezen, dier, mens, god of verlost, aldus Thāṇa, p. 346a, Suttāgame, ed. I : 268 (1953).
- [19] SCHUBRING, W. 1935. *Op. cit.*, p. 28; BASHAM, A. L. 1951. *History and Doctrines of the Ajivikas, a Vanished Indian Religion*, London, pp. 139 en 245. De Ājivika's, volgens de jaina's gesticht door een afvallige leerling van Mahāvira (z. eo dadelijk), waren nog in de 17de eeuw in Indië bekend. Cf. ook de in noot [4] hierboven geciteerde plaats bij ALSDORF. Aan te stippen is ook de gedachte bij LEUMANN, E. 1883. *Das Aupapātika Sūtra I, Glossar s.v. lessā*, Leipzig, dat het begrip *lesyā* uit «der großen Varietät in der Hautfärbung» van de Indische bevolking geabstraheerd is en derhalve verwant met de oude brahmaanse kasteterm *varna* «kleur».
- [20] Reeds *Viyāhapannatti*, zie DELEU, J. 1970. *Op. cit.*, p. 216 *et ss.*, pp. 665b, 667a, 667 *et ss.*
- [21] *Ibidem*, p. 97. Of *teya-lessā* (p. 213) met Abhayadeva als *sukhāsikā* «well-being» moet geïnterpreteerd worden, lijkt mij niet zo zeker.
- [22] DELEU, J. 1961. Het begrip *tapas* in jainisme en boeddhisme. — *In*: Handelingen van het XXIVe Vlaamse Filologencongres (Leuven), pp. 119-123.
- [23] Zoals b.v. blijkt uit het verhaal van de non Paṇḍarajjā dat ons in verschillende *cūṛṇīs* is overgeleverd; z. MEHTA, M. & RISHABH CANDRA, K. 1970. *Āgamic Index I., Proper Names I*, Ahmedabad, s.v.; z. ook VON KAMPTZ, K. 1929. *Über die vom Sterbefasten handelnden älteren Paiṇṇa des Jaina-Kanons*, Hamburg, p. 32.
- [24] *Viyāhapannatti*, DELEU, J. 1970. *Op. cit.*, p. 154, met de commentaar van Abhayadeva, p. 155a: het gaat vaak om louter zintuigelijke indrukken, niet om werkelijkheid (*viṣaya-mātraṃ kriyā-śūnyam*).
- [25] Het belangrijke tractaat van UMĀSVĀTI. 1905 (ed. Jacobi), noemt er een aantal op, waarvan de verwerving op de eerste twee trappen van de zgn. reine meditatie (*śukla-dhyāna*) geplaatst wordt. De vrij onoverzichtelijke opsomming in JAIN, J. C. 1947. *Life in Ancient India as Depicted in the Jain Canons*, Bombay, pp. 206-235, kent vele tientallen dgl. magische kundigheden, inz. uit de commentaarliteratuur.
- [26] *Viyāhapannatti*, p. 634a, z. DELEU, J. 1970. *Op. cit.*, p. 204.
- [27] Voor Hariṇaigamaṣiṇ, Pūrṇabhadra en Māṇibhadra, z. DELEU, J. 1976. *Die Mythologie des Jainismus*. — *In*: HAUSSIG, H. W. (Ed.), *Wörterbuch der Mythologie*, Band 5, pp. 205-285, s.v.; voor het systeem KIRFEL, W. 1920. *Die Kosmographie der Inder*, Bonn-Leipzig.
- [28] *Viyāhapannatti*, p. 608; z. DELEU, J. 1970. *Op. cit.*, p. 195 (noot 7).
- [29] *Ibidem*, pp. 775b en 253; vgl. Thāṇa, *Op. cit.*, p. 154b.
- [30] JACOBI, H. 1974. *Op. cit.*, p. 468b.
- [31] DELEU, J. 1976. *Op. cit.*, s.v. Vidyādevī, Śāsanadeva.

DISCUSSIE

- J. Jacobs. — 1) Komt het jainisme, benevens in India, ook in Pakistan voor?
2) Welk is de verhouding van het jainisme t.o.v. het hindoeïsme?

J. Deleu. — 1) De statistieken vermelden voor Pakistan naast Muslims, Hindoes, Kristenen en Boeddhisten ook een verwaarloosbaar kleine groep Anderen. Daar kunnen uiteraard ook wat Jaina's tussen zitten, te meer daar dezen, uit hoofde van hun traditionele beroepen (bankwereld, nijverheid en handel) in den lande (vooral in de steden) zeer verspreid zijn. De jaina-streken bij uitstek zijn evenwel Gujarat-Rajasthan (Śvetāmbara's) en Karnataka (Digambara's).

2) Het jainisme gaat evenzeer als het hindoeïsme uit van de wereld der wedergeboorte (*samsāra*) en de gedachte dat 's mensen voltooiing (*siddhi*) ligt in een bevrijding daaruit (*mokṣa, mukti*). Met het hindoeïsme heeft het jainisme gemeen ook het geloof in allerhande goden en dgl., met dien verstande evenwel dat het, in tegenstelling met het hindoeïsme, geen persoonlijke God aanvaardt. (In die zin is het dus atheïstisch, het hoogste wezen zijnde niet een god maar de perfecte mens, *siddha*.) De kosmos heeft geen begin (en is dus ongeschapen) en geen einde. Hij wordt niet door ingrepen van een god bestuurd, maar alleen door de automatisch opererende karmanwetten. Verder verwerpt het jainisme de autoriteit van de Veda en het offer (inz. het bloedige).

Toch is er, vooral later (postcanoniek), invloed geweest van het hindoeïsme op het jainisme, zo b.v. in het geloof in de «goden en godinnen van de leer» (*śāsana- of śruta-devatā*), die in plaats van de aan alle menselijke handel en wandel ontsnapte *tīrthaṅkara* voor het gebed van de mens toegankelijk zijn. De namen van deze goden zijn voor een groot deel nog duidelijk hindoeïstisch: Brahma, Īśvara enz. en Kālī, Gaurī enz.

J. Comhaire. — 1) Toute la Classe vous est certainement reconnaissante de l'inviter à un débat inter-disciplinaire. Nous regrettons seulement de n'avoir pas disposé du texte intégral.

2) Qu'entendez-vous par «vakliteratuur»? Sans doute les orientalistes, car les socio-anthropologues ont renoncé depuis longtemps au terme «primitif», trop rempli de malentendus, y compris dans votre définition. Nous ne parlons non plus d'«horizon mental», vu l'usage fait de ce terme par les philosophes racistes, mais, éventuellement, de culture ou de littérature pré-aryenne ou aryenne sans aucune implication ethnique.

3) Peut-on parler de «textes canoniques» quand les Jains sont divisés à ce sujet encore plus que les théologiens chrétiens? De là ma question sur les sectes.

4) Désapprouvez-vous U. P. Shah qui compte 84 (sic) sectes historiques et en énumère 9 comme toujours actives actuellement, sans même compter les nouvelles?

5) Ne voudriez-vous pas, en une autre occasion que je souhaite voir venir, présenter quelques «dias»? J'ai moi-même remarqué dans la centaine de reproductions de Volker Möller, une croix gammée.

6) L'animisme qu'on attribue aux Jains ne rappelle-t-il pas celui qu'on attribue aux Africains? En tous cas, leur concept fondamental (je crois) de «force ou vie» et «non-force ou non-vie» semble proche du Dieu-force plutôt qu'être de la philosophie bantoue.

Références:

CHAMRAT, R. J. 1974. Fundamentals of Jainism Veer Nirvan Bharti. — Meerut.
GONDA, J. 1965. Change and Continuity in Indian Religion. — Mouton, Londres, Paris, La Haye.
GHOSH, A. 1974. Jaina Art and Architecture. — Bharatiya Jnanpith, New Delhi, 3 vol.
MÖLLER, V. 1974. Symbolik des Hinduismus und des Jainismus, Band 4. — Plirseman.
SHAH, I. 1974. La magie orientale. Stuttgart; 1980, Payot, Paris.
SHAH, S. 1935. The Traditional Chronology of the Jains. — Kohlhammer, Stuttgart.

J. Deleu. — 1) Il avait été initialement proposé (lettre du 9 décembre 1985) d'avoir seulement une communication pendant la séance du 18 février 1986. Dans ce cas, la discussion aurait très bien pu se tenir le jour même.

2) J'ai appelé «vakkliteratuur» les œuvres de philologues (comme Weber, Jacobi, Leumann, Charpentier, etc., et plus récemment Schubring, Alsdorf, Caillat et bien d'autres), qui, par des éditions critiques, des traductions, des analyses de toutes sortes ont contribué à notre connaissance du canon jaina (v. 3 *infra*) et de ses commentaires. Tous emploient le terme «primitif» dans le sens que j'ai essayé de préciser. Le terme «volks» (populaire) que j'ai aussi énoncé n'est pas plus clair, mais ce serait dire plus que ce que nous savons si on employait le terme «pré-aryen».

3) C'est vraiment très exagéré. Il est vrai que le Canon, c'est-à-dire les quelque 45 livres du *Siddhānta*, comme je l'ai dit, n'a été transmis que par les Śvetāmbara. À sa place, les Digambara possèdent depuis *Vaṭṭakera*, *Kuṇḍakunda* etc., des traités systématiques. Il y a même une secte, les Sthānakvāsī (qui se rattachent pourtant expressément aux Śvetāmbara) qui, en partie pour des raisons fausses, dénoncent comme apocryphes treize traités (cf. CAILLAT, C., p. 1120).

4) 84 est en effet le nombre de *gaccha* (litt. «familles») qu'il «y aurait eu» dans la communauté śvetāmbara et dont «quelques-uns seulement ont été durables et importants» (CAILLAT, p. 1119). On ne peut pourtant pas oublier que «84 aber oder ein Vielfaches davon bei den Jainas oft dort eintritt, wo zu etwas Sächlichem genaue Angaben nicht gemacht werden können» (SCHUBRING, 1935, pp. 24 et 49). Ainsi, on arrive aussi à dire qu'il y aurait 84 écoles de bouddhistes, par une simple computation (v. JAIN, 1947, p. 212, n. 130). D'ailleurs, ce ne sont aucunement des sectes, mais des «ordres» (congrégations) de moines dirigés par des *sūri* (CAILLAT). Parce qu'ils dépendent aussi de la dispersion géographique de l'église jaina, SCHUBRING (1964, p. 226) traduit le terme par «diocèse». Tout cela ne concerne pas le domaine de ma communication, puisque même entre les deux extrêmes, les Śvetāmbara et les Digambara, il n'y a que «des divergences relativement mineures, qui n'ont pas ébranlé l'unité fondamentale de la doctrine jaina» (CAILLAT, p. 1105).

5) Quant aux dias, d'accord pour une autre fois et un thème complètement différent. La croix gammée (svastika) naturellement a été très populaire en Inde depuis Harappā jusqu'à nos jours. D'abord inspirée par le culte solaire, elle est devenue le symbole du bonheur aussi bien dans l'hindouisme que dans le jaïnisme (v. MÖLLER, 1974, pp. 11, 90, 130, 132, 149).

6) Je n'ai pas eu le temps (v. 1 *supra*) de toucher aux ressemblances entre les idées jāina et celles des cultures africaines. Il m'a semblé pourtant, en lisant DAMMAN, E. 1963, *Die Religionen Afrikas*, de trouver çà et là des correspondances. Je cite ici seulement : 1°) la théorie des différentes composantes de l'homme sur le plan de la matière, de l'âme et du 2° élément (pp. 11 et ss., p. 108) ; 2°) la notion du «Zeitrad» (p. 86) ; 3°) les esprits, leurs fonctions dans la nature et leurs contacts avec l'homme (pp. 18 et ss.).

Aux origines de l'alphabet *

par

J. RYCKMANS **

MOTS-CLÉS. — Alphabet ; Moyen-Orient.

RÉSUMÉ. — Une série de brèves inscriptions alphabétiques provenant de Syro-Palestine et du Sinaï, et s'échelonnant du XI^e siècle à la première moitié du II^e millénaire av. J.-C., retracent les antécédents de l'écriture alphabétique phénicienne archaïque (fin XI^e siècle av. J.-C.), qui est à l'origine des alphabets d'Orient et d'Occident. L'étude combinée de la forme des signes, de leur nom et de l'ordre de l'abécédaire permet de prendre position sur des problèmes controversés. En particulier, l'ordre — récemment découvert, et tout différent de celui du phénicien — des signes des alphabets sud-sémitiques montre que la branche sud-sémitique de l'écriture alphabétique, bien que jusqu'ici guère attesté avant le VII^e siècle av. J.-C., a dû se séparer vers le milieu du II^e millénaire du rameau nord-sémitique, au moment où celui-ci fixait son choix entre des variantes de certains signes, et établissait l'ordre mnémonique de son abécédaire.

SAMENVATTING. — *Aan de oorsprong van het alfabet.* — Een aantal korte alfabetische inscripties uit het Syro-Palestijnse en Sinaï-gebied, die gaan van de XI^e eeuw tot de eerste helft van het II^e millennium v. Chr., beschrijven de antecedenten van het archaische Fenicische alfabetische schrift (einde XI^e eeuw v. Chr.), dat aan de basis ligt van de Oosterse en Westerse alfabetten. De gecoördineerde studie van de vorm van de tekens, van hun naam en hun volgorde in het ABC, maakt het mogelijk stelling te kiezen in omstreden vraagstukken. In 't bijzonder toont de volgorde — onlangs ontdekt en totaal verschillend van die van het Fenicische alfabet — van de tekens van de Zuid-Semitische alfabetten aan dat de Zuid-Semitische tak van het alfabetische schrift, alhoewel dit tot nog toe niet aangetoond werd vóór de VI^e eeuw v. Chr., zich reeds omstreeks de helft van het II^e millennium heeft moeten afscheiden van het Noord-Semitische schrift, op het ogenblik dat dit laatste zijn keuze tussen varianten van sommige tekens en de mnemonische volgorde van zijn ABC vastlegde.

SUMMARY. — *At the origin of the alphabet.* — A number of short alphabetical inscriptions from the Syro-Palestinian and Sinai proper, dating back over one and a half millenium from the 11th century B.C. to the first half of the 2nd millenium, trace back the ancestry of the archaic Phoenician alphabetical writing (end 11th cent. B.C.) in which the oriental and western alphabets originate. The combined study of the form of the signs, of their names and

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences morales et politiques tenue le 15 avril 1986.

** Membre de l'Académie ; Faculté de philosophie et lettres, Université Catholique de Louvain, Collège Érasme, B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgique).

of their order in the ABC, allows to take a stand on controversial issues. In particular, the letter-order of the South-Semitic alphabets — recently revealed, and quite different from that of the North-Semitic ABC — indicates that the South-Semitic branch of the alphabetical writing, although hardly attested before the 7th cent. B.C., should already have separated from the North-Semitic writing in the middle of the 2nd millenium, at the time when the North-Semitic writing fixed its choice between existing variant signs for some consonants, and established the mnemonic letter-order of its ABC.

*
* *

Une réflexion sur les origines de l'alphabet se situe nécessairement en amont de l'emprunt par le monde grec de l'alphabet phénicien, et s'exerce sur les champs d'investigation suivants (RYCKMANS 1984, pp. 79-80) :

1) La forme des signes, et son adéquation à une valeur phonétique donnée. En effet, en raison de l'évolution interne respective de différents systèmes, une certaine forme peut représenter deux valeurs différentes dans deux alphabets dérivés.

2) Le nombre des lettres, et leur ordre dans l'abécédaire, qui mettent en évidence des substitutions, intercalations, additions, etc.

3) Le nom des lettres, qui outre son rôle important dans la transmission (et la conservation) mnémoniques de l'abécédaire, peut fournir des indications sur l'identification, établie à un moment donné entre la forme du signe et un objet que cette forme représentait, ou a été censée représenter.

La réflexion doit également s'appliquer à une confrontation de la situation respective dans les deux familles, distinctes quoique apparentées par l'origine, d'alphabets sémitiques : le nord-ouest sémitique (ou plus brièvement : nord-sémitique) et le sud-sémitique.

Le domaine de l'écriture nord-sémitique (la Syro-Palestine), bien documenté par des fouilles, nous livre régulièrement de nouveaux petits textes qui meublent peu à peu les vides épigraphiques qui subsistent dans la deuxième moitié du II^e millénaire. L'écriture sud-sémitique, quant à elle, n'est même pas directement documentée pour le II^e millénaire. La sagesse imposerait de tenir hors du débat cette écriture (SZNYCER 1977, pp. 101-102), si la récente publication (ou l'identification) d'abécédaires sud-sémitiques plus ou moins complets ne nous avait enfin livré l'ordre originel, jusque-là inconnu, des lettres de la plupart des alphabets de ce type (voir ci-après 2. Famille sud-sémitique). Ainsi s'est ouvert un domaine inédit d'investigation, intéressant les rapports entre les deux familles d'alphabets et les modalités de leur séparation à partir d'une souche commune.

En remontant dans le temps en direction des origines, examinons les étapes significatives des attestations de l'écriture alphabétique dans le cadre des domaines d'investigation énumérés.

1. Famille nord-sémitique

La plus ancienne mention des noms hébraïques des lettres de l'alphabet est tardive : elle figure dans la version grecque, dite des Septante, de la Bible (II^e siècle

av. J.-C.), qui dans des poèmes alphabétiques (Psaume 119, et Lamentations de Jérémie), donne la transcription grecque du nom hébraïque de la lettre initiale unique de chacun des versets d'une même strophe. Les poèmes 2 à 4 des Lamentations donnent les lettres 'ayin et pē (auxquelles correspond la paire grecque *omicron-pi*) dans l'ordre inverse pē-'ayin. Il ne s'agit pas là d'un accident de transmission : des abécédaires d'écoliers, y compris celui, très ancien, de 'Izbet Šarța (voir ci-dessous), ont confirmé cet ordre inverse (LEMAIRE 1978, pp. 223-224, 232-233).

Quant aux noms grecs des lettres de l'alphabet, ils apparaissent plus tôt, aux V^e-IV^e siècles avant J.-C., chez divers auteurs grecs. Comparés aux noms hébraïques, ils présentent des réductions de consonnes finales (p. ex. *gamma* pour *gimel*), ainsi qu'une désinence -a, sans doute plutôt grecque qu'araméenne. Parmi ces noms grecs, la variante *zêta* du nom *zayin* de l'hébreu (lequel désignerait une arme, DRIVER 1976, p. 159) évoque le nom sémitique *zayit*, «olive, olivier». A moins qu'il ne s'agisse d'une assimilation, en grec, à la finale des noms voisins *êta*, *thêta* (DRIVER 1976, p. 159), on pourrait en retenir l'éventualité qu'une même valeur consonantique ait été portée par des variantes de signes remontant à des pictogrammes représentant des objets différents.

Vers l'an 1000 avant J.-C., l'alphabet phénicien archaïque est constitué (fig. 1, I,5). C'est de lui que dérivent : l'écriture paléohébraïque et l'écriture araméenne ; de celle-ci est issue l'écriture hébraïque «carrée», encore imprimée de nos jours. Différents alphabets grecs dérivés du phénicien sont attestés à partir du début ou du milieu du VIII^e siècle, ce qui n'exclut nullement l'introduction de l'alphabet dans le monde grec dès une époque plus ancienne.

Une différence fondamentale distingue les alphabets sémitiques de l'alphabet grec. Les premiers ne notent à l'origine que des consonnes, et ne se mettent qu'assez tard, et dans une mesure variable, à noter certaines voyelles, surtout longues, au moyen des semi-voyelles ou de certaines laryngales. Le second est un alphabet phonémique, qui note les voyelles (au moyen des semi-voyelles et des laryngales du sémitique : le *hêth* devenu *êta*, etc.) aussi bien que les consonnes. GELB (1958, 1974, pp. 122-153) s'est fait le défenseur insistant, et sans nuances dans les conclusions, d'un point de vue partagé par de nombreux savants (dont il dresse une liste : GELB 1974, pp. 289-290), mais souvent présenté de façon beaucoup plus nuancée [1] *, selon lequel chaque signe (de l'écriture sémitique ancienne) représente une consonne + une voyelle quelconque (éventuellement de degré zéro), ce qui l'amène à qualifier, tout à fait improprement, les alphabets sémitiques de «syllabaires» [2]. Tout dépend sans doute du point de vue adopté, comme le remarque SZNYCER (1977, pp. 88-89), et surtout de la distinction à opérer entre ce que le signe *note* et ce qu'il *représente* (SWIGGERS 1983). Il paraît en tout cas que, du point de vue de la description graphique du système d'écriture, la définition de Gelb, pour être

* Les chiffres entre crochets [] renvoient aux notes, pp. 327-330.

applicable de façon restrictive à l'écriture sémitique ancienne, doit être assortie de la précision que la «voyelle quelconque» dont il s'agit est laissée non spécifiée dans l'écriture. En revanche, le terme de «syllabaire» ou d'«écriture syllabique» devrait être réservé aux procédés d'écriture dans lesquels des signes distincts notent chacun une syllabe dont la lecture de la voyelle est déterminée par le signe utilisé.

L'ordre des lettres de l'alphabet phénicien (fig. 1, A,2) paraît arbitraire. On a pensé y retrouver des regroupements conceptuels : *yôdh-kaph*, «main-paume», etc. (SZNYCER 1977, p. 113), ou d'ordre phonétique : *b-g-d*, etc. (DRIVER 1976, pp. 182-185, 269-271), qui nous paraissent trop peu consistants pour être convaincants [3].

En remontant au-delà du phénicien archaïque, on trouve aux XII^e et XIII^e siècles sur le territoire de la Syro-Palestine ancienne quelques petites inscriptions, notamment sur des pointes de flèches ou des fers de javelot (fig. 1, D) [4], dont l'écriture, qui annonce clairement l'écriture phénicienne archaïque, peut être qualifiée de proto-phénicienne. Un ostracon du XII^e siècle environ, provenant de 'Izbet Šarța, apparemment un exercice d'écolier, fournit le plus ancien ABC connu, dans une écriture apparentée [5]. Mais vers la même époque des inscriptions linéaires de types variés (fig. 1, E), manifestement alphabétiques en raison du nombre limité des signes, mais non encore déchiffrées de façon plausible, attestent d'autres tentatives d'écritures alphabétiques [6], dont les rapports avec l'écriture proto-phénicienne ne sont pas clairs.

D'ailleurs, en remontant dans le temps, il faut citer les découvertes, concernant la période des XIV^e-XIII^e siècles, à Ugarit (actuellement Ras Shamra, sur le littoral syrien) (SZNYCER 1974). Des fouilles, effectuées depuis 1929, ont mis au jour dans cette cité-État des archives composées de milliers de tablettes d'argile, en accadien (assyro-babylonien), hittite et diverses langues asianiques, écrites en caractères cunéiformes (c'est-à-dire, dont les signes se composent d'empreintes triangulaires imprimées dans l'argile au moyen d'un stylet), appartenant à des écritures idéographiques et syllabiques, mais aussi en une écriture alphabétique cunéiforme, transcrivant un dialecte nord-sémitique local, et subsidiairement d'autres langues. Cet alphabet (fig. 1, J,3) compte 30 lettres, dont l'ordre (fig. 1, A,1), connu par plusieurs abécédaires d'écoliers (ALBRIGHT 1950a et 1950b ; publiés dans VIROLLEAUD 1957, n^{os} 184-187), correspond à celui de l'alphabet phénicien, sauf qu'il s'agit ici d'un alphabet «riche», qui comprend, comme intercalés à différents endroits, des signes représentant des articulations sémitiques originelles, mais qui se sont confondues avec d'autres dans les alphabets, plus récents, phénicien et hébraïque. On sait d'ailleurs maintenant que l'alphabet cunéiforme d'Ugarit a connu une certaine diffusion en Syrie et Palestine sous une forme réduite à 22 signes seulement, comme en phénicien et en hébreu [7]. L'emploi d'une écriture cunéiforme à Ugarit — alors qu'en Crète par exemple la tablette d'argile a servi pour des écritures gravées d'un tracé linéaire — s'explique dans cette cité portuaire par la présence d'archives en plusieurs types d'écritures traditionnelles cunéiformes, et par conséquent d'habitudes graphiques et sribales localement bien ancrées [8].

Les problèmes que soulève l'écriture alphabétique cunéiforme sont ceux de son origine, du nombre des signes utilisés, et de l'ordre de son abécédaire.

Les signes, simples, se composent d'un nombre très limité de clous. Parmi les hypothèses — aussi variées que peu convaincantes — concernant leur origine, notons celle d'EBELING (1934), qui a voulu les expliquer par le recours à des signes du syllabaire accadien comprenant une combinaison de la consonne à reproduire, avec une voyelle. On aurait alors simplifié tel signe syllabique en n'en conservant qu'une moitié, par exemple. Mais le nombre de signes homophones des syllabes *ta, te, ti, tu, at, et, it* et *ut*, par exemple, est relativement abondant dans le syllabaire accadien. D'ailleurs, comme certains phonèmes conservés dans l'alphabet d'Ugarit ne sont pas représentés en accadien, il fallait, dans cette hypothèse, inventer un nouveau signe pour les rendre. L'abondance des possibilités théoriques de dérivation rend peu convaincants les rapprochements (SZNYCER 1977, pp. 95-96), si bien qu'il paraîtrait alors plus judicieux de supposer une création pure et simple. C'est une autre hypothèse, présentée notamment par GELB (1974, p. 133, contredit par SZNYCER 1977, pp. 104-106). Mais une création artificielle de ce type semble bien devoir impliquer un rangement systématique des signes, allant par exemple du plus simple au plus complexe selon qu'ils comprennent un, deux ou trois clous verticaux, puis horizontaux, etc. Or, l'ordre alphabétique d'Ugarit ne révèle pas de classement logique de ce genre, pas plus d'ailleurs que de classement sur une base phonétique.

Ces deux hypothèses paraissent donc inopérantes dans le cadre d'une inspiration venue du système syllabique cunéiforme. La question se pose d'ailleurs, plus fondamentale, de savoir dans quelle mesure les scribes du syllabaire accadien (lequel, comme tous les syllabaires issus d'une écriture à base idéographique, rend les syllabes par des signes spécifiques ne présentant entre eux aucune analogie selon la consonne — ou la voyelle — commune représentée) auraient non seulement pu dégager la notion de consonne isolée [9], mais surtout franchir le saut vers une notation purement consonantique, au moyen de signes notant des consonnes isolées. A la réflexion, la création d'un alphabet consonantique à partir d'un système syllabique de ce type, au prix exorbitant de la renonciation à la notation des voyelles, à laquelle ce système n'était aucunement préparé n'est pas vraisemblable (SCHÄFER 1915, pp. 96-98 ; SETHE 1939, pp. 44, 52, suivi par DRIVER 1976, p. 138 ; voir par contre GELB 1974, pp. 78-79 et 211).

D'ailleurs le problème de l'origine de l'écriture consonantique se pose à un autre niveau chronologique, car au moment de la brève époque d'attestation de l'écriture d'Ugarit, il devait déjà exister par ailleurs, dans le cadre syro-palestinien, une écriture consonantique au tracé linéaire, dont dérive en tout cas partiellement l'écriture proto-phénicienne. L'alphabet cunéiforme d'Ugarit paraît n'être — en tout cas pour une grande partie de ses signes — que l'adaptation cunéiforme d'un alphabet linéaire préexistant (voir surtout BURROWS 1936, ROSENKRANZ 1938, STIEGLITZ 1971, DRIVER 1976, pp. 151-152, 252, SZNYCER 1977, p. 95, LOUNDINE, 1985, pp. 181-185), se pliant aux contraintes locales de support et d'instrument de l'écriture, et à la tradition scribale correspondante : l'assemblage cunéiforme réduit

de chaque signe serait inspiré de la forme du signe linéaire lui servant de modèle. Toutefois, la confrontation des signes dans cette optique est loin d'être simple et toujours évidente : l'écriture cunéiforme d'Ugarit [10] est soumise à des contraintes sévères, aggravées par la limitation délibérée du nombre de clous utilisés dans chaque signe. Les possibilités de rendre des figures graphiques sont très réduites : les clous ont généralement la même longueur ; ils sont presque toujours parallèles, et tracés de gauche à droite ou de haut en bas, ou se rencontrent à angle droit. Impossible de reproduire une courbe, un œillet, un zig-zag. L'adaptateur a d'ailleurs pu se contenter de ne reproduire que l'aspect général de son modèle linéaire. Mais surtout, nous n'avons qu'une idée très approximative et subjective de l'aspect particulier qu'aurait eu la forme d'alphabet linéaire proto-phénicien dont se serait inspiré l'alphabet d'Ugarit. L'emprunt ou la transposition d'une écriture est rarement un processus unique, clair et bien délimité. C'est pourquoi les résultats d'une telle confrontation ne peuvent être que fort inégaux : pour certains signes (fig. 1, J, I et K) la similitude avec le correspondant de l'alphabet proto-phénicien, ou même sud-sémitique, est frappante, pour d'autres elle est aléatoire. LUNDIN (1982, pp. 85-93, LOUDINE 1985, pp. 180-186) s'est attaché à une telle reconstruction. Son essai a le mérite d'élargir (voir déjà RYCKMANS 1984, p. 79) la comparaison avec certaines formes sud-sémitiques, mais perd sa force probante dans la mesure où il prétend restituer de façon précise la forme originelle de tous les signes de l'alphabet cunéiforme.

Autre argument en faveur de l'origine non cunéiforme de l'alphabet d'Ugarit : dans les alphabets sémitiques, le premier signe, *aleph*, est une occlusive glottale ; dans l'alphabet d'Ugarit, ce signe occupe la même place et a la même valeur, celle-ci nécessairement affectée de la voyelle *a*. Cet alphabet devra donc prévoir au moins deux autres *aleph*, affectés respectivement des voyelles *i* et *u*. De ces données se dégage un double argument en faveur de l'innovation au niveau d'un emprunt par les scribes d'Ugarit. D'une part, la position des deux *aleph* supplémentaires en queue d'alphabet indique une addition (DRIVER 1976, p. 252) — voir les lettres finales des alphabets grec, latin, slave, etc. — de signes adventices ajoutés à un abécédaire existant, de façon à ne pas en perturber inutilement la suite mnémonique des signes. Cet abécédaire préexistant était donc un alphabet consonantique, où un unique *aleph* polyvalent occupait la première place. Indépendamment de la question du rang occupé par les trois *aleph*, cette création apparaît comme une innovation due à un réflexe de scribes de syllabaires cunéiformes (DRIVER 1976, p. 104, SZNYCER 1977, p. 111), habitués à disposer d'un jeu de voyelles isolées : série indispensable à tout syllabaire, en vue notamment de rendre les voyelles initiales. Dans sa façon de transcrire la vocalisation des *aleph* (et des *aleph* seulement), l'écriture d'Ugarit se comporte, en contraste avec les autres alphabets sémitiques, comme un véritable syllabaire [11].

Second point à examiner à propos de cet alphabet : le nombre et l'ordre de rangement de ses signes (fig. 1, A, I). On a vu que c'est un alphabet « riche ». Il n'est pas douteux que cet ordre soit l'ordre originel, dont l'alphabet phénicien est une

forme abrégée (plutôt que de supposer que l'ordre d'Ugarit est secondaire et intercale des consonnes supplémentaires dans la suite «pauvre» du phénicien). Comme le remarquait déjà ALBRIGHT (1950a, pp. 12-13) en commentant la publication du premier abécédaire trouvé à Ugarit, cette suite alphabétique «riche» correspond à la série des phonèmes dont on sait — grâce aux transcriptions égyptiennes de noms propres sémitiques contemporains — qu'ils étaient encore prononcés en Syro-Palestine avant 1200. D'autre part, l'intercalation à laquelle il est fait allusion romprait la suite mnémonique originelle supposée, alors que l'addition en finale des deux *aleph* supplémentaires de l'alphabet d'Ugarit témoigne au contraire du souci de cet alphabet de préserver un ordre existant. Une telle intercalation dans la suite des signes devrait au moins se justifier par des rapprochements de forme ou d'articulation entre le signe à ajouter, et ceux entre lesquels il est placé, conditions qui ne se vérifient aucunement.

De ce qui précède on peut conclure qu'en dehors des signes adventices ajoutés en finale, l'abécédaire cunéiforme d'Ugarit est emprunté, quant à l'ordre des signes et à leur forme, à une suite alphabétique «riche», et linéaire, antérieure.

Une collection de petits textes qui se situent probablement aux environs de 1500 avant J.-C., fournissent des données sur cette tradition alphabétique antérieure. Il s'agit des inscriptions dites «proto-sinaïtiques» : une quarantaine de petites inscriptions, découvertes à partir de 1904-1905 par l'égyptologue britannique Flinders Petrie (SZNYCER 1972) et par d'autres expéditions qui l'ont suivi, notamment autour des années trente, à Serâbiṭ al-Khâdim, dans l'ouest du Sinaï central [12]. Ces textes étaient gravés sur les parois de galeries de mines de turquoise ou sur des stèles isolées ou gravées dans le roc, ou des statuettes trouvées dans le voisinage de nombreuses inscriptions hiéroglyphiques égyptiennes associées à un temple voisin, consacré à la déesse Hathor. Ces mines ont été exploitées par les Égyptiens à différentes époques sous les XII^e et XVIII^e dynasties. Les trois périodes alternatives qui ont été proposées pour les inscriptions proto-sinaïtiques, sont respectivement : tout le XIX^e siècle, les XVII^e et XVI^e siècles, et enfin les environs du XV^e siècle. C'est cette dernière période qui est généralement retenue pour ces inscriptions (SZNYCER 1972, col. 1388 ; mais voir ci-dessous pour une datation plus récente).

L'écriture comporte environ 35 signes différents (cf. fig. 1, I,1) dont certains ne constituent probablement que de simples variantes d'autres signes. Certains signes sont encore de véritables pictogrammes : tête de bœuf, têtes humaines, mains, œil, etc. ; d'autres sont déjà des symboles stylisés, mal identifiables. On a vite reconnu, au petit nombre de signes, que l'écriture devait être alphabétique. Un pas capital, mais limité, vers le déchiffrement des textes est dû à une intuition de l'égyptologue GARDINER (1916-1923, pp. 116-120). Celui-ci a formé l'hypothèse que ces inscriptions émanaient d'une population servile sémitique, et que ces signes s'inspiraient de signes hiéroglyphiques, mais transposés dans la langue exprimée. Car il a supposé que l'alphabet proto-sinaïtique obéissait au principe dit «acrophonique», en vertu duquel un pictogramme sert à exprimer le premier phonème du nom de l'objet représenté, comme un abécédaire d'enfant où la lettre S serait figurée par la forme

sinueuse d'un serpent dressé, Z par un zig-zag, etc. C'est d'ailleurs ce à quoi nous invite le nom même des lettres de l'alphabet, originel dans la mesure où il implique la lecture d'un pictogramme encore reconnaissable : *yôdh*, le dessin d'une «main», pour la lettre *y*, etc. A partir de cette correspondance, GARDINER (1916-1923) put analyser une expression de cinq signes intervenant généralement à la fin des textes (fig. 1, G et H). On y trouve successivement une sorte de crochet rappelant le signe phénicien qui correspond à *lâmedh* «aiguillon», puis le signe égyptien pour «maison», *bayt* (la lettre *bêth* en sémitique, donc *b*) ; ensuite le signe égyptien pour «œil», en sémitique *'ayn* (la laryngale *'ayin*), puis de nouveau le signe *l*, et finalement une croix, conforme d'ailleurs au *t* phénicien : *tâw*, «signe». L'ensemble donnait l'expression sémitique *l-b'lt*, c'est-à-dire «à (ou : pour) la Maîtresse (la Dame)» : la déesse Hathor à laquelle, visiblement, ces textes étaient adressés. La lecture de cette expression (et de quelques autres mots comme *tnt*, «don») n'est plus guère contestée [13], d'autant plus que certaines lettres proto-phéniciennes font désormais la transition avec la forme correspondante phénicienne archaïque. Mais certains contestent le rôle de l'acrophonie dans la genèse de cette écriture, et d'ailleurs le caractère fragmentaire et limité des textes et les divergences quant à l'identification d'une série de signes non pictographiques et quant au système phonologique — «riche» ou «pauvre» — de la langue transcrite, font que les diverses tentatives d'interprétation de l'ensemble des textes proto-sinaïtiques restent à la fois divergentes et individuellement peu convaincantes — c'est le moins qu'on puisse en dire [14]. Dans sa récente tentative d'identifier les signes de l'écriture proto-sinaïtique (sans pour autant proposer d'interprétation suivie des textes) à partir d'une comparaison des signes des divers alphabets sémitiques, LUNDIN (1983, pp. 81, 86) ramène à 22 ou 23 le nombre de signes différents [15] ce qui implique à son avis un alphabet «pauvre», et par conséquent plus récent que la date (milieu du II^e millénaire) assignée généralement à ces textes. Il dissocie dès lors la date des périodes d'exploitation des mines par les Egyptiens de celle des textes proto-sinaïtiques, qu'il situe au XII^e siècle.

LUNDIN (1983, fig. II p. 87, p. 92, et p. 95 — résumé anglais) expose aussi sa position au sujet des rapports entre l'alphabet proto-sinaïtique et les alphabets linéaires plus ou moins contemporains, ces derniers synthétisés en une reconstruction linéaire qu'il appelle le «proto-alphabet». L'écriture proto-sinaïtique constituerait un rameau de l'alphabet phénicien archaïque ; toutefois, la forme des quelque 17 signes proto-sinaïtiques qui présentent selon lui un caractère pictographique prononcé résulterait d'un processus secondaire d'assimilation et d'identification à des hiéroglyphes égyptiens, de même — pense cet auteur — que l'écriture d'Ugarit résulte de la transposition cunéiforme d'une écriture linéaire préexistante. Cette hypothèse engendre de curieux paradoxes : d'une part, elle laisse sans explication l'origine des signes déjà stylisés de l'alphabet phénicien archaïque (puisque l'auteur rejette à la fois l'origine égyptienne de l'écriture alphabétique sémitique, et le rôle du principe d'acrophonie dans sa genèse), tout en reconnaissant — voir [13] — le caractère originel («avant le milieu du II^e millénaire») du nom des lettres ; d'autre part, cette

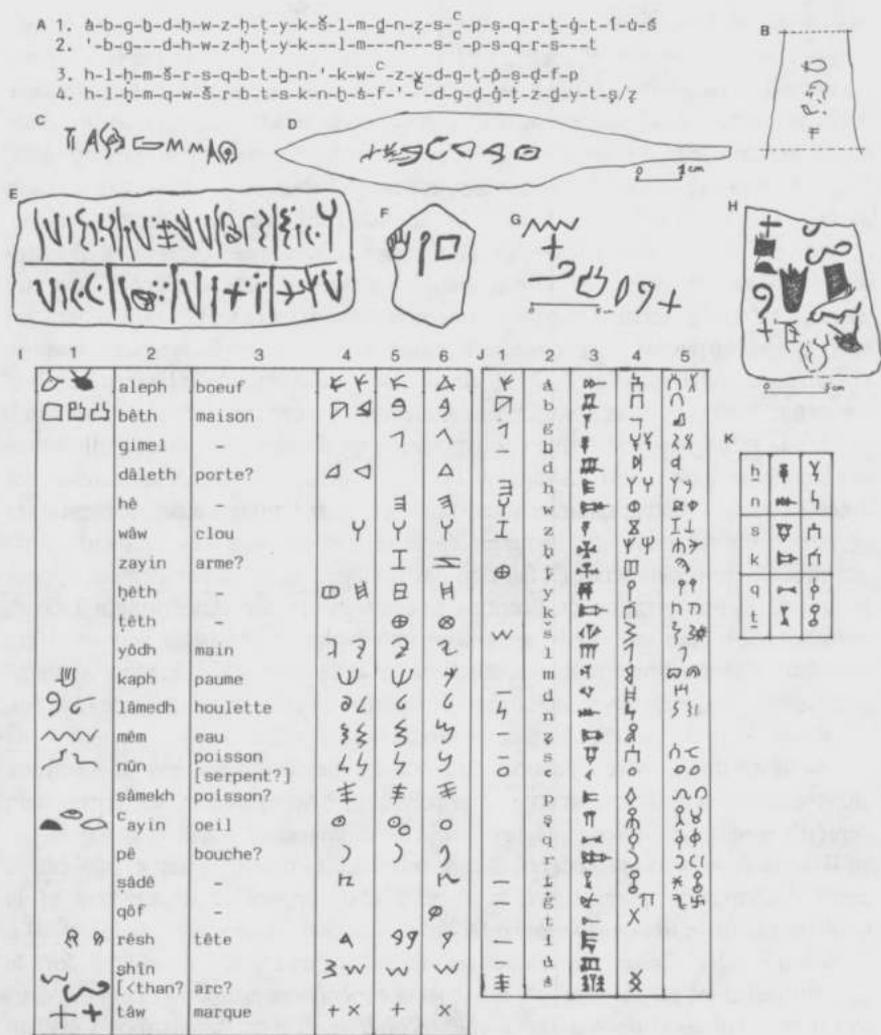


Fig. 1. — A : ordre alphabétique 1. ugaritique ; 2. phénicien-hébraïque ; 3. sud-sémitique ; 4. éthiopien. — B-H : fac-similés d'après planches photographiques. B : texte « proto-sinaïtique » sur poignard de Lachish (d'après DRIVER 1976, pl. 41) ; C : plaque à texte « proto-sinaïtique » de Sichem (d'après JENSEN 1969, fig. 233, p. 269) ; D : pointe de flèche n° V, d'el-Khadr (recto, d'après CROSS 1980, fig. 6, p. 5) ; E : tablette de Deir 'Alliâ (recto, d'après DRIVER 1976, pl. 46, 1) ; F : tesson « proto-sinaïtique » de Gezer (d'après NAVEH 1982, pl. 1, B) ; G et H : textes proto-sinaïtiques portant notamment le mot *b'it* (respectivement d'après DRIVER 1976, pl. 40, 1, et BUTIN 1932, pl. XXII, n° 365a). — I : comparaison entre alphabets sémitiques. 1. Signes proto-sinaïtiques bien identifiés. 2. Noms hébraïques des lettres. 3 : Sens probable de certains noms. 4. Alphabet proto-phénicien. 5. Alphabet phénicien archaïque. 6. Alphabet phénicien classique. — J : comparaison entre signes ugaritiques, phéniciens et sud-sémitiques. 1. Lettres proto-phéniciennes qui se rapprochent de l'ugaritique. 2. Transcription de l'alphabet ugaritique. 3. Signes de l'alphabet ugaritique. 4 et 5 : lettres correspondantes en sud-arabe monumental, et en autres alphabets sud-sémitiques. — K : comparaison de trois paires de signes ugaritiques illustrant les rapports avec le sud-arabe.

théorie fait intervenir le principe d'acrophonie en quelque sorte a posteriori, puisqu'elle implique que telle lettre de l'alphabet linéaire (par exemple le *b*) aurait été assimilée, en proto-sinaïtique, au pictogramme (en l'occurrence le pictogramme égyptien du mot « maison », en sémitique *bayt*) dont le nom sémitique *bêth* débute par cette même lettre ! Lundin nous précise (lettre du 14 février 1986) qu'à son avis, l'écriture proto-sinaïtique et ses correspondants en Palestine constituent le pendant monumental (destiné à la pierre et au bronze) de l'écriture phénicienne archaïque, considérée comme une cursive de la même époque, mais destinée à d'autres supports. Les deux types d'écriture auraient longtemps coexisté côte à côte, peut-être jusqu'au IX^e siècle. Cette distinction ainsi présentée ne paraît pas justifiée dans les faits, puisqu'on trouve respectivement, sur des pointes de flèches, une écriture phénicienne archaïque (fig. 1, D) et sur une lame de poignard de Lachish, un bref texte (fig. 1, B) écrit dans la variété palestinienne de l'écriture proto-sinaïtique [16].

Mais la principale objection à ces hypothèses est d'ordre théorique : le processus par lequel des signes, déjà abstraits, de l'écriture phénicienne archaïque auraient été dotés de formes pictographiques plus concrètes, sous l'influence de pictogrammes égyptiens, constituerait une invraisemblable régression dans l'évolution de cette écriture. Ce processus serait en fait non pas similaire, mais diamétralement opposé à celui de la transposition de l'écriture linéaire en écriture cunéiforme à Ugarit : transformation aliénante, mais constituant une évolution prévisible vers un degré supérieur d'abstraction graphique, analogue à celle que subit l'écriture suméro-accadienne lorsqu'elle passa de la graphie linéaire à l'écriture cunéiforme [17], ou à celle de l'écriture chinoise lors de l'introduction du pinceau.

Une question se pose : peut-on dire que les Sémites aient inventé l'écriture alphabétique (ou plus exactement : consonantique) ? Au sens strict des termes et en dépit d'une affirmation fréquente, la réponse est certainement négative. Qu'on ait pu, au II^e millénaire, sans antécédents, et sans référence à un autre système, parvenir au degré d'abstraction phonémique prodigieux que suppose le dégagement et la notation exclusive des consonnes en faisant abstraction du vocalisme, paraît absolument impensable. Certes, les langues sémitiques ont un système de racines dont le sens fondamental est exprimé par un schéma généralement triconsonantique, dans lequel la vocalisation ne joue qu'un rôle secondaire. Il n'en est pas moins évident que le système d'écriture en question est imparfait [18] et aucunement fondé dans la structure même des langues sémitiques. Certains auteurs (LIDZBARSKI 1902, p. 130, SCHÄFER 1915, pp. 95 et sq., SETHE 1926a, p. 104) et spécialement le second, l'ont vu clairement, et en ont conclu que ce système était emprunté à une autre écriture plus ancienne adaptée à une structure analogue à celle du sémitique. Or, l'écriture hiéroglyphique égyptienne avait atteint un degré d'analyse consonantique assez étonnant, puisque le pictogramme représentant un objet exprimé par un mot de trois consonnes pouvait servir de phonogramme exprimant un mot de sens différent, mais présentant la même succession de consonnes [19], quelle que soit par ailleurs la vocalisation respective (qui n'est pas indiquée) des deux termes. Toutes proportions gardées, ceci équivaldrait, en français, à un système de rébus où le

pictogramme «ballon» pourrait aussi représenter les mots «boulon» et «bilan», sans parler de «blond» ou «blanc» !

L'écriture égyptienne utilise comme compléments phonétiques des phonogrammes à deux consonnes, notamment pour identifier, en en précisant par exemple la finale, la lecture d'un mot à trois consonnes représenté par un pictogramme. Plus intéressante encore est l'existence d'un «pseudo-alphabet», système alphabétique de 24 consonnes, représentées par les phonogrammes de monosyllabes à une seule consonne, comme *f*, «vipère cornue», ou à une consonne suivie d'une consonne faible (celle-ci étant négligée), comme *r3*, «soleil», pour rendre la consonne *r*. Ce «pseudo-alphabet» est d'un usage limité, pour fournir des compléments phonétiques ou pour transcrire les noms propres étrangers. Remarquons que ce dernier système fait référence, en quelque sorte par définition, au principe acrophonique, qui a pu aisément s'élargir en sémitique à des mots bi-consonantiques comme *yâdh* (*yôdh*) «main» et de là à des mots de racines trilittères. C'est là, incontestablement, que les Sémites ont emprunté les fondements de leur écriture : la notion et la notation de l'élément uni-consonantique, et sa représentation par un pictogramme simple, choisi d'après le principe acrophonique, appliqué dans leur propre langue.

SZNYCER (1977, p. 108) ne peut s'expliquer de façon satisfaisante comment les Égyptiens, qui avaient «atteint bien avant les Sémites le principe même de l'écriture alphabétique (...) n'aient jamais su ou voulu en tirer parti, (...) mais ils ont au contraire, toujours gardé la lourde armature de leur système d'écriture». Cette question doit être examinée dans le cadre plus vaste de la comparaison d'ensemble avec d'autres systèmes d'écriture à base idéographique. D'une façon générale, de tels systèmes témoignent d'une grande faculté d'abstraction, tant sur le plan graphique que sur le plan systématique, où notamment, grâce au rébus à transfert, le signe évoquant une notion exprimée par un mot peut à son tour servir à exprimer la seule valeur de phonogramme de ce mot [20]. Mais en raison de leur complication même, qui en restreignait l'usage à une élite bureaucratique et conservatrice, de tels systèmes sont atteints d'une inertie profonde, qui leur fait juxtaposer les redondances graphiques accumulées tout au long de leur développement historique, sans parvenir à les élaguer pour privilégier la notation phonétique au détriment de la représentation figurée. Ici intervient la notion, essentielle, de rupture. De tels systèmes, leur étude le démontre, ne sont susceptibles de réforme et de progrès qu'à la faveur d'une rupture culturelle. Dans le cas extrême d'emprunt du système par un autre peuple, de culture différente et parlant une autre langue, cette rupture bouleverse les traditions et les habitudes sribales, mais aussi elle disloque des correspondances entre les notions représentées par des signes et leur valeur phonétique dans la langue d'origine tend à n'en plus conserver que le rôle de phonogramme et privilégie en somme la notation phonétique. On reconnaît, à des degrés divers, de tels paliers de simplification [21] dans les dérivés de l'écriture cunéiforme sumérienne et dans ceux de l'écriture chinoise, en particulier la japonaise.

Les Égyptiens étaient donc peut-on dire dans l'impossibilité, psychologique et institutionnelle, de franchir le saut vers l'écriture alphabétique ou consonantique

dont ils avaient dégagé le principe. Contre-épreuve significative : leurs descendants coptes l'ont réussi, en s'inspirant de l'alphabet grec, non pas encore après la rupture due à l'hellénisation, mais seulement grâce à celle, plus radicale pour les valeurs traditionnelles, de la christianisation. Mais même les Japonais, qui ont sérieusement transformé l'écriture à base idéographique empruntée à la Chine, et en ont en outre tiré il y a des siècles un syllabaire, ne sont pas en mesure, en cette fin de *xx^e* siècle, de se séparer de leur écriture hybride qui juxtapose les deux systèmes, ni à fortiori d'opter pour la romanisation alphabétique, pas plus d'ailleurs — pour rester chez nous — que la francophonie n'est prête à sacrifier une certaine représentation visuelle en écrivant le français en orthographe simplifiée...

En contact apparemment très superficiel avec l'écriture égyptienne, les Sémites ne pouvaient en assumer la lourde tradition. Ils n'en ont emprunté, sans servilité, que les éléments qui pouvaient apparaître comme les plus simples et les plus opérants aux observateurs étrangers au système qu'ils étaient. Mais ils n'ont pas véritablement innové, et ils n'ont pas été en mesure de limiter la polyvalence vocalique des signes consonantiques, qui dans le système égyptien constituait la base du système de rébus à transfert. La représentation graphique est élémentaire et s'inspire de loin de l'imagerie égyptienne, mais adaptée à leur propre langue et au répertoire familier de leur propre milieu culturel : les tentatives de retrouver systématiquement un répondant égyptien à tous les caractères proto-sinaïtiques (en dernier lieu : VAN DEN BRANDEN 1979, pp. 174-183) ont été et restent aléatoires (SZNYCER 1974, p. 11, 1977, p. 109).

On abordera plus loin le problème du rôle de l'écriture proto-sinaïtique dans la genèse de l'écriture phénicienne.

2. Famille sud-sémitique

Les écritures du domaine sud-sémitique sont celles de l'Arabie au sens large, et de l'Éthiopie. A quelques exceptions près, peu significatives et difficilement datables, les inscriptions les plus anciennes ne devraient pas remonter au-delà des *vi^e-vii^e* siècles avant J.-C., quoique certaines hypothèses aillent jusqu'au *ix^e*. Les plus anciens textes sont des inscriptions qu'on pourrait appeler pré-monumentales, provenant des oasis du nord et du sud de l'Arabie. Ces alphabets anciens, dont les signes présentent une parenté indéniable avec la plupart des lettres phéniciennes, ont un aspect de capitales arrondies, et vont plus tard, surtout en Arabie du Sud, s'adapter à un module rectangulaire (fig. 1, J,4), affectionnant les symétries dans l'axe vertical et/ou horizontal (RYCKMANS 1984, p. 80). Mais la famille des écritures sémitiques comprend en outre de nombreux alphabets cursifs (fig. 1, J,5), apparentés entre eux, attestés par des dizaines de milliers de graffites rupestres répandus dans toute l'Arabie (au sens large), rédigés dans des langues et des dialectes apparentés aux groupes du sud-arabe ou du nord-arabe. Ces textes cursifs s'étalent principalement entre le *iii^e* siècle avant J.-C. et le *iii^e* ou *iv^e* siècle de notre ère. L'écriture éthiopienne, enfin, développée durant les premiers siècles de notre ère à partir

d'alphabets sud-arabes cursifs (GROHMANN 1915, pp. 74-79, RYCKMANS 1955, pp. 4-6 — opinion opposée : ULLENDORFF 1955 — DREWES & SCHNEIDER 1976, pp. 95, 101-102), a pu ensuite en partie normaliser ses formes d'après l'écriture monumentale sud-arabe — comme les deux derniers auteurs en formulent l'hypothèse — et s'est transformée au IV^e siècle en syllabaire. Celui-ci, au prix de quelques additions, transcrit encore des langues et dialectes modernes de l'Éthiopie.

Cet ensemble d'alphabets, très diversifiés en raison de leur évolution respective cloisonnée, révèle à l'examen une parenté commune indiscutable, ainsi qu'une origine commune, au moins pour une partie de ses signes, avec le nord-sémitique.

Dans le domaine sud-sémitique, seul l'éthiopien conserverait une tradition concernant le nom des lettres. Ces noms correspondent en général à ceux de la tradition nord-sémitique, mais légèrement adaptés aux particularités du vocabulaire éthiopien. Attestés dans les plus anciennes grammaires occidentales du XVI^e siècle, ils sont inconnus de la tradition autochtone, et doivent être considérés comme une adaptation de la tradition nord-sémitique par les premiers éthiopiens occidentaux [22].

L'éthiopien conserve un ordre traditionnel des signes de son syllabaire, complètement différent de celui de l'ordre alphabétique nord-sémitique ; on y décèle pour toute logique certains regroupements de signes selon des critères formels ou phonétiques. Jusqu'il y a environ 35 ans, on ignorait absolument quel était l'ordre originel des autres alphabets sud-sémitiques, et ses divergences éventuelles avec l'ordre du syllabaire éthiopien. Cette lacune s'est alors progressivement comblée à la suite de la publication (HONEYMAN 1952) d'une suite alphabétique mutilée numérotant les dalles d'un reste de pavement mis au jour lors de fouilles dans l'ancien royaume de Qatabân, dans l'actuel Yémen du Sud. Cette série, endommagée et remaniée, présentait des similitudes avec l'ordre des signes éthiopiens. Mais cette publication a permis plus tard de reconnaître divers abécédaires plus ou moins fragmentaires dans des textes très malhabiles, inédits, ou déjà publiés mais mal interprétés, et finalement d'établir de façon pratiquement définitive la séquence — commune — de l'alphabet sud-sémitique (fig. 1, A.4), attestée dans des abécédaires ou fragments d'abécédaires représentant trois des quatre dialectes sud-arabes ; l'alphabet éthiopien ancien, et l'alphabet lihyanite (dialecte nord-arabe ancien) [23].

L'ordre alphabétique sud-sémitique ainsi établi n'a rien de commun avec celui de l'alphabet nord-sémitique (RYCKMANS 1981, p. 704, 1985, p. 356). C'est un alphabet « riche », mais dont les signes additionnels, qu'il conserve en plus de la série « pauvre » de 22 lettres du phénicien, sont dispersés dans l'ensemble (comme c'est le cas pour l'alphabet d'Ugarit) : il comportait donc dès l'origine ses 29 signes. En d'autres termes, il n'est pas adapté à partir d'un alphabet « pauvre » de 22 lettres à l'intérieur duquel on aurait inséré les sept lettres supplémentaires du sud-sémitique [24].

La forme de quatre de ces signes, en tout cas (*t*, *h*, *s* et *š*, voir fig. 1, K) est si manifestement analogue au signe linéaire qu'on devine sous l'aspect du signe correspondant de l'alphabet cunéiforme d'Ugarit, qu'on doit en conclure que, jusque

dans leurs signes additionnels (par rapport à la série «pauvre» du phénicien), les alphabets de la famille sud-sémitique partagent en réalité une origine commune avec l'alphabet linéaire «riche» dont est issu l'alphabet cunéiforme d'Ugarit.

L'ensemble de ces constatations, qui découlent principalement de la découverte de l'ordre des lettres de l'ancien alphabet sud-sémitique, doivent être considérées sous l'angle de la tradition mnémonique et pédagogique de l'alphabet. Tradition qui témoigne d'une force d'inertie extraordinaire dans l'histoire de l'alphabet en général, surtout quand l'abécédaire a servi en outre à exprimer les signes de numération. Ainsi, grâce à de judicieuses substitutions de lettres nouvelles à d'autres devenues sans objet (le nouveau G, distingué de C, l'ancien *gamma*, remplaçant le *zêta* relégué en fin d'alphabet, etc.), notre alphabet latin lui-même a conservé pour presque toutes les lettres, jusqu'à la lettre N y comprise, le rang qu'occupait son homologue dans l'alphabet «court» phénicien, dont l'ordre s'est fixé il y a plus de 30 siècles ! Dès qu'il a connu un début de diffusion, l'abécédaire a été enseigné et mémorisé : les abécédaires d'écoliers pour l'écriture d'Ugarit et celui de 'Izbet Şarṭa, pour le proto-phénicien, en témoignent plus tard [25].

Dans le contexte des affinités formelles entre les deux familles d'alphabets, la corrélation nulle constatée entre l'ordre respectif de leurs signes prend une signification particulière. Il est en effet difficilement concevable qu'une de ces deux séries — qui comprenaient pratiquement les mêmes consonnes — ait pu fixer l'ordre mnémonique de son abécédaire sensiblement avant l'autre, sans que l'ordre de cette dernière en ait été profondément influencé. On doit donc supposer que l'ordre respectif des deux abécédaires s'est fixé plus ou moins à une même époque, consacrant la constitution définitive des deux familles d'alphabets. Ce processus peut se concevoir sur la base d'un fonds commun relativement homogène de signes, mais comportant des variantes, et à partir duquel se sont finalement imposés, probablement suivant un clivage linguistique, deux (ou même, à ce stade, plusieurs [26]) systèmes autonomes privilégiant chacun une forme particulière pour différentes lettres. On a donc, pour une même valeur phonétique des signes dont la forme respective dans les deux familles d'alphabets — ou même pour des alphabets d'une même famille — est mutuellement incompatible, et implique une origine différente.

Plusieurs sortes de variantes de ce genre peuvent être distinguées. Ainsi, le contraste, déjà signalé, entre le nom nord-sémitique de la lettre *z* : *zayin*, une «arme (?)», et le nom de la lettre grecque *zêta*, s'il correspond au sémitique *zayit*, «olivier», s'expliquerait par l'existence de deux pictogrammes primitifs différents (ou plus probablement, par une lecture différente, mais de même valeur acrophonique, donnée à un même pictogramme ou symbole). La lettre *y* : *yôdh*, «main», a une forme proto-phénicienne et phénicienne qui paraît dérivée d'un hiéroglyphe égyptien représentant un bras placé horizontalement, le coude plié à angle droit, et la main étendue (cf. CROSS 1954, pp. 19-21 ; VAN DEN BRANDEN 1962, pp. 204-205, et la fig., p. 201 ; RYCKMANS 1984, p. 79). Par contre, dans tous les alphabets sud-sémitiques le *y* se présente (abstraction faite du pivotage de l'axe, fréquent dans les alphabets cursifs), comme un trait vertical surmonté d'un œillet arrondi ou angulaire,

qui figurerait une main dressée au bout du bras tendu (RYCKMANS 1984, p. 79). Enfin dans l'alphabet d'Ugarit, la forme particulière du y — deux séries, placées côte à côte, de trois clous enfilés verticalement — n'est pas compatible avec l'une des deux formes précitées, et semble plutôt évoquer une main ouverte (BURROWS 1936, p. 272), à comparer à celle du texte de Gezer (fig. 1, F).

D'autres variantes incompatibles concernent des signes dont le nom est artificiel ou de sens incertain, et qui remonteraient à des symboles stylisés plutôt qu'à de véritables pictogrammes. Dans cette catégorie entrent en tout cas les lettres h , w , h et s [27]. Arrêtons-nous aux lettres h et w , qui présentent un intérêt particulier. Le h nord-sémitique a une forme bien définie, qu'on retrouve aisément dans notre lettre E qui en dérive par l'intermédiaire de l'alphabet grec. Son nom $hê$, qui ne présente pas de sens décelable, semble ne résulter que de la vocalisation de la consonne. La forme sud-sémitique de la même lettre est celle d'une fourche en Y ou arrondie, et n'a aucun rapport graphique avec son homologue nord-sémitique (fig. 1, F,2-4). Elle est par contre apparentée à celle du $wâw$ nord-sémitique, qui se présente comme une fourche arrondie. Le nom nord-sémitique de cette lettre est censé désigner un «clou» d'après l'hébreu, mais ce nom pourrait être artificiel, et résulter simplement de la répétition de la consonne qu'il veut désigner. Quant au $wâw$ sud-sémitique, tout différent (fig. 1, F,2-4), il présente de façon constante la forme de base d'un trait vertical inscrit dans un cercle ou un ovale de petite dimension [28].

LUNDIN (1985, pp. 241-243, LOUNDINE 1985, pp. 188-189), analyse un cas de «croisement» de signes analogue au précédent, qui résulterait d'une lecture de même sens du pictogramme proto-sinaïtique «pied/jambe», mais avec attribution d'une valeur acrophonique différente selon la langue nord-sémitique ou sud-sémitique : ce pictogramme aboutit à un même signe « > », lu en nord-sémitique p ($pa'am$, $pa'n$, «pied/jambe») et en sud-sémitique r ($riġl$, même sens). Cette hypothèse nous paraît contestable, tant au point de vue de ses fondements graphiques [29], qu'en raison de l'obstacle du nom des lettres correspondantes : $pê$ «bouche (?)», et $rêsh$, «tête».

3. Conclusions

L'étude comparée de l'ordre alphabétique respectif nord-sémitique et sud-sémitique a notamment permis de conclure que ces deux familles d'alphabets, et leur abécédaire respectif, sont antérieurs à l'attestation de l'abécédaire d'Ugarit [30], et remontent à la première moitié du II^e millénaire.

L'écriture des textes proto-sinaïtiques, du Sinaï et de Palestine, représente la plus ancienne attestation connue de l'écriture consonantique sémitique. Elle s'est constituée, au moins en partie, suivant le principe acrophonique exprimé en sémitique, et sous l'influence de l'écriture hiéroglyphique égyptienne, de l'imagerie de laquelle elle s'inspire tout en n'en retenant que la notation de signes uni-consonantiques.

Les dernières tentatives d'identification des signes de cette écriture présupposent l'emprunt direct au système hiéroglyphique, mais avec application de l'acrophonie

en sémitique (VAN DEN BRANDEN 1979), ou se fondent sur une reconstruction de l'évolution des signes à travers les intermédiaires existants, jusqu'à une forme postérieure bien identifiée (ALBRIGHT 1966, CROSS 1980, LUNDIN 1983).

Une dizaine de signes nettement pictographiques sont aisément identifiables par la correspondance acrophonique entre le nom de la chose représentée et la signification d'un nom de lettre sémitique, et ils correspondent dans l'ensemble, compte tenu de l'évolution, avec le signe du même nom dans les alphabets nord-sémitiques postérieurs. Des variantes significatives (par exemple, le signe «maison» du *b* : simple carré, ou carré portant sur un de ses côtés une ouverture en saillie, fig. 1, I, 1), mais aussi l'aspect plus nettement pictographique des témoins palestiniens, attestent un certain étalement des textes dans le temps, ainsi qu'une diversité correspondant sans doute à une provenance géographique variée.

Les autres signes proto-sinaïtiques sont des symboles relativement stylisés, de signification énigmatique. D'ailleurs les noms de lettres qu'on peut leur attribuer sont de sens incertain, quand ils ne présentent pas une forme nettement artificielle (répétition de la consonne, etc.).

Ces deux séries si opposées, quoique aux contours respectifs difficiles à délimiter, pourraient refléter, au sein de l'écriture proto-sinaïtique, l'existence de deux couches différentes d'évolution ou de conception. On ne peut nier que ce contraste constitue en soi un argument en faveur du caractère secondaire des noms de l'abécédaire nord-sémitique.

L'échec des tentatives d'identifier de façon plausible l'ensemble des signes de l'écriture proto-sinaïtique est dû en partie à une conception monophylétique de l'alphabet sémitique, supposé tout à la fois 1) dériver en ligne droite et exclusive de l'alphabet proto-sinaïtique, et 2) aboutir presque nécessairement à des formes attestées dans l'alphabet phénicien. Tout porte à croire, au contraire, que l'écriture sémitique comportait déjà à ce stade, pour certaines valeurs, des variantes locales qui ne seraient pas toujours nécessairement celles qui se sont perpétuées dans l'alphabet phénicien postérieur.

Il s'avère que l'abécédaire sud-sémitique s'est constitué très tôt dans l'histoire de l'alphabet sémitique. Bien que cette famille d'écritures ne soit jusqu'ici attestée que très tardivement par rapport aux écritures du nord, la grande stabilité de l'écriture monumentale postérieure de l'Arabie du Sud, et la coïncidence de certains signes communs à une série d'écritures arabes préislamiques, permettent de considérer que les écritures de cette famille conservent des formes remontant à un stade ancien du développement de l'écriture sémitique. En outre, l'écriture cunéiforme d'Ugarit est le témoin indirect d'une écriture linéaire nord-sémitique plus ancienne, dont elle est issue, et qui enrichit l'information fournie plus au sud par les découvertes épigraphiques de Palestine. La comparaison de cette écriture avec l'écriture sud-sémitique (notamment pour les lettres non attestées dans l'alphabet phénicien) offre des points de similitude intéressants. Il faut enfin rappeler les vestiges épars d'écritures alphabétiques nord-sémitiques, provenant de Palestine, qui renforcent l'impression d'une grande diversité d'applications de l'écriture alphabétique.

Les origines de l'alphabet sémitique se situent dans la région — en partie sous l'influence politique de l'Égypte — de Gaza et de la Palestine, et probablement du pays de Madian, qui constituait la plaque tournante commerciale et culturelle entre l'Égypte, l'Arabie Heureuse, l'Asie Mineure et la Mésopotamie. La péninsule du Sinaï figurait aussi dans cette région, mais la présence des inscriptions proto-sinaïtiques qui y ont été découvertes ne peut constituer qu'une application occasionnelle, préservée grâce à sa situation à l'écart des centres habités, d'une découverte attachée surtout à des centres urbains.

D'après ce qu'on peut en juger, l'écriture alphabétique s'est d'abord développée de façon diffuse et multiple, comme un système assez ouvert, fondé principalement sur le principe acrophonique, dont l'application laissait la place à certaines variantes interchangeables. Celles-ci se sont progressivement réduites, puis cristallisées, pour former deux ou trois systèmes partageant un fonds de signes restés communs, mais conservant chacun une variante respective particulière pour certains signes.

Un de ces systèmes s'est perpétué dans l'écriture phénicienne, qui a conquis le monde : à l'ouest, par l'alphabet grec, et à l'est, par ses descendants araméens. Quant au système qui est à l'origine des écritures sud-sémitiques, il survit jusqu'à nos jours dans le syllabaire éthiopien.

NOTES

[1] Voir notamment COHEN (1958, I, p. 140, et II, pp. 94-95), qui parle d'«alphabet consonantique et syllabique à la fois».

[2] Voir par contre DRIVER (1976, pp. 253-259), SZNYCER (1977, pp. 88-91).

[3] La séquence phénicienne des trois occlusives sonores *b-g-d* était en fait primitivement interrompue par le *h*, d'après la série *b-g-h-d* de l'abécédaire d'Ugarit, fig. 1, A, 1 et 2.

[4] Cf. CROSS & MILIK (1954), CROSS (1954) ainsi que (CROSS 1980, pp. 4-7), NAVEH (1982, fig. 32-34, pp. 37-40). Notre fig. 1, D et I, 5.

[5] Cf. LEMAIRE (1978, pp. 222-223), CROSS (1980, pp. 9-15 et fig. 9-10). Le refus de GARBINI (1978, pp. 290-293, et 1979, p. 90), d'y reconnaître un abécédaire, nous paraît hypercritique. Écriture similaire : tesson de Qubûr Walayda (CROSS 1980, pp. 1-4, et fig. 1-2).

[6] En dehors de l'écriture syllabique dite «pseudo-hiéroglyphique» de Byblos, citée ici pour mémoire, et à considérer comme non déchiffrée en dépit de la tentative de MENDENHALL (1985), on peut appeler «proto-cananéennes» diverses petites inscriptions hétéroclites, notamment sur récipients ou ostraca de Lachish (DRIVER 1976, fig. 48 et 49, p. 100, et pl. 43, 1-2 ; GARBINI 1979, fig. 13 a-b, p. 91) ; ainsi qu'un tesson inscrit de Beth Shemesh (DRIVER 1976, pl. 42, GARBINI 1979, fig. 13 c, p. 91). — Voir en outre les inscriptions de Deir 'Allâ (DRIVER 1976, fig. 100 A-C, p. 244, et pl. 49, 1-3 ; GARBINI 1979, p. 94, et n. 25-27, et fig. 14 b-c, p. 93). Fig. 1, I.

[7] Cf. Notamment LOUNDINE (1985, n. 27, p. 196, et l'addendum, p. 202).

[8] Ces habitudes locales expliqueraient que l'alphabet d'Ugarit, resté marginal dans le monde cunéiforme, n'ait pas survécu à la destruction de la ville. Mais l'écriture proto-phénicienne avait sans doute déjà adopté et généralisé un support concurrent de la tablette d'argile, cf. DRIVER (1976, p. 152).

[9] DURAND (1977, pp. 44-49) pense résoudre le problème par la démonstration de l'analogie entre le système accadien et le système «alphabétique» du sémitique, dans la mesure où «dans les deux cas, une lecture est un *choix* entre plusieurs possibilités, même si dans beaucoup de cas l'automatisme de la lecture peut faire illusion» (pp. 45-46).

[10] Précision nécessaire (LUNDIN 1985, p. 240, n. 3), mais qui manque et doit être rétablie dans le passage correspondant de LUNDIN (1982, p. 226) et de la traduction (LOUNDINE 1985, p. 181).

[11] Selon LOUNDINE (1985, p. 188, et fig. I (*), p. 182, et p. 242), le 1^{er} *aleph*, vocalisé 'a, est issu du pictogramme (nord-sémitique) d'une tête de bovidé, vue de profil ; les deux autres ('i et 'u) représenteraient (respectivement debout et horizontalement) un même pictogramme, qui serait à l'origine du signe sud-sémitique : un bovidé sur pied vu de face. Explication de ces mêmes signes à partir de la lettre *hê* : BURROWS (1936, p. 272).

[12] Voir notamment BUTIN (1935), ALBRIGHT (1966), VAN DEN BRANDEN (1979), LUNDIN (1983). Il faut y joindre les textes suivants, provenant de Palestine (bibliographie dans GARBINI 1979, n. 16, p. 88, et n. 22, pp. 91-92 ; nous notons ci-après, autant que possible, une reproduction photographique et un bon fac-similé) : un fragment de plaque provenant de Sicheim (cf. JENSEN 1969, fig. 233, p. 269 et NAVEH 1982, pl. A, B et fig. 18, p. 26) ; une lame de poignard de Lachish : voir ci-dessous, [16], et notre fig. 1, B ; un prisme du même endroit (VAN DEN BRANDEN 1979, fig. p. 238), et une plaque de Tell el-Şarem (DRIVER 1976, fig. 44, p. 99).

[13] Même par ceux qui — comme GELB (1974, pp. 123, 143, 147), LUNDIN (1983, p. 81) et LOUNDINE (1985, p. 173) — contestent l'intervention du principe de l'acrophonie dans la genèse de cette écriture. Mais contrairement à GELB (1974, pp. 140-141), LOUNDINE (1985, p. 180) admet le caractère ancien («avant le milieu du II^e millénaire») de l'appellation des signes. SZNYCER (1977, pp. 114-115) souligne les implications décisives des constatations ci-dessus, notamment : caractère alphabétique et sémitique de l'écriture ; application du principe de l'acrophonie ; inspiration égyptienne...

[14] A titre d'exemple, voici trois interprétations du texte Butin Sinaï 357 : «Thou, O Shaphan, collect from 'Ababa eight minas (of turquoise). Shimea, groom of the chief of car[avaneers (?)]». (ALBRIGHT 1966, p. 23) ; «You, Thapan, crush (hammer out) for Ababa from you (i.e. from your ore) ; (signed) Shim'a', the squire of the chief of the mi[ners (?)]» (RAINEY 1975, p. 111) ; «'Awn et Shaggân ont extrait pour le père en MNW, 8. A coupé 'Amr quatre...» (VAN DEN BRANDEN 1979, p. 212).

[15] Dans son déchiffrement, ALBRIGHT (1966) compte de 25 à 27 signes différents (soit un alphabet «riche»), dont 19 sont identifiés ; VAN DEN BRANDEN (1958, pp. 370-374) identifiait 25 signes consonantiques, et trois bi-consonantiques ; dans un nouvel essai (1979, pp. 174-183), il compte 26 signes consonantiques. Selon GARBINI (1978, p. 294, et 1979, pp. 86-89) le nombre des signes différents de l'ensemble de ces textes excède celui d'un système consonantique pur ; il suppose à son tour la présence d'éléments (déterminatifs, signes bi-consonantiques...) empruntés à l'écriture égyptienne.

[16] Textes proto-phéniciens sur pointes de flèches, cf. [4] ci-dessus, et notre fig. 1, D ; inscription de type «proto-sinaïtique» sur un poignard de bronze de Lachish : bonne photographie dans DRIVER (1976, pl. 41) ; voir notre fig. 1, B. Réédition : LUNDIN (1986, avec fig. 3, p. 182).

[17] Après avoir subi (pour des raisons techniques dues à la généralisation de la tablette) un pivotage de 90° de tous les signes, ce qui détruisait le rapport visuel entre le signe et le

pictogramme originel (pictogrammes verticaux : hommes, etc., désormais représentés couchés).

[18] C'est pourquoi il ne peut provenir d'un système syllabique, qui aurait dû y sacrifier la notation des voyelles, cf. ci-dessus, p. 315.

[19] Ainsi l'idéogramme du scarabée (*hpr*), qui sert de phonogramme exprimant différents mots se rattachant à la notion de «devenir» (*hpr*).

[20] Abstraction faite de la vocalisation, en égyptien, et du ton en chinois.

[21] Non sans phases régressives intermédiaires de complication accrue, cf. DURAND (1977, pp. 41-44, pour l'accadien et le hittite).

[22] Cf. ULLENDORFF (1951, pp. 211-214), suivi par RYCKMANS (1984, n. 35, p. 85), que contredit LOUDINE (1985, p. 180), se réclamant de D'jakonov *. — En tout cas, on voit mal l'usage qu'on ferait de noms des signes de base, dans le cas d'un syllabaire comme celui de l'éthiopien, où il s'agit non pas de nommer des lettres isolées, mais de désigner une combinaison syllabique (consonne + voyelle) déterminée.

[23] Voir le rappel des étapes de la découverte de l'ordre alphabétique sud-sémitique depuis 1952 dans RYCKMANS (1981 et 1985). Nous ne ferons ici que signaler la découverte de deux abécédaires en safaitique (dialecte nord-arabe préislamique de Transjordanie et de Syrie) présentant l'un un ordre dérivé de celui du phénicien par l'araméen (KNAUF 1985), l'autre un ordre inédit, peut-être occasionnel, sans rapport avec ceux du sémitique du nord ou du sud (MACDONALD 1986, pp. 111-116, et pl., p. 168) *.

[24] Cette observation contredit une tendance (influencée par l'ancienne conception mettant le phénicien à l'origine de tous les alphabets sémitiques) de supposer que les signes «supplémentaires» des alphabets sud-sémitiques sont obtenus par différenciation de signes existants. Ainsi pour le sud-sémitique : RODINSON (1963, p. 136 et fig. 13, p. 137). Même raisonnement, encore moins justifié, pour certaines lettres de l'alphabet phénicien : ainsi *téth* qui serait différencié de *tâw*, *heth* de *hê*, *sâmekh* de... *zayin*, cf. GELB (1974, fig. 76, p. 140) et même DRIVER (1976, p. 171) et SZNYCER (1977, p. 117, et fig. 6, p. 122). Un tel processus nous paraît limité au cas d'emprunt à un système d'écriture conçu pour une langue différente.

[25] Les variantes dans l'ordre de l'alphabet hébraïque (ci-dessus, p. 313) ne font que confirmer le rôle et la rigidité de la transmission scribale et scolaire de l'abécédaire.

[26] Car les écritures sud-sémitiques cursives (safaitiques, «thamoudéennes»...) présentent pour certains signes une variante incompatible avec la forme de la lettre correspondante dans les alphabets bien fixés de sédentaires du nord-ouest et du sud de la péninsule arabique. Une partie seulement de ces divergences provient de réajustements réciproques de formes dus à l'évolution des signes à l'intérieur des systèmes d'écriture respectifs.

[27] Cf. RYCKMANS (1984, p. 79) ; LOUDINE (1985, fig. II, p. 189) ajoute d'autres exemples, à notre avis moins pertinents.

[28] L'emploi de la fourche à deux branches pour exprimer une consonne différente respectivement dans les deux familles d'alphabets (*h* : *w*), fait songer à première vue aux valeurs respectives différentes appliquées, dans les alphabets grecs archaïques, aux caractères correspondant à *ksi*, *khi* et *psi* de l'alphabet grec classique (ainsi, dans les alphabets grecs «occidentaux», le signe *khi* avait la valeur *ks* qu'a conservée le X latin, etc.). Mais il ne s'agit pas ici, contrairement au grec, de signes empruntés, servant à rendre des valeurs phonétiques ne figurant pas dans l'alphabet d'emprunt.

* Voir l'addendum ci-après, ajouté en cours d'impression.

[29] Articles cités, respectivement tableau 2, p. 241 (où il faut lire «P» au lieu de «R» à la ligne 2 de la colonne «Proto-sinaïtique») et fig. II, p. 189.

[30] Contrairement à des positions encore relativement récentes qui font dériver les écritures sud-sémitiques de l'alphabet phénicien, cf. PIRENNE (1955, pp. 28-42, et fig. 6, p. 43) en invoquant en outre une influence grecque; RODINSON (1963, p. 136) et GELB (1974, tableau pp. x-xi).

BIBLIOGRAPHIE

Sigles utilisés : *BASOR* : *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*.

BiOr : *Bibliotheca Orientalis*.

VDI : *Vestnik Drevnej Istorii* (Moskva).

ZDMG : *Zeitschrift der deutschen morgenländischen Gesellschaft*.

ALBRIGHT, W. F. 1950a. — Some Important Recent Discoveries : Alphabetic Origins and the Idrimi Statue. — *BASOR*, **118** : 12-14.

ALBRIGHT, W. F. 1950b. — The Origin of the Alphabet and the Ugaritic ABC Again. — *BASOR*, **119** : 23-24.

ALBRIGHT, W. F. 1966. — The Proto-Sinaïtic Inscriptions and their Decypherment. — *Harvard Theological Studies*, **22**. Cambridge, Mass.

BURROWS, E. 1936. The Origin of the Ras Shamra Alphabet. — *J. R. Asiatic Soc.*, pp. 271-277.

BUTIN, R. 1932. The Serabit Expedition of 1930, IV : The Protosinaïtic Inscriptions. — *Harvard theolog. Rev.*, **25** : 130-203, pl. X-XXVIII.

CHRISTIN, A.-M. (éd.) 1977. L'espace et la lettre. — *Cahiers Jussieu*, 3. Université de Paris 7. Union générale d'éditions, Paris, 441 pp.

COHEN, M. 1958. La grande invention de l'écriture et son évolution. — Imprimerie Nationale, Paris, (I) Texte, xii + 471 pp. ; (II) Documentation et index, 228 pp. ; (III) Planches, 94 pl.

CROSS, F. M. 1954. The Evolution of the Proto-Canaanite Alphabet. — *BASOR*, **134** : 15-24.

CROSS, F. M. 1980. Newly Found Inscriptions in Old Canaanite and Early Phoenician Scripts. — *BASOR*, **238** : 1-20.

CROSS, F. M. & MILIK, J. T. 1954. Inscribed Javelin-Heads from the Period of the Judges : A Recent Discovery in Palestine. — *BASOR*, **134** : 5-15.

DREWES, A. J. & SCHNEIDER, R. 1976. Origine et développement de l'écriture éthiopienne, jusqu'à l'époque des inscriptions royales d'Axoum. — *Annales d'Ethiopie*, **10** : 95-107.

DRIVER, G. R. 1976. Semitic Writing, from Pictograph to Alphabet. — *British Academy*, London, xviii + 276 pp., 66 pl. (réédition révisée de la 1^{re} édition de 1944).

DURAND, J. M. 1977. Diffusion et pratiques des écritures cunéiformes au Proche-Orient ancien. — *In* : CHRISTIN 1977, *op. cit.*, pp. 13-55.

EBELING, E. 1934. Zur Entstehungsgeschichte des Keilschriftalphabets von Ras Schamra. — *Sitzungsber. d. Preuss. Akad. d. Wiss.*, Phil.-hist. Kl., pp. 10-15.

FRIEDRICH, J. 1966. Geschichte der Schrift unter besonderer Berücksichtigung ihrer geistigen Entwicklung. — Carl Winter, Heidelberg, 184 pp., 424 pl.

GARBINI, G., 1978. Sull'alfabetario di 'Izbet Šarṭah. — *Oriens Antiquus*, **17** : 287-295.

GARBINI, G. 1979. Storia i problemi dell'epigrafia semitica. Supplemento n. 19 agli *Annali Ist. Orient. Napoli*, **39** (2). — Istituto Orientale di Napoli, Napoli, iv + 100 pp.

- GARDINER, A. H. 1916 [1923]. The Egyptian Origin of the Semitic Alphabet. — *J. of Egyptian Archaeol.*, 3 : 1-16. [Nous n'avons eu accès qu'à la traduction allemande de cet article (1923) *ZDMG* 77 : 92-120].
- GELB, I. 1958. New Evidence in Favor of the Syllabic Character of West Semitic Writing. — *BiOr*, 15 : 1-7.
- GELB, I. 1974. A Study of Writing. — Univ. of Chicago Press, XIX + 319 pp. (Révision de la 1^{re} édition de 1952).
- GROHMANN, A. 1915. Über den Ursprung und die Entwicklung der äthiopischen Schrift. — *Arch. f. Schriftkunde*, 2 : 57-87.
- HONEYMAN, A. M. 1952. The Letter-Order of the Semitic Alphabets in Africa and the Near-East. — *Africa*, 22 : 136-147.
- JENSEN, H. 1969. Die Schrift in Vergangenheit und Gegenwart. — VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 607 pp., 586 pl. (3^e édition revue et augmentée).
- KNAUF, E. A. 1985. A South Safaitic Alphabet from Khirbet es-Samrā'. — *Levant*, 17 : 204-206.
- LEMAIRE, A. 1978. Abécédaires et exercices d'écolier en épigraphie nord-ouest sémitique. — *J. asiatique*, 216 : 221-235.
- LIDZBARSKI, M. 1902. Ephemeris für semitische Epigraphik, I. — J. Ricker'sche Verlagsbuchhandlung, Giessen, vi + 372 pp.
- LOUNDINE [LUNDIN], A. G. 1985. L'origine de l'alphabet, texte traduit et commenté par J. Ryckmans. (Traduction de LUNDIN 1982). — *Cah. de l'Inst. de Linguist. Louvain* (Louvain-la-Neuve), 11 : 173-202.
- LUNDIN, A. G. 1982. O proishozhdenii alfavita. — *VDI*, 160 (2) : 17-28. (Traduction : voir LOUNDINE 1985, *op. cit.*).
- LUNDIN, A. G. 1983. Deshifrovka protosinajskoj pis'mennosti. — *VDI*, 163 (1) : 79-95.
- LUNDIN, A. G. 1985. Quelques lettres des alphabets sémitiques. — *In* : ROBIN, Chr. (éd.) 1985, pp. 239-244.
- LUNDIN, A. G. 1986. Bronzovyj kinzhal iz Lahisha s protosinajskoj nadpis'ju. — *Palestinskij Sbornik*, 28 (91) : 178-182.
- MACDONALD, M. 1986. ABCs and Letter Order in Ancient North Arabian. — *Proc. Arab. Seminar*, 16 : 101-168.
- MENDENHALL, G. E. 1985. The Syllabic Inscriptions from Byblos. — American University, Beirut, xiv + 179 pp.
- NAVEH, J. 1982. Early History of the Alphabet. An Introduction to West Semitic Epigraphy and Palaeography. — Magnes Press, Jerusalem/E. J. Brill, Leiden, ix + 211 pp., 24 pl.
- PIRENNE, J. 1955. La Grèce et Saba. Une nouvelle base pour la chronologie sud-arabe. Extrait des Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 15. — Imprimerie Nationale, Paris, 108 pp., 11 pl.
- RAINEY, A. F. 1975. Notes on Some Proto-Sinaitic Inscriptions. — *Israel Exploration J.*, 25 : 106-116.
- ROBIN, Chr. (éd.) 1985. Mélanges linguistiques offerts à Maxime Rodinson par ses élèves, ses collègues et ses amis. Comptes rendus du Groupe linguistique d'Études chamito-sémitiques, Supplément 12. — Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, 436 pp.
- ROBINSON, M. 1963. Les Sémites et l'alphabet. Les écritures sud-arabiques et éthiopiennes. — *In* : L'écriture et la psychologie des peuples. Centre international de Synthèse, XXII^e Semaine de Synthèse. Armand Colin, Paris, pp. 131-146.

- ROSENKRANZ, B. 1938. Der Ursprung des Alphabets von Ras Schamra. — *ZDMG*, **92** : 178-182.
- RYCKMANS, J. 1955. L'origine et l'ordre des lettres de l'alphabet éthiopien. — *BiOr*, **12** : 2-8.
- RYCKMANS, J. 1981. L'ordre des lettres de l'alphabet sud-sémitique. — *L'Antiquité classique*, **50** : 698-706.
- RYCKMANS, J. 1984. Alphabets, Scripts and Languages in Pre-Islamic Arabian Epigraphical Evidence. — In : *Studies in the History of Arabia, Proceedings of the Second International Symposium on Studies in the History of Arabia (Riyadh, Jumâdâ I, 1399 A.H./April 1979)*, **2** : 73-86.
- RYCKMANS, J. 1985. L'ordre alphabétique sud-sémitique et ses origines. — In : ROBIN, Chr. (éd.) 1985, *op. cit.*, pp. 343-359.
- SCHÄFER, H. 1915. Die Vokallösigkeit des «phönizischen» Alphabets. Gedanken zur Geschichte des Alphabets. — *Zeitschr. Ägypt. Sprache u. Altertumsk.*, **52** : 95-98.
- SETHE, K. 1926a. Der Ursprung des Alphabets. In : *Zwei Abhandlungen zur Entstehungsgeschichte unserer Schrift, Nachricht. Gesellsch. Wissensch. Göttingen*, 1916/1917 neu abgedruckt. — Weidmannsche Buchhandlung, Berlin, pp. 88-161.
- SETHE, K. 1926b. Die neuentdeckte Sinaischrift. *Ibid.* : *Nachricht. Gesellsch. Wissensch. Göttingen*, 1916/1917 neu abgedruckt. — Weidmannsche Buchhandlung, Berlin, pp. 437-475.
- SETHE, K. 1939. Vom Bilde zum Buchstaben. Die Entwicklungsgeschichte der Schrift. — In : *Untersuchungen zur Geschichte und Altertumskunde Ägyptens*, **12**, Leipzig.
- STIEGLITZ, R. S. 1971. The Ugaritic Cuneiform and Canaanite Linear Alphabets. — *J. Near Eastern Stud.*, **30** : 135-139.
- SWIGGERS, P. 1983. Some Remarks on Gelb's Theory of Writing. — *General Linguistics*, **23** : 198-201.
- SZNYCER, M. 1972. Protosinaïtiques (Inscriptions). — In : *Supplément au Dictionnaire de la Bible*, **8**. Letouzey et Ané, Paris, col. 1384-1395.
- SZNYCER, M. 1974. Quelques remarques à propos de la formation de l'alphabet phénicien. — *Semítica*, **24** : 5-12.
- SZNYCER, M. 1975. Les inscriptions protosinaïtiques. — In : *Le déchiffrement des écritures et des langues, Colloque du XXIX^e Congrès international des Orientalistes, présenté par LECLANT, J.* Paris, pp. 85-93.
- SZNYCER, M. 1977. L'origine de l'alphabet sémitique. — In : CHRISTIN, A.-M. (éd.) 1977, *op. cit.*, pp. 79-123.
- ULLENDORFF, E. 1951. Studies in the Ethiopic Syllabary. — *Africa*, **21** : 207-217.
- ULLENDORFF, E. 1955. The Origin of the Ethiopian Syllabary. — *BiOr*, **12** : 217-218.
- VAN DEN BRANDEN, A. 1958. Le déchiffrement des inscriptions protosinaïtiques. — *Al-Machriq*, mai-juin 1958, pp. 361-397.
- VAN DEN BRANDEN, A. 1962. L'origine des alphabets protosinaïtique, arabes préislamiques et phénicien. — *BiOr*, **19** : 196-206.
- VAN DEN BRANDEN, A. 1979. Nouvel essai du déchiffrement des inscriptions protosinaïtiques. — *Bibbia e Oriente*, **21** (121) : 155-251.
- VIROLLEAUD, Ch. 1957. Mission de Ras Shamra, VII : Le palais royal d'Ugarit ; II : Textes en cunéiformes alphabétiques. — Imprimerie Nationale, Paris, XLIII + 241 pp., XXVI pl.

ADDENDUM

(reçu pour publication le 1^{er} juin 1987)

Nous avons connu trop tard pour avoir pu en utiliser les données dans la communication ci-dessus, les articles suivants : LUNDIN, A. G. 1985, *Nazvanija i formy bukv v semitskih konsonantnyh alfavitah* (Les noms et les formes des lettres dans les alphabets consonantiques sémitiques), *VDI*, 174 (4), pp. 137-154, et PUECH, E. 1983, *Origine de l'aphabet*, *Rev. biblique*, 93, pp. 161-213. Ce dernier article passe en revue tous les textes épigraphiques archaïques nord-sémitiques (certains sont signalés ici notes [6], [12] et [16]). La lecture améliorée (sans interprétation) par Puech d'une tablette en alphabet cunéiforme «court» d'Ugarit trouvée à Beth Shemesh (Palestine) et restée non déchiffrée, a permis à A. G. Loundine (lettre du 2 janvier 1987) de reconnaître dans ce texte une transcription, en alphabet cunéiforme «court», d'un alphabet sud-sémitique abrégé, dans son ordre particulier. Cette importante découverte, qui confirme les conclusions émises ici même sur la date ancienne de la constitution de l'alphabet sud-sémitique et de l'ordre de ses lettres, sera publiée par son auteur, sous le titre : *L'alphabet cunéiforme de Beth Shemesh*, dans *Le Muséon*, 100 (1987), qui paraîtra à la fin de 1987.

Zitting van 20 mei 1986

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de directeur van de Klasse, E.P. J. Denis, bijgestaan door Mevr. L. Peré-Claes, secretaris der zittingen.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. A. Coupez, E. Lamy, A. Maesen, A. Rubbens, P. Salmon, J. Sohier, J. Stengers, E.P. M. Storme, de HH. J. Vanderlinden, E. Vandewoude, Mme Y. Verhasselt, werkende leden; de HH. J. Everaert, R. Lesthaeghe, S. Plasschaert, T. Verhelst, geassocieerde leden; de H. J. Comhaire, corresponderend lid; de H. Ch. Schyns, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen en de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. A. Baptist, E. Coppieters, V. Devaux, M. d'Hertefelt, Mevr. A. Dorsinang-Smets, de H. A. Duchesne, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de HH. F. Grévisse, J.-P. Harroy, J. Jacobs, M. Luwel, J. Ryckmans, A. Stenmans, E.P. J. Theuws, de H. J.-L. Vellut; de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris en de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

De veranderende rol van het financieel beleid in staatsondernemingen in China

De H. S. Plasschaert stelt hierover een mededeling voor.

De H. R. Lesthaeghe, Mevr. Y. Verhasselt, de HH. P. Salmon en Th. Verhelst komen tussen in de bespreking.

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

«Présentation de l'ouvrage de L. Croegaert : Premières Afriques – Histoire et découvertes d'un continent»

De Directeur verwelkomt de H. Ch. Schyns, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, die het boek voorstelt van L. Croegaert: «Premières Afriques – Histoire et découvertes d'un continent» (Didier Hatier, Brussel, 1985).

De Klasse besluit deze voorstelling te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 339-340).

Jaarlijkse wedstrijd 1986

Elf werken werden ingediend als antwoord op de eerste vraag:

1° DOMINIC TABAN MICHAEL: Verhalen (in Mündü-taal met Nederlandse vertaling).

Séance du 20 mai 1986

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur de la Classe, le R.P. J. Denis, assisté de Mme L. Peré-Claes, secrétaire des séances.

Sont en outre présents : MM. A. Coupez, E. Lamy, A. Maesen, A. Rubbens, P. Salmon, J. Sohier, J. Stengers, le R.P. M. Storme, MM. J. Vanderlinden, E. Vandewoude, Mme Y. Verhasselt, membres titulaires ; MM. J. Everaert, R. Lesthaeghe, S. Plasschaert, T. Verhelst, membres associés ; M. J. Comhaire, membre correspondant ; M. Ch. Schyns, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales et M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

Absents et excusés : MM. A. Baptist, E. Coppieters, V. Devaux, M. d'Hertefelt, Mme A. Dorsin角度-Smets, M. A. Duchesne, Mme M. Engelborghs-Bertels, MM. F. Grévisse, J.-P. Harroy, J. Jacobs, M. Luwel, J. Ryckmans, A. Stenmans, le R.P. J. Theuws, M. J.-L. Vellut ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire et M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

«De veranderende rol van het financieel beleid in staatsondernemingen in China»

M. S. Plasschaert présente une communication à ce sujet.

M. R. Lesthaeghe, Mme Y. Verhasselt, MM. P. Salmon et Th. Verhelst interviennent dans la discussion.

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

Présentation de l'ouvrage de L. Croegaert :

«Premières Afriques –

Histoire et découvertes d'un continent»

Le Directeur accueille M. Ch. Schyns, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales, qui présente le livre de L. Croegaert : «Premières Afriques – Histoire et découvertes d'un continent» (Didier Hatier, Bruxelles, 1985).

La Classe décide de publier cette présentation dans le *Bulletin des Séances* (pp. 339-340).

Concours annuel 1986

Onze travaux ont été introduits en réponse à la première question :

1° DOMINIC TABAN MICHAEL : Récits (en langue Müdü avec traduction néerlandaise).

- 2° FAÏK-NZUJI, C. : «Cité de l'abondance» (in ciluba-taal met vrije Franse vertaling).
- 3° IFANGE, Joseph : Een gedicht (in het lomongo met Franse vertaling).
- 4° ANONIEM, met leuze : «Que la tradition cède au modernisme» : theaterstuk : «L'enfant qui marche sur les os» (in het tshiluba met Franse vertaling).
- 5° MOTINGEA MANGULU : Gedichtenbundel (in het Lingombe, bantu met Franse vertaling).
- 6° MUCIPAYI KALOMBO, C. : Een essay : «Regard sur la littérature africaine d'expression française» (in het Frans).
- 7° NGUMA-AMBENA, Prosper : «Saynette de théâtre : Force ou la Raison ?» (in het lingala met Franse vertaling).
- 8° NKELENGE ZIYALA : Een roman : «Madiela Cœur des Hommes» (in het yaka met Franse vertaling).
- 9° NLANDU MAYAMBA MBUYA : «Chant pour un Griot» (in het lingala en kiyaku met Franse vertaling).
- 10° TUNDONU ADEKUNLE AMOSU : «Choses vues et entendues» (in het Frans).
- 11° UNYUTHA WOKOCAN : Chansons de danse populaire au pays des Aluur de Managi (in inlandse taal met Franse vertaling).

De leden sluiten de werken uit van de HH. MUCIPAYI (n° 6) en TUNDONU ADEKUNLE AMOSU (n° 10). Deze werken werden enkel in het Frans opgesteld en beantwoorden dus niet aan de gestelde vraag.

Na een eerste selectie zal de originaliteit van de andere werken door experts moeten onderzocht worden.

De Klasse duidt de HH. J. Comhaire, A. Rubbens en E.P. J. Theuws aan om deze eerste schifting te doen.

Erelidmaatschap

De H. M. d'Hertefelt werd, op zijn verzoek, tot het erelidmaatschap bevorderd bij koninklijk besluit van 11 maart 1986.

Ereteken

De H. J. Vansina werd bevorderd tot commandeur in de Leopoldsorde bij koninklijk besluit van 18 januari 1985.

Geheim Comité

De werkende en erewerkende leden verkiezen tot :

Werkend lid : De H. J. Ryckmans.

Corresponderende leden : E.P. L. de Saint-Moulin en de H. J. L. Miège.

De zitting wordt gegeven te 17 h 10.

- 2° FAÏK-NZUJI, C. : «Cité de l'abondance» (en langue ciluba avec traduction libre en français).
- 3° IFANGE, Joseph : Un poème (en lomongo avec traduction française).
- 4° ANONYME, avec devise : «Que la tradition cède au modernisme» : pièce de théâtre : «L'enfant qui marche sur les os» (en tshiluba avec traduction française).
- 5° MOTINGEA MANGULU : Recueil de poèmes (en lingombe, bantu avec traduction française).
- 6° MUCIPAYI KALOMBO, C. : Un essai : «Regard sur la littérature africaine d'expression française» (en français).
- 7° NGUMA-AMBENA, Prosper : «Saynette» de théâtre : «Force ou la Raison ?» (en lingala avec traduction française).
- 8° NKELENGE ZIYALA : Un roman : «Madiela Cœur des Hommes» (en yaka avec traduction française).
- 9° NLANDU MAYAMBA MBUYA : «Chant pour un Griot» (en lingala et kiyaka avec traduction française).
- 10° TUNDONU ADEKUNLE AMOSU : «Choses vues et entendues» (en français).
- 11° UNYUTHA WOKOCAN : Chansons de danse populaire au pays des Aluur de Managi (en langue indigène avec traduction française).

Les membres éliminent les travaux de MM. MUCIPAYI (n° 6) et TUNDONU ADEKUNLE AMOSU (n° 10). Ces travaux ont été écrits en français uniquement et ne répondent donc pas à la question posée.

L'originalité des autres travaux devra être vérifiée par des experts après une première sélection.

La Classe désigne MM. J. Comhaire, A. Rubbens et le R.P. J. Theuws pour faire ce premier tri.

Honorariat

M. M. d'Hertefeldt a été promu, à sa demande, à l'honorariat par arrêté royal du 11 mars 1986.

Distinction honorifique

M. J. Vansina a été promu au grade de commandeur de l'Ordre de Léopold par arrêté royal du 18 janvier 1985.

Comité secret

Les membres titulaires et titulaires honoraires élisent en qualité de

Membre titulaire : M. J. Ryckmans.

Membres correspondants : Le R.P. L. de Saint-Moulin et M. J.-L. Miège.

La séance est levée à 17 h 10.

Présentation de l'ouvrage de L. Croegaert :
«Premières Afriques –
Histoire et découvertes d'un continent» *

par

Ch. SCHYNS **

MOTS-CLÉS. – Afrique ; Histoire.

Il m'est particulièrement agréable de vous présenter l'ouvrage *Premières Afriques* *** dont l'auteur, le Père Luc Croegaert de la Compagnie de Jésus, m'honore de son amitié.

Né à Anvers en 1923, Luc Croegaert fait deux candidatures en philologie classique et obtient deux licences, en philosophie et théologie. Il enseigne vingt-deux années à Bukavu – où nous nous sommes connus –, cinq à Bujumbura, deux à Kigali. Ses élèves conservent de lui un souvenir impérissable. Beaucoup d'entre eux lui restent profondément attachés.

Son livre est le fruit de 28 années d'ardentes investigations tant sur le continent africain que dans les bibliothèques européennes.

Il est consacré aux époques antérieures aux grandes explorations du début du XIX^e siècle, départ de l'emprise européenne et de sa marque sur tout le continent.

Robert Cornevin qui l'a préfacé en souligne le sérieux et la valeur. Il est désormais, à ses yeux, un classique de l'histoire de l'Afrique.

Luc Croegaert nous entraîne dans un immense périple à travers le continent, des pâturages du désert saharien à l'Afrique égyptienne, puis à l'Afrique Noire. Il nous fait revivre les heurs et malheurs de l'expansion portugaise, les vicissitudes du royaume du Kongo.

Il nous conduit alors dans la partie de l'Afrique tournée vers l'Orient, aux prises avec les flux et reflux de l'océan Indien.

Il nous invite, enfin, en guise de conclusion, à faire avec lui le bilan des connaissances recueillies en cours de route.

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences morales et politiques tenue le 20 mai 1986.

** Membre associé honoraire de l'Académie ; rue François Gay 33, B-1150 Bruxelles (Belgique).

*** CROEGAERT, L. 1986. *Premières Afriques – Histoire et découvertes d'un continent*. – Didier Hatier, Bruxelles, 326 pp., 56 pl. hors-texte, photos et cartes, 850 FB.

La tenue scientifique de l'ouvrage, l'importance de la bibliographie, jamais encore réunie sous cette forme jusqu'ici, les remarquables photos reliant le passé à l'Afrique d'aujourd'hui, les cartes permettant de situer les localités mentionnées, frappent le lecteur averti.

Ainsi que le soulignait la présentation qu'en a faite avant moi le Père Van de Castele, une époque trop longtemps restée obscure du patrimoine africain nous est, grâce à Luc Croegaert, désormais plus accessible et la tâche des chercheurs dans tous les domaines des études africaines en sera plus aisée.

Zitting van 17 juni 1986

Séance du 17 juin 1986

Zitting van 17 juni 1986

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de directeur van de Klasse, E.P. J. Denis, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. A. Gérard, J.-P. Harroy, J. Jacobs, P. Salmon, E.P. M. Storme, werkende leden ; de HH. J. L. Vellut, T. Verhelst, geassocieerde leden ; de H. J. Comhaire, corresponderend lid ; de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. A. Baptist, A. Coupez, V. Devaux, V. Drachoussoff, F. Grévisse, A. Huybrechts, M. Luwel, L. Pétillon, S. Plasschaert, R. Rezsohazy, A. Rubbens, A. Stenmans, E.P. J. Theuws, Mevr. Y. Verhasselt, de H. P. Wigny ; de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

«Placide Tempels and African Philosophy»

De H. A. Gérard stelt hierover een mededeling voor van de H. V. Y. Mudimbe, corresponderend lid.

De HH. P. Salmon en J. Comhaire komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 349-361).

De inheemse cultuur, een nieuwe dimensie in de ontwikkelingsproblematiek

De H. T. Verhelst stelt onder deze titel een mededeling voor die zijn boek samenvat, dat onlangs van de pers kwam :

VERHELST, T. 1986. Het recht anders te zijn. Naar nieuwe vormen van solidariteit met de Derde Wereld. — Unistad, Antwerpen-Breda, 295 pp.

De HH. A. Lederer en J.-P. Harroy komen tussen in de bespreking.

Jaarlijkse wedstrijd 1986

In haar zitting van 20 mei 1986 duidde de Klasse de HH. J. Comhaire, A. Rubbens en E.P. J. Theuws aan als verslaggevers om de werken te onderzoeken, die ingediend werden als antwoord op de eerste vraag.

In zijn brief van 2 juni 1986 verklaart E.P. Theuws de bedoeling van de Academie niet goed te begrijpen en bovendien oordeelt hij dat hij niet voldoende bevoegd is om de antwoorden te beoordelen.

Séance du 17 juin 1986

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur de la Classe, le R.P. J. Denis, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. A. Gérard, J.-P. Harroy, J. Jacobs, P. Salmon, le R.P. M. Storme, membres titulaires ; MM. J. L. Vellut, T. Verhelst, membres associés ; M. J. Comhaire, membre correspondant ; M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

Absents et excusés : MM. A. Baptist, A. Coupez, V. Devaux, V. Drachoussoff, F. Grévisse, A. Huybrechts, M. Luwel, L. Pétillon, S. Plasschaert, R. Rezsóhazy, A. Rubbens, A. Stenmans, le R.P. J. Theuws, Mme Y. Verhasselt, M. P. Wigny ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

«Placide Tempels and African Philosophy»

M. A. Gérard présente une communication à ce sujet de M. V. Y. Mudimbe, membre correspondant.

MM. P. Salmon et J. Comhaire interviennent dans la discussion.

La Classe décide de publier cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 349-361).

«De inheemse cultuur, een nieuwe dimensie in de ontwikkelingsproblematiek»

M. T. Verhelst présente sous ce titre une communication, qui résume son ouvrage récemment sorti de presse :

VERHELST, T. 1986. Het recht anders te zijn. Naar nieuwe vormen van solidariteit met de Derde Wereld. — Unistad, Antwerpen-Breda, 295 pp.

MM. A. Lederer et J.-P. Harroy interviennent dans la discussion.

Concours annuel 1986

En sa séance du 20 mai 1986, la Classe a désigné MM. J. Comhaire, A. Rubbens et le R.P. J. Theuws comme rapporteurs pour l'examen des travaux introduits en réponse à la première question.

Par lettre du 2 juin 1986, le R.P. Theuws déclare ne pas bien comprendre l'intention de l'Académie et, au surplus, s'estime insuffisamment compétent pour juger les réponses.

Op basis van de verslagen van de HH. J. Comhaire en A. Rubbens, weerhoudt de Klasse de zes volgende werken :

1. DOMINIC TABAN MICHAEL : Verhalen (in Mündü-taal met Nederlandse vertaling).
2. FAÏK-NZUJI, C. : «Cité de l'abondance» (in het ciluba met vrije Franse vertaling).
3. ANONIEM, met leuze : «Que la tradition cède au modernisme» : theaterstuk : «L'enfant qui marche sur les os» (in het tshiluba met Franse vertaling).
4. MOTINGEA MANGULU : Gedichtenbundel (in het lingombe met Franse vertaling).
5. NGUMA-AMBENA, Prosper : «Saynette» de théâtre : «Force ou la Raison ?» (in het lingala met Franse vertaling).
6. NKELENGE ZIYALA : Een roman : «Madiela Cœur des Hommes» (in het yaka met Franse vertaling).

Na een ruime gedachtenwisseling vertrouwt de Klasse het onderzoek van deze zes werken toe aan de H. J. Jacobs, die verslag zal uitbrengen in de eerstkomende zitting van 18 november 1986. Zij zal dan experten aanduiden voor de weerhouden werken, wat haar eventueel zou toelaten de prijs toe te kennen tijdens de zitting van 9 december 1986.

Benoeming

Mevr. P. Boelens-Bouvier werd benoemd tot werkend lid bij koninklijk besluit van 16 april 1986.

Erelidmaatschap

De H. E. Lamy werd bevorderd tot erewerkend lid bij koninklijk besluit van 16 april 1986.

Ereteken

E.P. M. Storme werd bevorderd tot Grootofficier in de Kroonorde bij koninklijk besluit van 7 mei 1985 met rangneming op 8 april 1983.

Het brevet wordt hem tijdens de zitting door de Directeur overhandigd.

Prijs Antoon Spinoy

De Stichting Antoon Spinoy, onder de bescherming van de Stad Mechelen, zal in 1986 haar Prijs Antoon Spinoy ten bedrage van 250 000 F toekennen aan een belangrijk werk in verband met de ontwikkelingssamenwerking.

Sur la base des rapports de MM. J. Comhaire et A. Rubbens, la Classe retient les six travaux ci-après :

1. DOMINIC TABAN MICHAEL : Récits (en langue Mündü avec traduction néerlandaise).
2. FAÏK-NZUJI, C. : «Cité de l'abondance» (en ciluba avec traduction libre en français).
3. ANONYME, avec devise : «Que la tradition cède au modernisme» : pièce de théâtre : «L'enfant qui marche sur les os» (en tshiluba avec traduction française).
4. MOTINGEA MANGULU : Recueil de poèmes (en lingombe avec traduction française).
5. NGUMA-AMBENA, P. : «Saynette» de théâtre : «Force ou la Raison ?» (en lingala avec traduction française).
6. NKELENGE ZIYALA : Un roman «Madiela Cœur des Hommes» (en yaka avec traduction française).

Après un large échange de vues, la Classe confie l'examen de ces six travaux à M. J. Jacobs, qui fera rapport à la prochaine séance qui se tiendra le 18 novembre 1986. Elle désignera alors des experts pour les travaux retenus, ce qui lui permettrait éventuellement de décerner le prix à la séance du 9 décembre 1986.

Nomination

Mme P. Boelens-Bouvier a été nommée membre titulaire par arrêté royal du 16 avril 1986.

Honorariat

M. E. Lamy a été promu au grade de membre titulaire honoraire par arrêté royal du 16 avril 1986.

Distinction honorifique

Le R.P. M. Storme a été promu au grade de Grand officier de l'Ordre de la Couronne par arrêté royal du 7 mai 1985 avec prise de rang au 8 avril 1983.

Le brevet lui est remis en séance par le Directeur.

Prix Antoon Spinoy

Le «Stichting Antoon Spinoy», sous l'égide de la ville de Malines, décernera en 1986 son «Prijs Antoon Spinoy» de 250 000 F à une contribution importante dans le domaine de la coopération au développement.

Informatiedag Academie-Verenigde Naties

De Directeur meldt dat de informatiedag over de leefmilieuproblemen in de Derde Wereld, die doorging op 7 juni 1986, een reëel sukses was.

Indien de drie Klassen akkoord gaan zou, op aanvraag van het Bureau van de Verenigde Naties te Brussel, in 1987, internationaal jaar van de woongelegenheid voor daklozen, een nieuwe informatiedag kunnen georganiseerd worden.

De Klasse geeft haar principieel akkoord.

De zitting wordt geheven te 17 h.

Journée d'information Académie-Nations Unies

Le Directeur signale que la journée d'information sur les problèmes de l'environnement dans le Tiers Monde qui a eu lieu le 7 juin 1986, a été un réel succès.

A la demande du Bureau des Nations Unies à Bruxelles, une nouvelle journée pourrait être organisée avec l'accord des trois Classes de l'Académie en 1987, année internationale du logement des sans-abri.

La Classe marque son accord de principe.

La séance est levée à 17 h.

Placide Tempels and African Philosophy *

par

V. Y. MUDIMBE **

KEY-WORDS. — Africa ; Bantu ; Philosophy ; Tempels.

SUMMARY. — Although there was much talk, among africanists of the first part of this century, about "primitive philosophies", Placide Tempels' *Bantoe filosofie* (1946) was one of the first works to attempt a rational systematization of the *Weltanschauung* underlying the beliefs of a black African society, the Luba of Zaïre. This resulted in fact in an ontology, in which the concept of "being", traditional in western thought, is replaced by the concept of force. Father Tempels' book can best be understood as illustrating a decisive phase in the author's intellectual evolution, but it testified to a genuine endeavour to enter into the African mind (*Einführung*). While it was and still is highly controversial, it was instrumental in fostering the growth of modern African philosophy.

RÉSUMÉ. — *Placide Tempels et la Philosophie africaine.* — Pendant la première moitié de ce siècle, l'expression «philosophies primitives» fut fréquemment employée par les africanistes. Néanmoins, le *Bantoe filosofie* (1946) de Placide Tempels fut une des premières tentatives pour proposer une systématisation rationnelle de la vision du monde qui sous-tend les croyances d'une société négro-africaine, les Luba du Zaïre. Le résultat se présente en fait comme une ontologie où le concept d'«être», traditionnel dans la pensée occidentale, est remplacé par le concept de force. Le livre du R.P. Tempels ne peut guère être compris que comme l'illustration d'une phase décisive dans l'évolution intellectuelle de l'auteur. Mais il témoignait d'un effort authentique pour pénétrer la mentalité africaine (*Einführung*). Bien qu'il fut et reste très controversé, il contribua à encourager le développement de la philosophie africaine moderne.

SAMENVATTING. — *Placide Tempels en de Afrikaanse Filosofie.* — Tijdens de eerste helft van deze eeuw werd de uitdrukking „primitieve filosofieën” vaak gebruikt door de Afrikanisten. Nochtans was de *Bantoe filosofie* (1946) van Placide Tempels één van de eerste pogingen om een rationele systematisatie voor te stellen van de wereldvisie die als basis dient voor het geloof van een Negro-Afrikaanse maatschappij, de Luba van Zaïre. Het resultaat doet zich in feite voor als een ontologie waarin het concept van „zijn”, traditioneel in de Westerse gedachten-gang, vervangen wordt door het concept van kracht. Het boek van E.P. Tempels mag enkel begrepen worden als de illustratie van een beslissende fase in de intellectuele evolutie van de

* Paper read by Mr. A. Gérard at the meeting of the Section of Moral and Political Sciences held on 17 June 1986.

** Corresponding member of the Academy ; Haverford College, Haverford, Pa. 19041 (U.S.A.).

auteur. Maar het getuigde van een authentieke inspanning om de Afrikaanse mentaliteit (*Einfühlung*) te doorgronden. Niettegenstaande het ten zeerste betwist werd en het nog blijft, droeg het bij om de ontwikkeling van de moderne Afrikaanse filosofie aan te moedigen.

* * *

Strictly speaking, the phrase "African philosophy" should refer to the contributions of African thinkers practicing philosophy within the accepted framework of the discipline and its historical tradition [1] *. It is only metaphorically or at best from a historicist perspective that one would extend the notion to traditional African systems of thought, considering them as dynamic processes integrating concrete experiences into the order of concepts and (oral) discourses [2]. In this case, I had rather speak of an "African gnosis": the wider frame of this notion seems better suited to encompass the range of problems addressed. The fact remains, however, that the phrase "primitive philosophy" was in common use in the 1920s and 1930s. It was part of the general interpretation which had been applied to the continent, its inhabitants and realities since the end of the nineteenth century. It reflects an intellectual attitude manifested in such titles as *Les Fonctions mentales dans les sociétés primitives* (1910), *La Mentalité primitive* (1922), *L'Ame primitive* (1927), *Le Surnaturel et la nature dans la mentalité primitive* (1931), *L'Expérience mystique et les symboles chez les primitifs* (1938).

The terminology suggests a radical difference between the West, characterized by a history of rational thought, and the "primitives", whose life, mental processes and *Weltanschauung* have nothing in common with those of the western world. Such a view generates a theory that distinguishes between two types of mentality. One is rational, functioning according to the principles of logic and inquiring into causal relations and determinations; the other, described as "prelogical", is supposed to be controlled by collective representations and to depend upon a so-called "law of mystical participation". Westerners are of course practitioners of logical thinking. Among the adherents of "prelogical" thought could be found, as EVANS-PRITCHARD (1980) ironically pointed out, "such peoples as the Chinese included with Polyne-sians, Negroes, American Indians and Australian Blackfellows" [3].

Already in 1965, EVANS-PRITCHARD (1980) could state that "there is no reputable anthropologist who today accepts this theory of two distinct types of mentality" [4]. Between the two world wars, the dichotomy had come to imply a twofold task: that of comprehending "primitive" mentality viewed as an elementary, underdeveloped mode of thinking, and that of trying to restore it at the beginning of the history of rational thought. It is within this framework that one can understand early books and essays dealing with "primitive philosophies" such as Delhaise's *Les idées religieuses et philosophiques des Waregas* (1909) [5], Kaoze's *La Psychologie des Bantus* (1910) [6], Correia's *Vocables philosophiques et religieux des peuples Ibo*

* Numbers in brackets [] refer to the Notes, pp. 356-358.

(1925) [7] or the well-known writings of Brelsford on *Primitive Philosophy* and *The Philosophy of the Savage* (1938) [8].

I am not saying that all these scholars and others who were then studying "primitive" societies [9] were all disciples of Lévy-Bruhl and condoned the idea of a theoretical division between "primitive" and "civilized". Yet, even those two, like DELAFOSSE (1922) [10], commented upon African structures and societies with vivid *Einfühlung*, were preoccupied with the discrepancy between Europe and the black continent and sought to describe this difference and, if possible, to classify it into a taxonomic grid of human cultures. The Belgian Franciscan Placide Tempels can be regarded as a paradigmatic illustration of this attitude, which was taking shape at the juncture of several trends : the evolutionist assumptions of the late nineteenth century, Lévy-Bruhl's theories on prelogical thought and the western world's self-appointed mission to civilize Africa through colonization and the teaching of the Christian gospel.

Tempels' knowledge of classical philosophy amounted essentially to the education he had received during his religious training. He was not a professional philosopher and his major preoccupations, from his arrival in Africa in 1933, were of a religious order. One of his commentators, SMET (1977) has even suggested that Lévy-Bruhl's influence can be traced in his early writings, which tended to be ethnographical in outlook [11]. Tempels was fully committed to a mission, that of leading the Black man (to whom he did not yet grant the status of a complete man) along the road to civilization, knowledge and the true religion in the style of *Bulamatar* ("breaker of rocks"), as a spiritual master and authoritative teacher [12]. His *Bantoe-filosofie*, published in the original Dutch in 1946, can indeed be regarded as testifying to a personal revelation and as evidence of a deep change in the life and outlook of the writer.

Looking back to the period when he was preparing the book, Tempels carefully differentiated himself from anthropologists. His aim, he claims, was different and generated a radically different attitude, one of human sympathy :

Je dois dire que mon but, dans cette recherche de l'homme bantou était (...) de me sentir «bantou» au moins une fois. Je voulais penser, sentir, vivre comme lui, avoir une âme bantoue. Tout cela avec l'intention de pouvoir m'adapter (...). Il y eut sans doute dans mon attitude quelque chose de plus, ou d'autre, que le simple intérêt scientifique d'un ethnologue qui pose des questions sans que nécessairement l'objet de sa science, l'homme vivant qu'il a devant lui (...) soit le but de ses investigations (...). Mon attitude comprenait peut-être un élément de bienveillance envers cet homme vivant et suscitait en lui une réaction de confiance envers ma personne [13].

In Antoine Rubbens's French translation (TEMPELS 1945) [14] the book was received with most favourable appraisal by such intellectuals as Gaston Bachelard or Alioune DIOP (1965) [15]. But it did not lack enemies in colonial circles : "As one of Tempels' Franciscan colleagues put it, Monsignor de Hemptinne's attitude was : 'We don't need that little Capuchin coming here to give us lessons'" [16]. The

dominant ideology viewed colonial enterprise as a natural right of the more advanced nations ; indeed, it was their duty and also their spiritual mission to awaken Africa from her "slumber" and to exploit, for the benefit of mankind, the riches that God had conferred upon her, at the same time introducing those benighted people to civilization and the true religion.

Contrary to the colonists' fear, Tempels' *Bantoe-filosofie* does not entirely reject this ideology of natural domination. His project, admittedly, is to suggest more efficient ways to perform the task of civilizing and converting Bantu people. As a priest, true to his calling, he proposes a new program for the human and spiritual promotion of the native population, namely, how to establish Christian values on a Bantu cultural basis so as to develop a civilization that will be in harmony with the modes of being and of thinking characteristic of Bantu people. Tempels was persuaded that his *Bantoe-filosofie*, and more specifically the ontology it describes, was the best instrument for enabling the white man to meet and understand Africans. As he pointed out,

Folklore alleen, of oppervlakkige beschrijving van eigenaardige gewoonten, kan niet volstaan om tot de ontdekking van den primitieven mensch te komen en hem te begrijpen. De ethnologie, taalkunde, psycho-analyse, rechtswetenschap, sociologie en godsdienstwetenschap kunnen maar hun laatste woord zeggen, wanneer eerst de filosofie en de ontologie der primitieven systematisch bestudeerd en volledig beschreven zullen zijn [17].

Tempels' description of Bantu philosophy can be summarized in five propositions [18] :

1) Since Bantu people are human beings, they have organized systems of principles and references. These systems constitute a philosophy even though "het is heelemaal niet zeker dat de Bantu-zelf ons een volledige filosofische terminologie aan de hand zullen doen" (p. 14). This set of philosophical beliefs is an implicit system and by interpreting Bantu answers to his questions, Tempels unveils its organized and systematic character.

2) This philosophy is an ontology. Since the Greeks, western philosophy has been concerned with defining reality in terms of being. Instead of such a static perspective, Tempels notes, Bantu philosophy seems to offer a dynamic view by emphasizing the vitality of everything that exists and by relating being to force :

Wij, Westerlingen, vinden dat "kracht" een bijkomstigheid is van het wezen als zoodanig en vormen ons dan ook een wezensbegrip ("dat wat is") waaruit we het begrip kracht geweerd hebben.

Het wil mij voorkomen dat de primitieven de werkelijkheid niet aldus interpreteren. Wij hebben een statisch wezensbegrip, het hunne is dynamisch (...). Kracht is onafscheidelijk verbonden met het wezen als zoodanig en daarom zijn deze begrippen ook onafscheidelijk in de wezensbepaling (p. 25).

3) Bantu ontology in its specificity implies that "being" as understood in the western tradition translates as "force" in the Bantu outlook. One can therefore state that Being = Force : the Italian translator titled the abridged Italian version, *Forza = Essere* [19]. It is the mysterious presence of force in varying degrees that makes it possible to classify beings into a hierarchy embracing all spheres of existence : mineral, vegetable, animal, human, ancestral and divine. From the lowest being up to the godhead there is a permanent, dynamic dialectic of energy : the vital force can be nourished, diminished or stopped altogether ; it increases or decreases in every being and from one transition to another, the supreme reference remaining its total fulfilment in God :

Zij (Bantu) spreken, leven, handelen alsof voor hen de "kracht" een noodzakelijk element uitmaakt van het wezen zelf : het begrip kracht wordt door hen dan ook niet uit het wezensbegrip geweerd (p. 25).

Het ontstaan, het voortbestaan, het te niet gaan van wezens of krachten wordt, door de Bantu, uitdrukkelijk en uitsluitend aan God toegeschreven. De term scheppen, de juiste, echte term voor het totstandbrengen daar waar niets bestaat, is gekend in de Bantu-talen : *kupanda* (p. 30).

Elke kracht kan sterker worden of verzwakken, d.i. elk wezen kan sterker of zwakker worden (p. 29).

Within these continuous exchanges, beings are not bound in upon themselves : they constitute what Tempels calls "een activiteitsbeginsel" (p. 26n) and their interactions account for "de algemeene wetten van levensinvloed (of causaliteit)" (p. 36) ; the most important of these laws are as follows :

- a) De mensch (levende of afgestorvene) kan een ander mensch rechtstreeks versterken of verminderen in zijn wezen ;
- b) Menschelijke levenskracht kan rechtstreeks lagere (dierlijke, vegetatieve of minerale) krachten beïnvloeden in hun wezen ;
- c) Een redelijk wezen (geest, afgestorvene of levende mensch) kan een ander redelijk wezen onrechtstreeks beïnvloeden door levensinvloed uit te oefenen op een lagere kracht (animaal, vegetatief of stoffelijk) en door die kracht te doen inwerken op het andere redelijk wezen (p. 37).

4) Bantu ontology can be made explicit only because of the conceptual frame supplied by western philosophy : as Tempels put it, in rather unequivocal terms, "de proeve van systematisch uitgewerkte Bantu-ontologie moet ons werk zijn. En wanneer zij er eenmaal is zullen wij de Bantu kunnen zeggen, en klaar zeggen, wat zij in hun diepste wezen denken over de wezens" (p. 14).

5) Bantu ontology can provide a key to the ontological views of all primitive societies. In effect, throughout his book, Tempels uses the terms "Africans", "Bantu", "primitives", "natives", "savages" interchangeably, thus suggesting that although he concentrates on the "philosophy" of a small community in the Belgian Congo, his conclusions are meant to apply to practically all non-western societies.

He formulates this ambition clearly on two occasions : first, when he adds, in a later edition, that

Maint colonial vivant en contact constant avec le noir m'a assuré que je n'avais écrit rien de neuf mais mis de l'ordre dans l'imprécis de ses constatations, dans sa connaissance pratique du noir [20].

Second, at the end of his first chapter he explicitly envisions the possibility of thus generalizing his observations :

De kwestie van de Bantu-ontologie, van het bestaan der Bantu-ontologie is gesteld. We kunnen dus beginnen met de uiteenzetting van de Bantu-filosofie, die waarschijnlijk de filosofie van alle primitieven, van alle klanvolken is (p. 15).

Bantoe-filosofie has proved to be a highly controversial book. MBITI (1970) from Kenya claims that the main contribution of Tempels is "more in terms of sympathy and change of attitude than perhaps in the actual contents of the book" [21], and he expresses his doubts about the Belgian Franciscan's dynamic conception of Bantu ontology [22]. OKOT P'BITEK (1973) from Uganda attacks Tempels' suggested generalization of Bantu ontology :

Fr. Tempels invites us to accept this thought-system, not only as Bantu, but as African. Can serious (...) scholars concerned with a correct appraisal and analysis of African beliefs and philosophy afford this kind of generalisation ? [23].

Zairean philosopher TSHIAMALENGA (1971) offers more specific criticism :

In effect, Tempels' method is simply one of sympathy (*Einführung*) and communion with Shaba Luba behavior, a method of rapid and superficial comparison and premature generalization. If it is clear that sympathy can allow a hypothesis, that cannot mean that the latter is founded [24].

And TSHIAMALENGA (1971) then focuses on three points : first, the fact that the Luba studied by Tempels pay a great deal of attention to the reality of force does not warrant his conclusion that force is to be equated with being. Second, the identification of the Bantu concept of force with the western concept of being does not seem to make sense since in Bantu tradition the notion of force should be understood and defined in its relationship with other concepts, whereas in the West being is a notion that transcends all determinations and is antithetic to nothingness itself. Third, the proposed equivalence of force and being is spurious since it is unthinkable outside the corpus of western concepts used by Tempels [25]. Tshiamalenga's conclusion : Tempels has built up a philosophy, but failed to reconstruct Bantu philosophy.

The debate about this "Bantu philosophy" appears to me unduly abstract. Tempels' work is certainly ambiguous [26], but it does not deserve the extreme reactions which it sometimes generates. Surely, Tempels may be blamed for confusing the vulgar meaning of the word "philosophy" with its technical definition. But when African philosophers insist solely on this particular weakness as if it were a mortal sin, they run the risk of obstructing more useful developments. Yet, although

some of Tempels' disciples persist in using his controversial concept of "being-force", they generally bring in stimulating African views and conceptions [27]. It should not be forgotten that Aimé Césaire, as early as 1950, pointed out in his *Discours sur le colonialisme* [28] that Tempels' little book implied a measure of complicity with the colonial system : more light could be thrown on the similarities with colonial ideology.

Further, any African of sound mind is perfectly entitled to question the socio-historical significance of the work. EBOUSSI-BOULAGA (1968) has expressed his misgivings about Tempels' description of Bantu philosophy : at best, it simply represents one particular stage in the diachronic evolution of an African culture, whose development should not be thwarted by being confined to a fixed phase in a vanishing past [29].

As a paradoxical intimation of ambiguity, it must also be acknowledged that *Bantoe-filosofie* opened a few holes in the monolith of colonial ideology, as DIOP (1965) emphasized in his foreword to the 1965 reprint [30].

The ultimate truth of *Bantoe-filosofie* should probably be held to reside in the tension generated by such contradictions. It is to be expected that the scholarly task to which A. Smet has devoted himself for some years now in order to provide a more complete image of a thought born of cross-breeding between ethnographical curiosity, evangelical faith and colonial assumptions, will make it possible to locate the work in the intellectual evolution of the writer.

While attempting to "civilize" Africans, Tempels found his moment of truth in an encounter with other people of whom he thought himself to be the master and teacher. He became a student of those he was supposed to teach and sought to grasp their own version of the truth. During this encounter, there was a discrete moment of revelation which radically shattered the beliefs and assumptions and prejudices of the civilizer. The adventure culminated in the elaboration of a sort of syncretic Christian community, the *Jamaa* family [31], whose spirit he has described in a curious little book titled *Notre rencontre* in 1962 [32]. This launched a movement which focussed on the celebration of life, love and fertility, and gained ground in Central Africa before being excommunicated by the Catholic hierarchy on grounds of unorthodoxy [33].

Tempels' major work would have been less provocative if he had selected a less ambitious title and if he had limited himself to organizing his ethnographical data on the Luba [34]. He could have offered a regional monograph in the manner of *Dieu d'eau*, which Marcel Griaule was to publish in 1948. Griaule wrote what should have been a preface to the 1949 version of *La Philosophie bantoue* [35]. In the introduction to *Dieu d'eau*, he overtly mentions the link between Bantu ontology and the Dogon world view, recalling that

Les Ames des Dogon (DIETERLEN 1941), *Les Devises [des Dogon]* (DE GANAY 1941), *Les Masques [des Dogon]* (GRIAULE 1938) ... attiraient l'attention sur des faits nouveaux concernant la «force vitale»... Ils démontraient l'importance primordiale de la notion de

personne, elle-même liée à celle de société, d'univers, de divinité. Ce faisant, l'ontologie dogon ouvrait des horizons aux ethnologues... Par ailleurs tout récemment (1945), un livre retentissant sur *La Philosophie bantoue* (R.P. Tempels) analysait des notions comparables et posait la question de savoir si l'on doit «prêter à la pensée bantoue un système philosophique» [36].

Like Tempels, and at about the same time, GRIAULE (1966) felt it necessary to leave the mainstream of the primitivist tradition and to counterbalance the construction of "primitive philosophies" [37], also described as "ethnophilosophies" [38]. It had been thought that "les Dogon représenteraient l'un des plus beaux exemples de primitivité farouche" [39], and here was one of them, Ogotem-méli, revealing "au monde Blanc une cosmogonie aussi riche que celle d'Hésiode, ... et une métaphysique offrant l'avantage de se projeter en mille rites et gestes sur une scène où se meut une multitude d'hommes vivants" [40].

It is equally interesting to note that FORDE (1976) referred to the impact of this research trend when editing his collection of essays on the cosmological ideas of African peoples : he described Tempels' book as "an arresting essay on the pervasive effects of belief in the permeation of nature by dynamic spiritual forces" ; he further noted that field research "among some peoples of the Western Sudan, such as the Dogon, the Bambara, and Akan" had "revealed the hitherto unsuspected complexity and elaboration of [their] cosmological ideas" [41].

I am personally convinced that the most imaginative works, such as those of Germaine Dieterlen, Luc de Heusch or V. Turner, which unveil what are now called African systems of thought, can be accounted for through their authors' journey into *Einführung*. For African scholars, the journey often involved, as was to be the case with KAGAME (1971) [42], a new understanding of, and a new sympathy with themselves and with the culture of their own society.

NOTES

[1] See HORTON, H. 1976. Traditional Thought and the Emerging African Philosophy Department : A Comment on the Current Debate, *Second Order*, 6 (1) ; HOUTOUNDJI, P. 1977. Sur la philosophie africaine, Maspéro, Paris. English translation : African Philosophy : Myth and Reality, Indiana University press, Bloomington (1983) ; MUDIMBE, V. Y. 1983. African Philosophy as an Ideological Practice : The Case of French-Speaking Africa, *Afr. Studies Rev.*, 26 : 3-4.

[2] LADRIÈRE 1979, pp. 14-15.

[3] EVANS-PRITCHARD, E. E. 1980. Theories of Primitive Religion, Clarendon Press, Oxford, p. 88.

[4] *Ibid.*

[5] DELHAISE, C. 1909. Les idées religieuses et philosophiques des Waregas, *Mouven. géograph.*, p. 29.

[6] KAOZE, S. 1979. La Psychologie des Bantus et quelques lettres (1907-1911), Reprint, Faculté de Théologie Catholique, Kinshasa.

- [7] CORREIA, J. A. 1925. Vocables philosophiques et religieux des peuples Ibo. — *Bibliotheca Ethnologica Linguistica Africana*, 1.
- [8] BRELSFORD, V., 1935. Primitive Philosophy, J. Bale, London ; ID., 1938. The Philosophy of the Savage, *Nada*, 15.
- [9] See notably SMET, A. J. 1975. Bibliographie sélective des religions traditionnelles de l'Afrique noire, *Cahiers Relig. afric.*, pp. 17-28 ; ID., 1975. Philosophie africaine : Textes choisis et bibliographie sélective, Presses Universitaires du Zaïre, Kinshasa, 2 vol. ID., 1978. Bibliographie sélective de la philosophie africaine : Répertoire chronologique, *Mélanges de Phil. afric.*, pp. 181-262.
- [10] DELAFOSSE, M. 1922. L'Âme nègre. Payot, Paris. ID., 1927. Les Nègres, Rieder, Paris.
- [11] SMET, A. J., 1977. Le Père Placide Tempels et son œuvre publiée. — *Rev. afric. Théologie*, 1 (1) : 77-128.
- [12] See TEMPELS, P. 1962. Notre Rencontre I, Centre d'Études pastorales, Léopoldville, p. 36.
- [13] *Ibid.*, p. 37.
- [14] TEMPELS, P. 1945. La philosophie bantoue. — Lovania, Elisabethville.
- [15] DIOP, A. 1965. Niam M'Paya, Preface to *La Philosophie bantoue*, Présence africaine, Paris.
- [16] Quoted in DE CRAEMER, W. 1977. The Jamaa and the Church, Clarendon Press, Oxford, p. 30.
- [17] TEMPELS, P. 1946. Bantoe-filosofie, De Sikkell, Antwerpen, p. 5. Page references are to this edition.
- [18] See EBOUSSI-BOULAGA 1968. Le Bantou problématique, *Présence africaine*, 66 : 4-40 ; TSHIAMALENGA, N. T. 1981. La Philosophie dans la situation actuelle de l'Afrique. In : Combats pour un christianisme africain, Faculté de Théologie Catholique, Kinshasa.
- [19] TEMPELS, P. 1979. Philosophie Bantu. Introduction et révision de la traduction de RUBBENS, A. sur le texte original par SMET, A. J. Faculté de Théologie Catholique, Kinshasa, p. 23.
- [20] TEMPELS, P. 1949. La philosophie bantoue, Présence africaine, Paris, p. 25.
- [21] MBITI, J. 1970. African Religions and Philosophy, Anchor Books, New York, p. 14.
- [22] MBITI, J. 1971. New Testament Eschatology in an African Background, Oxford University Press, Oxford, p. 132.
- [23] OKOT P'BITEK 1973. Africa's Cultural Revolution, Macmillan, Nairobi, p. 59.
- [24] TSHIAMALENGA, *op. cit.*, p. 179.
- [25] ID., *ibid.* See also BOELAERT, E. 1946. La Philosophie bantoue selon le R.P. Placide Tempels, *Aequatoria*, 9 : 81-99, and DE SOUSBERGHE, L. 1951. A propos de La Philosophie bantoue, *Zaire*, 5, pp. 821-828.
- [26] See also HEBGA, M. 1982. Éloge de l'«ethnophilosophie», *Présence Africaine*, 123.
- [27] Notable examples are KAGAME, A. 1955. La philosophie bantou-rwandaise de l'Être, *Mém. Acad. r. Sci. colon.*, Cl. Sci. mor. polit., nouv. sér., in-8°, 6 (1), 64 pp. LUFULUABO, F. M. 1952. Vers une théodicée bantoue, Paris-Tournai, 1972, or MUJINYA, E. N. C. 1972. L'Homme dans l'univers des Bantu. Presses universitaires du Zaïre, Lubumbashi.
- [28] English version : Discourse on Colonialism, Monthly Review Press, New York (1972).
- [29] EBOUSSI-BOULAGA, *op. cit.*

- [30] DIOP, *op. cit.*
- [31] SMET, A. J. 1977. La *Jamaa* dans l'œuvre du Père Placide Tempels, *Cahiers Relig. afric.*, 11 : 21-22.
- [32] *Op. cit.*, note [12] above.
- [33] See DE CRAEMER, *op. cit.*, and MATACZYNSKI, D. A. 1984. A Re-examination of the "Jamaa" : "Thick Description", Unpublished dissertation, Haverford College.
- [34] See for example THEUWS, J. A. Th. 1983. *Word and World. Luba Thought and Literature*, Anthropos-Institut, St. Augustin.
- [35] *Présence africaine*, Paris.
- [36] GRIAULE, M. 1966. Dieu d'eau. Entretiens avec Obotemméli, Fayard, Paris, pp. 3-4.
- [37] See bibliography in *Cahiers Relig. afric.*, 9 (1975) : 17-18.
- [38] SMET, A. J. 1980. Histoire de la philosophie africaine contemporaine, Faculté de Théologie Catholique, Kinshasa, p. 161.
- [39] GRIAULE, *op. cit.*, p. 1.
- [40] *Ibid.*, p. 3.
- [41] FORDE, D. (ed.) 1976. *African Worlds*. Oxford University Press, London, pp. IX-X.
- [42] See also KAGAME, A. 1971. L'Ethno-philosophie des Bantu. In : R. KLIBANSKY (ed.). *La Philosophie contemporaine*, La Nuova Italia, Florence, and : ID., 1976. *La Philosophie Bantu comparée*, *Présence africaine*, Paris.

DISCUSSION

J. Comhaire. — Le fait que notre confrère Mudimbe enseigne aux États-Unis me pousse à lui présenter quelques questions, ou suggestions, inspirées à la fois par l'impression faite par sa remarquable communication et par mon propre séjour là-bas, en 1949-1960.

1. Notre confrère est-il au courant de l'attitude actuelle du Département d'anthropologie de Columbia à l'égard de « Philosophie Bantoue » ? Après s'y être intéressés, les professeurs Benedict et Wagley avaient abandonné le sujet, sous l'influence du Père De Pauw, qui avait consacré sa vie à faire mettre à l'« Index », alors existant dans l'Église catholique, l'œuvre de son confrère (cf. BONTINCK, F. 1985, p. 113, note 190).

2. Ne chercherait-il pas dans quelle mesure cette influence a pu influencer aussi les services d'information belges à New York, le Père De Pauw dénonçant son confrère comme ennemi de la colonisation belge, plutôt que comme hérétique ?

3. N'espère-t-il pas pouvoir vérifier, à Rome sans doute, le rôle décisif joué par Maritain, alors ambassadeur de France au Vatican ? (ajouter pp. 150, 154, 160 à l'index de Bontinck).

Références : BONTINCK, F. 1985, Aux origines de la philosophie bantoue. — Faculté de Théologie catholique, Kinshasa, 209 pp.

COMHAIRE, J. 1945. Philosophie bantoue : un livre du P. Tempels. — Service de l'Information et de la Propagande du Congo belge, Léopoldville, 19 novembre 1945.

V. Y. Mudimbe. — Il y aurait un livre à écrire sur le destin de *Bantoe-Filosofie*. Le récent ouvrage de F. Bontinck sur la correspondance Tempels-Hulstaert (1985) et celui, plus ancien, de De Craemer (*The Jamaa and the Church*, Oxford, 1977) indiquent les principales sources d'information : l'administration coloniale, l'ancienne Propagande, l'Ordre des Franciscains à Rome et en Belgique, les archives de la Conférence épiscopale du Zaïre. Il est vrai, le rôle de

Maritain semble avoir été important, mais nous savons très peu de son effet réel. J'aimerais noter aussi deux axes de recherche auxquels on se réfère peu : à Paris le P. Maydiou et Alioune Diop qui, pour différentes raisons, s'employèrent à diffuser les idées de Tempels ; et, aussi bien en Belgique qu'à Rome, le cardinal Cardijn qui usa de son influence pour désamorcer les accusations portées contre Tempels.

Le débat autour de *Bantoe-Filosofie* me semble devoir être lié à celui suscité par la *Jamaa* et la publication de *Notre Rencontre I* (Léopoldville, 1962). Le deuxième volume n'a d'ailleurs jamais reçu l'autorisation ecclésiastique pour paraître et, jusqu'à ce jour, circule sous forme polycopié. Il y a, en tout cas, une relation de continuité entre les deux «affaires». Toutes les deux, en effet, comme le démontrent de plus en plus clairement les travaux du P. A. J. Smet, semblent être intimement liées à l'évolution intellectuelle et spirituelle de Tempels. A *Bantoe-Filosofie*, on avait, de manière générale, reproché de miner le projet colonial belge et, dans certains milieux catholiques, on avait, en plus, accusé Tempels de se mouvoir à l'extrême limite de l'orthodoxie. C'est ce deuxième reproche qui pèsera lourdement dans le jugement de la *Jamaa*. En tout cas, notons un paradoxe qui ouvre aussi une autre piste d'informations. Un bénédictin, Mgr J. F. de Hemptinne, incarna l'opposition contre *Bantoe-Filosofie*. A sa mort, un autre bénédictin, F. Cornélis, lui succède comme vicaire apostolique d'Elisabethville. Ce dernier admire Tempels, a lu ses écrits et s'engage personnellement dans la cause du mouvement (Voir : DE CRAEMER, W. 1965, Analyse sociologique de la *Jamaa*, Léopoldville). Lorsqu'en 1962, Tempels quitte définitivement le Congo, c'est un autre bénédictin de Saint-André qui, de facto, prend sa place comme maître spirituel de la *Jamaa* et qui, de ce fait, se trouvera impliqué dans «le procès» qu'en Belgique et au Vatican, on fait alors à Tempels. L'Abbaye de Saint-André joua ainsi un rôle important dans les deux «affaires» Tempels.

L'attitude de Benedict et de Wagley ne me paraît ni exceptionnelle, ni même particulièrement significative, si nous tenons compte des données et informations qui nous sont accessibles aujourd'hui. Elle est à situer dans le contexte général de l'anthropologie américaine des années 50, une anthropologie fortement dépendante de la tradition et des méthodes de l'école anglaise. Celle-ci est, on le sait, fondamentalement anti-missionnaire. Que l'on pense seulement à l'enseignement d'Evans-Pritchard qui, si mon souvenir est correct, déniait à la plupart des missionnaires «the scientific habit of mind» qui fait un bon anthropologue. Il ne s'agit pas ici d'un cas isolé mais d'un principe de méfiance qui était largement cultivé à Oxford, Cambridge et Londres, à propos des textes de missionnaires. Il est d'ailleurs encore présent comme en témoignent des remarques cavalières de N. Barley dans ses *Adventures in a Mud Hut* (New York, 1984). Quoi qu'il en soit, *Bantoe-Filosofie* ne pouvait pas être prise au sérieux par les anthropologues. C'est que, pour les empiristes, l'ouvrage est constitué, d'un bout à l'autre, de généralisations, d'extrapolations et d'affirmations difficiles à contrôler. C'est, d'ailleurs, pour des raisons du même genre que *Dieu d'Eau* (Paris, 1948) de M. Griaule est moqué. Il nous aura fallu attendre le tout dernier ouvrage de L. de Heusch (*Sacrifice in Africa*, Bloomington, 1985, p. 159) pour voir quelqu'un dire leur fait aux princes intolérants de l'anthropologie empiriste qui ont ridiculisé Griaule. Il devient clair que le réflexe de rejet et presque de mépris à propos des thèses de Tempels que l'on peut observer dans les travaux d'Africains d'éducation anglo-saxonne (ex. J. S. Mbiti, Okot p. Bitek, etc.) indique une marque d'école plutôt qu'autre chose. Et ce n'est pas un hasard si c'est un homme d'Église, le Rev. C. King qui traduit *Bantoe-Filosofie* en anglais. L'ouvrage a eu son meilleur impact dans les séminaires et les milieux des missionnaires protestants. On peut voir sa marque dans *The Primal Vision* (London, 1963) de J. V. Taylor.

Soyons cependant juste, et notons qu'un savant anglais, D. Forde, dans l'introduction à l'ouvrage collectif qu'il publie en 1954, salue explicitement *Bantoe-Filosofie*, comme «an arresting essay» (*African Worlds*, London, 1954, p. ix). Mais il est, justement, une des rares exceptions.

C'est seulement quelques années avant les indépendances africaines que les sciences sociales américaines s'ouvrent réellement à la recherche africaniste. Que l'on pense aux travaux pionniers de M. Herskovits et de J. H. Greenberg, à la fanfaronnade de G. P. Murdock contre l'anthropologie anglaise («Nous avons des cerveaux, nous avons l'argent, nous allons créer une anthropologie américaine»), ou à l'application des paradigmes de la science politique à l'Afrique par J. S. Coleman. On le sait aussi, c'est durant cette période que le pouvoir politique américain commence à s'intéresser vivement au continent africain, et le Congo belge l'intrigue. Au lendemain de l'échec du *parti congolais*, en 1960, comme l'écrit C. Young, «the United States escalated its diplomatic and intelligence action to construct a coalition of Zairean leaders and factions hostile to Communist penetration and Soviet guidance» (*In BENDER, G. J., COLEMAN, J. S. & SKLAR, R. L., eds. 1985. African Crisis Areas. — Berkeley-Los Angeles, p. 211*).

Publiée en 1959, la version anglaise de *Bantoe-Filosofie* est, en ce contexte général, accueillie pour ce qu'elle est ; à la fois, une «politique» et une introduction pratique à l'âme et au comportement bantous. Mais la plupart des anthropologues considèrent l'ouvrage comme un prototype de mauvaise anthropologie. Ils en parlent parfois, mais invitent rarement leurs étudiants à le lire. En ce cadre, l'action d'un P. De Pauw ne pouvait qu'être ponctuelle. Elle était, en plus, limitée, comparée, par exemple, à celle, plus efficace, d'un Mgr Fulton Sheen, évêque auxiliaire de New York de 1951 à 1966 et titulaire de Rochester, de 1966 à 1969. Mgr Sheen était alors un homme proche du pouvoir politique mais aussi de Rome, notamment grâce à son supérieur hiérarchique, le cardinal Spellman. Mgr Sheen suivait de près ce qui se passait au Congo. Et il semble actuellement acquis qu'un ecclésiastique belge enseignant à Lovanium lui faisait alors des rapports réguliers non seulement sur «l'influence communiste» parmi les professeurs belges et leurs étudiants congolais, mais aussi sur les «hérésies» en l'air à la Faculté de Théologie et dans le pays. Tempels, on se le rappelle, fait sortir le premier volume de *Notre Rencontre* en 1962 et, deux ans plus tôt, V. Mulago et J. A. Theuvs avaient publié un livret sympathique sur la *Jamaa* (*Autour du mouvement de la «Jamaa», Léopoldville, 1960*). Ils attirèrent l'attention de Mgr Sheen.

Bien que je n'aie aucune preuve, il me semble cependant qu'il serait erroné de croire que Mgr Sheen ait systématiquement combattu Tempels. Mais attendons que des dossiers puissent s'ouvrir. De toute façon, il me paraît plus vraisemblable de supposer que l'attitude de Mgr Sheen, à l'instar de celle de l'épiscopat belge et de Rome à cette époque, fut celle d'un écart critique : puisque Tempels et ses disciples ne sont pas communistes, qu'on les laisse à leurs «histoires africaines».

Au total cependant, il y a eu une mise au ban discrète mais réelle de *Bantoe-Filosofie*. Elle a fait de Tempels un auteur méconnu dans les milieux catholiques anglo-saxons, méprisé par des anthropologues et lu seulement par quelques missionnaires protestants éclairés et leurs séminaristes.

Deux petites histoires pourraient montrer l'état d'esprit actuel. En 1983, enseignant à Princeton, je rencontre un collègue américain qui me dit donner un cours de philosophie africaine. Je lui demande s'il fait lire Tempels à ses étudiants. Sa réponse vient, nette : «Oh, non ! C'est un livre raciste, n'est-ce pas ? Je lui conseille de le lire lui-même afin de se faire

une idée du contenu. Or le fit. Depuis lors, *Bantu Philosophy* fait partie de la liste d'ouvrages obligatoires que ses élèves doivent étudier. En mai dernier, durant un séminaire de philosophie au Wilson Center, à Washington, un anthropologue fit publiquement une confession significative : «à l'université, dit-il, l'on m'a appris que l'ouvrage de Tempels n'était pas utile, qu'il ne valait pas la peine d'être lu ; et pendant des années, j'ai, moi-même, transmis ce même message à mes étudiants. Ce n'est que récemment que je me suis décidé à le lire et, à ma grande surprise, je l'ai trouvé éclairant».

Que l'on me permette d'invoquer, en conclusion, une expérience plus personnelle qui pourrait, je crois, contribuer à éclairer l'attitude actuelle à l'égard de Tempels. En 1981, le «Joint Committee on African Studies of the Social Science Research Council and the American Council of Learned Societies» m'invite à établir un bilan de la recherche en philosophie africaine. Dans l'argument explicatif que je soumetts immédiatement au conseil, je dis mon intention de considérer Tempels comme un des pôles majeurs non seulement de la philosophie africaine mais du discours africaniste en général. Je m'attendais à des réserves. Aucune ne fut faite, et mon projet fut accepté sans modification. Trois ans plus tard, lorsque ma recherche achevée, je l'ai présentée au Congrès annuel de l'African Studies Association, je m'étais préparé à affronter quelques sarcasmes sur les «naïvetés» de Tempels et ses parti-pris. Je fus plutôt agréablement étonné par l'intérêt suscité par *Bantoe-Filosofie*. Ce fut, à ma grande surprise, *Orphée Noir* de Sartre que j'avais aussi embarqué dans ma recherche qui scandalisa certains. En bref, j'ai le sentiment que malgré la résistance encore nette d'une arrière-garde d'anthropologues têtus, Tempels retrouve peu à peu la place qui lui est due dans l'Africanisme. Et je peux, à ce propos, invoquer un indice plus objectif. Depuis deux ans, je siège dans le jury Herskovits qui, chaque année, prime le plus original et le plus créatif des ouvrages scientifiques sur l'Afrique, publiés ou en circulation aux États-Unis. Je reçois, à ce titre, la plupart des livres sur l'Afrique, et il y en a peu, dans le domaine de la religion, de la théologie et de la philosophie, qui ne fassent pas mention de Tempels ou de ses disciples africains.

**KLASSE VOOR NATUUR- EN
GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN**

**CLASSE DES SCIENCES NATURELLES
ET MÉDICALES**

Zitting van 22 april 1986

(Uittreksel van de notulen)

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

Zijn bovendien aanwezig: De HH. G. Boné, J. Bouharmont, J. Bouillon, J. Decelle, M. De Smet, J. D'Hoore, C. Donis, L. Eyckmans, A. Fain, J. Jadin, P. G. Janssens, J. Mortelmans, H. Nicolai, J. Opsomer, L. Peeters, M. Reynders, W. Robyns, J. Semal, C. Sys, R. Tavernier, R. Vanbreuseghem, H. Vis, werkende leden ; de HH. J. Boly, J. Cap, M. Deliens, F. De Meuter, A. de Scoville, C. Fieremans, J.-P. Gosse, A. Lawalrée, A. Saintraint, C. Schyns, geassocieerde leden ; de H. F. Gatti, corresponderend lid, alsook de HH. J. Comhaire en V. Drachoussoff, leden van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen en de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. J. Alexandre, P. Basilewsky, I. Beghin, E. Bernard, E. De Langhe, R. Dudal, P. Gourou, J.-M. Henry, J. Lepersonne, J.-C. Micha, P. Raucq, P. Van der Veken.

Lofrede van de H. Jean Lebrun

De Directeur verwelkomt Mevr. J. Lebrun en haar familie, uitgenodigd om de hulde bij te wonen van de H. J. Lebrun, erewerkend lid, overleden te Brussel op 15 september 1985.

De H. A. Lawalrée spreekt een roerende hulde uit over de overledene waarvan hij de Afrikaanse loopbaan en activiteiten beschrijft.

Deze lofrede zal verschijnen in het *Jaarboek* 1986.

«La lèpre dans le Tiers Monde»

De H. M. Lechat, professor aan de «Université Catholique de Louvain», uitgenodigd door het Bureau van de Academie, stelt hierover een mededeling voor.

De HH. L. Eyckmans, A. Fain, J. Comhaire, J. Mortelmans, F. Gatti, Ch. Schyns en R. Vanbreuseghem nemen deel aan de bespreking.

«Bétail trypanotolérant et trypanotolérance»

De H. J. Mortelmans stelt een mededeling voor van de HH. S. Touré en Ch. H. Hoste, getiteld zoals hierboven.

De HH. P. G. Janssens en F. Gatti komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 369-411).

Séance du 22 avril 1986

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur de la Classe, M. J. Delhal, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. G. Boné, J. Bouharmont, J. Bouillon, J. Decelle, M. De Smet, J. D'Hoore, C. Donis, L. Eyckmans, A. Fain, J. Jadin, P. G. Janssens, J. Mortelmans, H. Nicolaï, J. Opsomer, L. Peeters, M. Reynders, W. Robyns, J. Semal, C. Sys, R. Tavernier, R. Vanbreuseghem, H. Vis, membres titulaires ; MM. J. Bolyn, J. Cap, M. Deliens, F. De Meuter, A. de Scoville, C. Fieremans, J.-P. Gosse, A. Lawalrée, A. Saintraint, C. Schyns, membres associés ; M. F. Gatti, membre correspondant, ainsi que MM. J. Comhaire et V. Drachoussoff, membres de la Classe des Sciences morales et politiques et M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

Absents et excusés : MM. J. Alexandre, P. Basilewsky, I. Beghin, E. Bernard, E. De Langhe, R. Dudal, P. Gourou, J.-M. Henry, J. Lepersonne, J.-C. Micha, P. Raucq, P. Van der Veken.

Éloge de M. Jean Lebrun

Le Directeur accueille Mme J. Lebrun et sa famille, invitées à assister à l'éloge de M. J. Lebrun, membre titulaire honoraire, décédé à Bruxelles le 15 septembre 1985.

M. A. Lawalrée prononce un émouvant hommage du défunt dont il retrace la carrière et l'œuvre africaines.

Cet éloge paraîtra dans l'*Annuaire* 1986.

La lèpre dans le Tiers Monde

M. M. Lechat, professeur à l'Université Catholique de Louvain, invité par le Bureau de l'Académie, présente une communication à ce sujet.

MM. L. Eyckmans, A. Fain, J. Comhaire, J. Mortelmans, F. Gatti, Ch. Schyns et R. Vanbreuseghem prennent part à la discussion.

Bétail trypanotolérant et trypanotolérance

M. J. Mortelmans présente une communication de MM. S. Touré et Ch. H. Hoste, intitulée comme ci-dessus.

MM. P. G. Janssens et F. Gatti interviennent dans la discussion.

La Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 369-411).

Mededelingen der Zittingen

Gezien de financiële toestand van de Academie verbeterd is, heeft de Bestuurscommissie, in haar zitting van 19 maart 1986, besloten het maximum aantal bladzijden voorzien voor de mededelingen in de *Mededelingen der Zittingen* van 16 tot 20 bladzijden op te voeren.

Vervanging van de Vaste Secretaris

Gezien de afwezigheid van de H. J.-J. Symoens van 7 tot 23 mei 1986 heeft de Bestuurscommissie tijdens haar zitting van 19 maart 1986, de H. E. Cuypers, werkend lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen, voor deze periode aangeduid als vast secretaris *ad interim*.

Embleem van de Academie

In haar zitting van 19 maart 1986 heeft de Bestuurscommissie het voorstel goedgekeurd om een wedstrijd met prijs in te richten voor het tekenen van een embleem van de Academie.

De leden van de drie Klassen worden verzocht hun suggesties aan de Vaste Secretaris te laten geworden, die aan de leden enkele voorbeelden van emblemen van andere instellingen zal toesturen, die als basisidee kunnen dienen.

Studiedag over «Het Laterisatieproces»

De Akten van de studiedag van 22 mei 1984 over het Laterisatieproces kwamen van de pers.

Oswald Vander Veken Prijs

Deze driejaarlijkse prijs in verband met de tumoren van het locomotorisch stelsel ten bedrage van 1 miljoen BF, zal in 1987 uitgereikt worden door het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek.

De zitting wordt gegeven te 17 h.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

Bulletin des Séances

Vu l'amélioration de la situation financière de l'Académie, la Commission administrative a, en sa séance du 19 mars 1986, décidé de porter de 16 à 20 le nombre maximum de pages des communications à publier dans le *Bulletin des Séances*.

Remplacement du Secrétaire perpétuel

Vu l'absence de M. J.-J. Symoens du 7 au 23 mai 1986, la Commission administrative a, en sa séance du 19 mars 1986, désigné M. E. Cuypers, membre titulaire de la Classe des Sciences techniques, en qualité de secrétaire perpétuel *ad interim* pour cette période.

Emblème de l'Académie

En sa séance du 19 mars 1986, la Commission administrative a adopté l'idée d'organiser un concours doté de prix pour le dessin d'un emblème de l'Académie.

Les membres des trois Classes sont invités à adresser des suggestions au Secrétaire perpétuel, qui fera parvenir aux membres quelques exemples d'emblèmes d'autres institutions, pouvant servir de base de réflexion.

Journée d'étude sur «Les Processus de latéritisation»

Les Actes de la journée d'étude du 22 mai 1984 sur les Processus de latéritisation sont sortis de presse.

Prix Oswald Vander Veken

Ce prix triennal concernant les tumeurs de l'appareil locomoteur, d'un montant d'un million de FB, sera décerné en 1987 par le Fonds National de la Recherche Scientifique.

La séance est levée à 17 h.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Bétail trypanotolérant et trypanotolérance. Revue des connaissances *

par

Saydil M. TOURÉ ** & Christian H. HOSTE ***

MOTS-CLÉS. — Afrique ; Bétail ; Chèvre naine ; Mouton Djallonké ; Ndama ; Trypanotolérance.

RÉSUMÉ. — Le continent africain porte des pâturages convenant à l'élevage du bétail seulement dans les zones couvertes de steppes ou de savanes plus ou moins boisées. La distribution hétérogène du bétail dans ces zones pastorales résulte, en grande partie, des risques de trypanosomiase. Le bétail africain peut être divisé en deux catégories : des races sensibles aux trypanosomes (p. ex. le zébu, *Bos indicus* ; le mouton sahélien) et des races trypanotolérantes (p. ex. les taurins, *Bos taurus*, de type Ndama ; le mouton Djallonké ; la chèvre naine ouest-africaine). On ne dispose pas encore, à ce jour, de données exactes sur le mécanisme, la permanence et les limites de la trypanotolérance. La faculté de devenir trypanotolérant n'est peut-être pas spéciale aux seuls animaux africains : des races étrangères, même améliorées, pourraient être trypanotolérantes ; certains individus de zébus africains (par exemple de la race Mongalla) pourraient aussi être trypanotolérants. D'autre part, l'infection par les trypanosomes n'est pas totalement sans danger pour les bovins trypanotolérants : certains montrent même une trypanosomiase clinique mortelle, aiguë ou chronique. La sélection de la résistance naturelle et l'induction de la résistance sont parmi les actions prioritaires pour développer l'élevage dans tous les pays d'Afrique affectés par la trypanosomiase animale.

SAMENVATTING. — *Trypanotolerant vee en trypanotolerantie. Overzicht van de kennis.* — Het Afrikaanse werelddeel beschikt slechts over weiden die geschikt zijn voor de veefokkerij in de gebieden die bedekt zijn met steppen of met min of meer beboste savannen. De heterogene verdeling van het vee in deze landelijke gebieden vloeit grotendeels voort uit de gevaren voor

* Communication présentée par M. J. Mortelmans à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 22 avril 1986. — Le présent travail est une synthèse actualisée (février 1985) d'après une publication antérieure (*Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (2) : 157) et des notes extraites, souvent sans modifications, de deux autres publications éditées respectivement par l'IEMVT (COULOMB *et al.* 1977, La trypanotolérance, synthèse des connaissances actuelles) et par le groupe d'institutions FAO/ILCA/PNUE (Bétail trypanotolérant d'Afrique occidentale et centrale, Études FAO : production et santé animales 20/1 et 20/2, 1980).

** Membre correspondant de l'Académie ; FAO, Unité sous-régionale d'appui au développement dans le cadre du Programme de Lutte contre la Trypanosomiase animale africaine et de Mise en valeur des zones concernées, B.P. 2540, Ouagadougou (Burkina Faso).

*** Projet d'amélioration, de multiplication et de conservation du bétail trypanotolérant en Afrique de l'Ouest, B.P. 2540, Ouagadougou (Burkina Faso).

trypanosomiasis. Het Afrikaanse vee kan in twee categorieën ingedeeld worden : rassen die gevoelig zijn voor de trypanosomen (bv. de zebou, *Bos indicus* ; het Sahel-schaap) en trypanotolerante rassen (bv. de stierachtigen, *Bos taurus*, van het Ndama-type ; het Djallonké-schaap ; de West-Afrikaanse dwerggeit). Men beschikt tot op heden nog niet over nauwkeurige gegevens betreffende de werking, het voortduren en de grenzen van de trypanotolerantie. De eigenschap om trypanotolerant te worden beperkt zich misschien niet tot de Afrikaanse dieren alleen : vreemde rassen, zelfs verbeterd, zouden trypanotolerant kunnen zijn. Sommige individuen van de Afrikaanse zebou's (bijvoorbeeld van het Mongalla ras) zouden ook trypanotolerant kunnen zijn. Daarenboven is de infectie door de trypanosomen niet volledig zonder gevaar voor de trypanotolerante runderen : sommige vertonen zelfs een klinische trypanosomiasis die dodelijk, acuut of chronisch is. De selectie van de natuurlijke weerstand en de inductie van de weerstand vormen de voorrangmaatregelen om de fokkerij te ontwikkelen in alle Afrikaanse landen die door de dierlijke trypanosomiasis aangetast zijn.

SUMMARY. — *Trypanotolerant livestock and trypanotolerance. A review of present knowledge.* — The African continent contains pastures suitable for raising livestock only in the zones covered by more or less wooded steppes or savannas. The heterogeneous distribution of livestock in these pastoral zones results, in a large part, from the risks of trypanosomiasis. African livestock can be divided into two categories : the breeds affected by trypanosomes (e.g. the zebu, *Bos indicus* ; the Sahelian sheep) and the trypanotolerant breeds (e.g. the bovines, *Bos taurus*, of the Ndama type ; the Djallonke sheep ; the West African dwarf goat). We do not yet have, to this day, exact data of the mechanisms, the permanence and the limits of trypanotolerance. The ability to become trypanotolerant is perhaps not peculiar to African animals : some foreign breeds, even improved, could be trypanotolerant ; certain individuals of African zebus (e.g. of the Mongolla breed) could also be trypanotolerant. On the other hand, infection by trypanosomes is not totally without danger for the trypanotolerant bovines : some even show a clinically lethal, acute or chronic trypanosomiasis. The selection of natural resistance and the induction of resistance are among the priorities for developing livestock in all the African countries affected by animal trypanosomiasis.

* * *

1. Généralités et définition

1.1. GÉNÉRALITÉS.

De la superficie de 30 millions de km² que fait le continent africain, on déduira celle de deux zones phytoclimatiques qui sont impropres à l'élevage des ruminants domestiques :

- La zone désertique ou semi-désertique qui couvre 12 millions de km² ;
- La zone couverte par la forêt dense humide, estimée à 3 millions de km².

Ainsi, la moitié seulement du continent porte des pâturages convenant à l'élevage du bétail : ce sont les zones couvertes de steppes ou de savanes plus ou moins boisées à caractère pastoral.

Le cheptel bovin africain, évalué à environ 174 millions de têtes (FAO, OMS, OIE 1983) est très inégalement réparti dans les zones pastorales. Certaines régions

supportent parfois plus de 20 têtes au km², alors que d'autres, possédant des ressources fourragères réelles ou potentielles considérables, sont vides de bétail.

Cette distribution hétérogène de la population de bétail résulte en grande partie des risques de contracter la trypanosomiase, transmise par des tsétsé occupant une superficie de 10 millions de km², dont 7 millions dans lesdites zones ayant (ou pouvant avoir) une vocation pastorale.

Considéré dans ses rapports avec la trypanosomiase animale, le cheptel bovin africain peut être divisé en deux catégories, selon qu'il résiste ou non à l'infection par des trypanosomes pathogènes :

- Le zébu (*Bos indicus*) trypanosensible qui évite les zones infestées de glossines ;
- Le taurin (*Bos taurus*) qui peut vivre dans ces zones infestées et manifeste une résistance naturelle à la maladie ; les bovins de cette catégorie, qualifiés de «trypanorésistants» ou de «trypanotolérants» ou encore de «trypanocompatibles» se rencontrent en Afrique occidentale.

De même, chez les petits ruminants on distingue deux groupes d'animaux :

- Les moutons et chèvres du Sahel, de grande taille, qui vivent dans les zones indemnes de glossines ;
- Les moutons et chèvres de race Djallonké, de petite taille, qui vivent dans les zones infestées en Afrique occidentale et en Afrique centrale.

La séparation très nette des espèces ou races bovines, ovines et caprines d'Afrique sud-saharienne dans deux domaines géographiques écologiquement différents traduit une réalité biologique observée de très longue date et exprimée sous le vocable de «trypanotolérance».

1.2. DÉFINITION.

Le mot trypanotolérance a été consacré par l'usage pour traduire l'aptitude de certaines races bovines à survivre et se développer en milieu infesté de glossines qui leur transmettent diverses espèces de trypanosomes pathogènes, alors que d'autres races, à qui l'on ne reconnaît pas cette propriété, succombent habituellement dans un tel milieu et n'y sont pas représentées. Cette définition implique une perpétuation dans le milieu liée à une productivité en terme zootechnique. Par extension, l'expression s'appliquera aux petits ruminants et à la faune sauvage.

Défini selon cette acception, le terme «trypanotolérance», si largement utilisé satisfait a priori l'entendement, mais l'expression n'est plus appropriée lorsqu'on considère les phénomènes biologiques qu'elle exprime. Il s'agit, en fait, de l'état d'immunité d'un sujet chez lequel les trypanosomes n'entraînent, le plus souvent, qu'une infection latente, sans signes cliniques manifestes, associée à des phénomènes biologiques à même de prévenir une infection grave ou fatale (TOURÉ 1977).

Dès lors, ce n'est pas de tolérance immunitaire qu'il est question, mais de prémunition ou immunité relative, concept introduit en 1924 par E. Sergent et son

équipe et analysé en 1956 dans le cas de la trypanosomiase. Quant à la tolérance immunitaire, elle est caractérisée par l'absence de réaction immunologique après l'introduction d'un antigène dans l'organisme, ce qui n'est pas le cas ici puisqu'il a des anticorps chez les bovins qui supportent la trypanosomiase dans les régions infestées de glossines. Sans doute faudrait-il préférer au mot trypanotolérance celui de trypanorésistance. Au demeurant, nombreux sont les auteurs qui se contentent de parler de «bétail résistant à la trypanosomiase» : STEWART (1951) et bien d'autres après lui (ROBERTS & GRAY 1973a, 1973b).

La prémunition dans la trypanosomiase est, par ailleurs, un phénomène complexe puisque les antigènes impliqués sont sujets à variation. Elle est à considérer comme dynamique du fait que, nécessairement, les anticorps élaborés diffèrent chronologiquement les uns des autres. De plus, les phénomènes immunologiques en jeu ne suffisent pas à expliquer l'ensemble des questions soulevées par cette résistance.

Le mot trypanotolérance, malgré les considérations qui précèdent, ne devrait pas, toutefois, être remplacé par un autre, principalement pour deux raisons : d'abord à cause de l'ancienneté de cette expression à laquelle beaucoup de personnes se sont habituées ; ensuite et surtout, parce que ce vocable a une valeur pédagogique pour faire concevoir à un large public le phénomène considéré et ses limites : tolérance si telles ou telles conditions sont réalisées, mais pas de résistance absolue et donc nécessité de vigilance.

Dès lors, on continuera à parler de trypanotolérance pour caractériser l'état de prémunition dynamique de certaines espèces ou races animales pouvant être infectées par des trypanosomes sans en souffrir outre mesure et de bétail trypanotolérant lorsqu'il s'agit d'animaux domestiques présentant cette propriété.

Après ces quelques notions sur le phénomène, l'étude portera d'abord sur les animaux trypanotolérants et leur productivité puis sur une discussion des résultats de recherche concernant les mécanismes pouvant expliquer une plus grande résistance de ces animaux par rapport à d'autres.

2. Les espèces et races trypanotolérantes

Pour chaque espèce, une classification des principales races est présentée. Puis, chaque catégorie d'animaux est décrite en termes d'effectifs, de répartition géographique et de phénotype.

2.1. LES BOVINS.

2.1.1. *Classification.*

On distingue deux types de bovins en Afrique occidentale et centrale en fonction de l'existence ou l'absence de bosse au niveau du garrot. Il est généralement admis que les bovins à bosse sont sensibles à la trypanosomiase et que les taurins (ou bovins sans bosse) sont trypanotolérants.

Les bovins trypanotolérants peuvent être divisés en deux sous-espèces principales : les taurins à longues cornes représentés par la race Ndama et les taurins à courtes cornes d'Afrique occidentale. Ces derniers peuvent être subdivisés en fonction de la taille des animaux en taurins nains à courtes cornes et en taurins de savane à courtes cornes.

Tableau 1
Classification des bovins trypanotolérants

Classe	Catégorie et race	Variétés et synonymes
Ndama	Ndama	Boenca, NGabou (Guinée Bissau), Gambian Cattle (Gambie), Ndama Petite et Ndama Grande (Sénégal)
Taurins à courtes cornes d'Afrique occidentale = Muturu (= Pogan)		
<i>— Taurins nains à courtes cornes d'Afrique occidentale</i>		
Lagune		Lagunaire (Bénin, Togo), Lagoon Cattle (Ghana), Dahomey (Zaïre)
Muturu de forêt		Nigerian Dwarf Shorthorn
<i>— Taurins de savane à courtes cornes d'Afrique occidentale</i>		
Baoulé		Lobi
Ghana Shorthorn		Gold Coast Shorthorn
Somba		Atacora (Bénin), Mango (Togo)
Muturu de savane		
Doayo		Namshi, Namji, Poli
Bakosi		Bakwiri, Kozi
Kapsiki		Kirdi
Métis zébu x taurin = Mere		
<i>— Zébu d'Afrique occidentale x Ndama</i>		
Djakoré		Race du Sinée
Bambara		
<i>— Zébu d'Afrique occidentale x Taurin à courtes cornes d'Afrique occidentale</i>		
Ghana Sanga		
Borgou		
Keteku		

Source: FAO (1980)

Le tableau 1 présente, pour chaque catégorie, les différentes races existantes.

Chez les métis zébu x taurin, on distingue les métis zébu x Ndama et les métis zébu x taurin à courtes cornes. Les différents noms de chaque race sont également indiqués dans le tableau 1.

2.1.2. Effectifs et répartition géographique.

Le tableau 2 indique pour chaque pays les effectifs et l'importance (en pourcentage) de chaque catégorie d'animaux trypanotolérants.

Tableau 2

Effectifs bovins par catégorie et par pays (en milliers)

Pays	Ndama		Taurin Nain à courtes cornes		Taurin de Savane à courtes cornes		Zébu x Ndama		Zébu x Taurin à courtes cornes	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Sénégal	746	21,8	—	—	—	—	406(i)	40,1	—	—
Gambie	296	8,7	—	—	—	—	**	—	—	—
Guinée Bissau	166	4,9	—	—	—	—	—	—	—	—
Guinée	1154	33,7	—	—	—	—	61(j)	6,0	—	—
Sierra Leone	207	6,1	—	—	—	—	—	—	—	—
Liberia	10,5	0,3	15(a)	15,4	—	—	—	—	—	—
Mali	465	13,6	—	—	**	—	522(k)	51,6	**	—
Burkina Faso	*	—	—	—	484(d)	28,9	*	—	540(j)	37,8
Côte d'Ivoire	70	2,0	*	—	250(d)	15,0	**	—	36(j)	2,5
Ghana	17	0,5	*	—	616(e)	36,8	*	—	122(n)	8,6
Togo	*	—	*	—	144(f)	8,6	—	—	66(o)	4,6
Bénin	*	—	20(b)	20,4	75(f)	4,5	—	—	500(p)	35,0
Nigéria	15	0,4	38(c)	38,8	82(g)	4,9	*	—	165(q)	11,5
Cameroun	1	—	*	—	7(h)	0,4	—	—	—	—
République Centrafricaine	1	0,1	*	—	15(d)	0,9	2(l)	0,2	*	—
Gabon	1,9	—	1,2(b)	1,1	—	—	—	—	—	—
Congo	32,5	0,9	108(b)	11,0	—	—	—	—	—	—
Zaïre	240	7,0	130(b)	13,3	—	—	21(m)	2,1	—	—
Total	3422,9	100	97,9	100	1673	100	1012	100	1429	100
Pourcentage de la population trypanotolérante totale	45%		1%		22%		13%		19%	

* Moins de 1000 animaux. ** Plus de 1000 mais effectifs exacts inconnus.

(a) Liberian Dwarf. (b) Lagune. (c) Muturu de forêt. (d) Baoulé. (e) Ghana Shorthorn. (f) Somba. (g) Muturu de Savane. (h) 1000 Bakosi plus Doayo et Kapsiki. (i) Djakoré. (j) Mère (nom local). (k) Bambara. (l) Zébu Mbororo x Ndama. (m) 17000 Ndama x Mateba plus 4000 Ndama x Angola ou Africander. (n) Ghanaian Sanga. (o) Borgou. (p) Borgou et Métis Borgou. (q) Keteku.

Source : FAO (1980).

Les bovins de type Ndama, avec une population estimée à 3,4 millions de têtes, forment la catégorie la plus importante, soit 45% des effectifs de bovins trypanotolérants. Viennent ensuite les taurins à courtes cornes d'Afrique occidentale avec 1,7 millions du type de savane et 0,1 million du type nain, l'ensemble représentant 23% des bovins trypanotolérants. Les métis composent le reste des effectifs trypanotolérants avec 1 million de métis zébu x Ndama et 1,4 millions de métis zébu x taurin à courtes cornes, soit 13 et 19% de l'ensemble des bovins trypanotolérants.

La figure 1 indique les zones dans lesquelles les animaux appartenant à chacune des cinq catégories dominant. Une distinction peut être faite entre les animaux dans leur zone d'extension naturelle et les animaux dans les zones d'implantation.



Fig. 1. — Répartition géographique des bovins trypanotolérants.

L'élevage des bovins était inconnu jusqu'au début de ce siècle dans la plupart des pays d'Afrique centrale. Les bovins trypanotolérants ont été importés à cette époque au Zaïre, puis plus récemment au Congo, au Gabon et en République Centrafricaine.

2.1.3. Description phénotypique des races.

Le taurin à longues cornes d'Afrique occidentale.

Ndama est le terme communément utilisé pour qualifier cette catégorie d'animaux.

La description du type classique, c'est-à-dire le Ndama guinéen a été faite notamment par Doutressoule, puis par COULOMB *et al.* (1977). La race Ndama est de taille moyenne, a des proportions harmonieuses et un profil facial droit. Les animaux sont relativement compacts, avec un squelette assez léger, et sont bien conformés pour la production de viande. La tête est large et forte. Les muqueuses sont de couleur variable mais le plus souvent claires chez le type classique. Le cornage assez variable est moyen à long avec des formes variant du croissant à la lyre, bien que cette dernière forme soit considérée comme la forme classique. Les cornes sont ambrées, leurs extrémités sont noires. La ligne du dos est droite, légèrement plongeante, surtout chez la femelle ; la croupe est courte, bien musclée et plus horizontale que chez le zébu. La robe classique est uniforme dans toutes les nuances du froment au brun. Des robes atypiques noires ou tachetées ne sont pas rares, même dans le berceau de la race. La peau est fine et souple, le poil fin. Le Ndama a un fanon modérément développé, surtout apparent chez le taureau. Le dimorphisme sexuel est assez marqué. Le taureau est épais, d'allure assez lourde, avec une encolure courte et puissante. La femelle est plus fine et d'allure assez légère ; la mamelle est modeste, les trayons fins.

Deux types assez différents du type guinéen et relativement individualisés sur le terrain peuvent être décrits : l'un en Casamance (Sénégal) et en Guinée Bissau et l'autre en Gambie et au Sénégal oriental. La robe dominante du Ndama de Guinée Bissau n'est pas froment mais blanche avec des extrémités noires. Le Ndama gambien est d'un format plutôt grand avec un cornage fort et long et sa robe est généralement claire, fréquemment froment ou blanche.

La variabilité phénotypique du Ndama est grande (GUEYE *et al.* 1981, LARRAT *et al.* 1948) et, même dans le berceau de la race, le Ndama est étonnamment disparate dans son aspect.

Le taurin de savane à courtes cornes d'Afrique occidentale.

Le taurin à courtes cornes typique est un petit animal dont la hauteur au garrot varie de 90 à 100 cm pour le Baoulé en Côte d'Ivoire, de 92 à 97 cm pour le Somba de l'Atacora, et de 98 à 100 cm pour le Ghana Shorthorn. Il a une conformation compacte avec une bonne répartition des masses musculaires. La tête est lourde relativement au reste du corps. Le front est large et le chanfrein droit. Les cornes

sont courtes, de section circulaire, épaisses à la base ; elles sont plus fortes chez les taureaux, et plus fines et plus aiguës chez les vaches. Les cornes partent latéralement et forment un croissant orienté vers l'avant et parfois vers le haut (chez les mâles). Les cornes sont claires avec parfois des extrémités noires. Les oreilles sont petites et portées latéralement. Les muqueuses sont en général noires. L'encolure et le garrot sont courts, légers chez la vache et épais chez les taureaux, portés en prolongement du dos. Le fanon est peu développé. Le dos est droit, le rein est court, la poitrine large, ronde mais sanglée. La ligne du dos est légèrement plongeante.

La queue est longue, son attache haute et saillante, le toupillon bien développé. La mamelle est très petite et remontée ; les trayons sont rudimentaires. Dans les zones plus forestières les robes noires et pie-noires dominent nettement mais on trouve parfois des robes brunes, rouges ou fauves.

Le taurin nain à courtes cornes d'Afrique occidentale.

Les taurins nains à courtes cornes diffèrent des taurins typiques de savane principalement par leur taille plus petite (85-95 cm au garrot comparé à 90-100 cm). La tête est moins massive et plus longue, avec un chignon plus marqué et des orbites saillantes. Les cornes sont très rudimentaires, souvent atrophiées, plus ou moins laminées et parfois absentes ou flottantes. La ligne du dos plonge vers l'avant (entre 3 et 5 cm de différence entre le garrot et la croupe) de façon plus marquée que chez les taurins de savane à courtes cornes. La couleur de la robe est souvent noir franc surtout chez le Lagune.

2.2. LES OVINS ET CAPRINS.

2.2.1. *Classification.*

Les ovins à poils et à queue fine d'Afrique occidentale peuvent être arbitrairement divisés en type sahélien et en type de forêt tropicale ou de savane. Le sahélien est grand avec plus de 60 cm au garrot tandis que le type de forêt ou de savane est beaucoup plus petit. La seule race ovine reconnue comme trypanotolérante est la race ovine d'Afrique occidentale appelée Djallonké ou mouton du Fouta Djallon ou mouton du sud ou mouton guinéen. On trouve ce mouton dans l'ensemble de l'Afrique occidentale au sud du 14^e parallèle et il constitue la seule race ovine de la zone côtière.

Les caprins varient également en taille, de la variété naine côtière à des animaux plus grands élevés dans les zones semi-désertiques. La chèvre noire encore appelée Djallonké, du Fouta Djallon, chèvre guinéenne naine ou chèvre du sud correspond par son nom, sa taille et sa répartition géographique au mouton nain et est considérée comme trypanotolérante.

2.2.2. Effectifs et répartition géographique.

Les informations disponibles ne permettent pas de subdiviser les ovins et les caprins d'Afrique occidentale en différentes catégories comme pour les bovins. Les effectifs sont également peu précis et la population ovine et caprine trypanotolérante est estimée à environ 26 millions de têtes avec une supériorité des effectifs caprins par rapport aux effectifs ovins (1,5 pour 1 en moyenne mais ce rapport varie grandement d'un pays à l'autre et peut s'inverser comme en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Togo et au Bénin).

La limite nord des ovins et caprins trypanotolérants coïncide approximativement avec la limite de la zone infestée par les glossines, du Sénégal au Bénin, puis s'infléchit vers le sud au Nigéria, laissant le tiers supérieur du pays aux races sahéliennes.

2.2.3. Description phénotypique des races.

Le Djallonké est un mouton à poils et à queue fine. Les populations de savane ont une taille supérieure aux populations de forêt ; le mouton nain de forêt mesure de 40 à 55 cm au garrot tandis que le mouton de savane mesure entre 55 et 65 cm. En général, plus l'altitude est élevée, plus la taille augmente, ce qui est le cas au Cameroun par exemple. La tête est relativement petite, au profil droit. Les oreilles sont assez petites et plus ou moins pendantes mais nettement moins que les types sahéliens. Les mâles ont des cornes en forme de spirale. Les cornes sont plus développées chez le mouton de savane que chez le mouton nain de forêt. En général, les femelles n'ont pas de cornes mais parfois des cornillons rudimentaires. Le poil de l'adulte est ras et assez lisse, parfois bourru chez les jeunes. La crinière est bien développée chez les béliers et est une caractéristique de ce groupe. Elle est formée d'une masse de longs poils qui en général couvrent l'encolure, les épaules et la partie antérieure du poitrail. Les robes dominantes sont blanches avec des taches noires. On trouve également des robes unies blanches ou noires. Des animaux rouges ou pie-rouge sont plus rares en Afrique occidentale. Cependant, en Afrique centrale, il existe une population ovine vivant en milieu forestier qui présente une grande variabilité de robe combinant les trois couleurs blanc, noir et rouge. Il existe en particulier un mouton rouge à ventre noir, décrit par EPSTEIN (*in* FAO 1980) dans la population ovine naine du Cameroun, qui rappelle et pourrait être l'ancêtre du mouton à ventre noir des Barbades. On trouve également ce type dans les régions côtières du Gabon, du Congo et du Zaïre.

La chèvre naine mesure entre 40 et 50 cm au garrot et est massive, trapue et très près du sol. La tête est courte et large ; les oreilles sont moyennes et portées horizontalement ou dressées ; les cornes sont courtes et larges à la base chez le bouc, plus fines chez la femelle. On trouve également quelques animaux sans cornes. Les couleurs sont extrêmement variées. Les robes les plus fréquentes sont les robes fauves à brunes avec des parties soulignées de noir (ligne du dos, queue ou ventre),

noires, pie-noire, blanches, froment ou tricolores : blanche, rouge et noire. En forêt, les robes foncées et pie-noire sont plus fréquentes. En savane, les robes dominantes sont fauves et brunes et s'éclaircissent lorsque l'on progresse vers la zone soudanienne au nord.

3. L'élevage du bétail trypanotolérant

3.1. LE MILIEU D'ÉLEVAGE.

L'habitat du bétail trypanotolérant a déjà été bien étudié (CHOQUEL 1969, PAGOT 1974, COULOMB *et al.* 1977, TOURÉ 1977, FAO 1980).

Le milieu d'élevage du Ndama est assez variable. En général, il s'agit des zones éco-climatiques guinéennes et soudano-guinéennes mais on le trouve jusqu'en bordure de la zone forestière. Dans les zones d'implantation, le Ndama s'est adapté aux conditions les plus diverses, y compris le milieu forestier et les plantations de palmiers, cocotiers et d'hévéas.

Le milieu caractéristique des populations taurines de savane à courtes cornes est la savane humide herbeuse ou arbustive caractérisée entre autres par la présence de graminées pérennes (*Andropogonées*, *Pennisetums* et *Panicées*).

Les taurins nains à courtes cornes vivent dans la frange côtière ou forestière du golfe de Guinée (de Monrovia à Douala).

Les ovins et caprins trypanotolérants sont dispersés dans toute la zone et sont élevés dans les milieux les plus divers. Ils semblent s'adapter très facilement.

A ce sujet, l'attention doit être attirée sur les travaux de PAGOT (1974) *in* IEMVT (1974) qui définit les climogrammes des zones de dispersion du bétail taurin trypanotolérant et les compare à ceux des zébus. Cet auteur tire de ses graphiques de climogrammes deux conclusions importantes :

- Les aires de climogrammes correspondant aux (bovins) Ndama ont une surface plus grande que celles du bétail à courtes cornes et, dans ce dernier cas, la surface de l'aire correspondant au bétail des Lagunes est minimale ;
- La localisation montre une nette translation des climogrammes vers les climats chauds et très humides quand on passe du domaine (des) Ndama à celui des Baoulés et des Lagunes.

Ces constatations doivent guider dans le choix des races à planter dans les régions actuellement déshéritées, mais aussi dans la détermination des actions sur le milieu pour permettre le développement des races considérées les meilleures.

Il est intéressant de noter, bien que l'auteur ne l'ait pas souligné, que les climogrammes qui sont présentés sont en corrélation marquée avec l'écologie des glossines, tant en ce qui concerne leur diversité spécifique que leurs fluctuations saisonnières. Le climogramme choisi à titre d'exemple pour le zébu se rapporte à des zones indemnes de glossines. Ceux indiqués pour les régions forestières concernent des aires infestées, l'infestation étant très marquée là où les températures sont nettement au-dessus de 21°C et l'humidité relative de plus de 55% ; à de tels

climats correspondent des régions qui hébergent de nombreuses glossines d'espèces différentes et dont la fluctuation saisonnière des populations est peu marquée : c'est le domaine du bétail nain à courtes cornes. Les climogrammes des Ndama se rapportent assez souvent à des habitats ne renfermant que deux espèces de glossines, à populations abondantes pendant une saison des pluies unique, moins nombreuses en saison sèche.

Ces comparaisons d'ordre écologique permettent de dire que la diffusion des races bovines trypanotolérantes, menée parallèlement à des actions visant à limiter les populations de glossines dans les régions fortement infestées, conduira sans nul doute à d'excellents résultats, surtout si l'on considère le bétail Ndama.

3.2. LES MODES D'ÉLEVAGE.

3.2.1. *Les taurins à longues cornes d'Afrique occidentale.*

Les Ndama sont élevés selon trois modes assez différents : en traditionnel, en métayage et en ranching.

Dans le système traditionnel, les Ndama appartiennent habituellement à des Peulh et l'élevage est de plus en plus sédentarisé avec, toutefois, le plus souvent, deux zones de pâturage, l'une de saison sèche et l'autre de saison des pluies. Le gardiennage est systématique en saison des pluies et beaucoup plus rare en saison sèche. Dans ce mode d'élevage, la traite est régulièrement pratiquée.

Le métayage est utilisé pour introduire des bovins en milieu villageois dans les régions où cet élevage bovin n'est pas une activité traditionnelle. Le principe est de fournir un troupeau de reproduction de base (5 à 10 génisses et un taureau) à un individu ou à un petit groupe d'individus. Les métayers sont liés par un contrat et remboursent en animaux avec ou sans intérêt le troupeau de base. Le système a surtout été utilisé en Afrique centrale et a permis l'introduction d'environ 100 000 têtes de bovins au niveau villageois.

Le ranching s'est principalement développé au Zaïre et au Congo et plus récemment en Côte d'Ivoire et au Nigéria. Les animaux sont élevés sur pâturages clôturés où ils restent jour et nuit. La savane naturelle constitue l'essentiel de l'alimentation. Les capacités de charge varient de 2 à 5 ha par tête et la savane est régénérée par le feu une fois par an. Les animaux passent régulièrement au bain acaricide. La taille des ranches varie considérablement, de quelques centaines d'animaux à parfois 25 000 têtes. La gestion des ranches est souvent difficile et la main-d'œuvre salariée et les infrastructures se répercutent sur les coûts de production, souvent prohibitifs.

3.2.2. *Les taurins de savane à courtes cornes.*

Les taurins à courtes cornes appartiennent généralement à des agriculteurs sédentaires. Dans le système le plus traditionnel, le bétail est élevé essentiellement pour des raisons religieuses, coutumières et sociologiques.

En règle générale, le nombre d'animaux détenus par famille est faible et les bovins du village forment des troupeaux collectifs le plus souvent gardés par un berger salarié, d'ethnie Peulh.

La formule de métayage a également été utilisée avec ces animaux en Afrique centrale, principalement en République Centrafricaine (RCA).

3.2.3. *Les taurins nains à courtes cornes.*

Dans la zone d'élevage des Lagune, les bovins jouent un rôle économique très secondaire. Le troupeau, toujours sédentaire et pas souvent gardé, est peu exploité. Le métissage prend de plus en plus d'importance et ces races sont en voie d'extinction.

3.2.4. *Les ovins et caprins.*

Les modes d'élevage sont assez semblables pour les ovins et les caprins mais varient selon l'environnement. En milieu forestier, les ovins et caprins ne sont habituellement pas gardés et sont en divagation autour du village et dans les plantations avoisinantes. Dans les zones de savane, il est plus fréquent de rencontrer des troupeaux villageois collectifs, parfois gardés avec les bovins. Toutefois, en saison sèche, la divagation reste la règle. Les effectifs par famille sont souvent supérieurs en savane qu'en forêt. Dans la zone humide, les ovins et caprins sont élevés pour la viande et jouent un rôle social important.

3.3. LES PARAMÈTRES DE PRODUCTION.

Comme précédemment seront passés en revue les principaux paramètres zootecniques des taurins à longues cornes, des taurins de savane et nains à courtes cornes, des métis zébu x taurin et enfin des ovins et caprins.

3.3.1. *Les taurins à longues cornes.*

Le tableau 3 présente les paramètres de production moyens pour le Ndama en élevage traditionnel et en élevage amélioré. Les données présentées pour l'élevage traditionnel proviennent de Gambie et de Côte d'Ivoire, les données pour le ranching du Zaïre et de Côte d'Ivoire, et celles pour les stations de Côte d'Ivoire et de Sierra Léone.

3.3.2. *Les taurins de savane à courtes cornes.*

Les taurins à courtes cornes sont généralement élevés en milieu villageois mais quelques données ont été enregistrées en station de recherches telle que Nungua au Ghana, et Bouaké en Côte d'Ivoire. Le tableau 4 présente quelques paramètres moyens de production du taurin à courtes cornes en élevage traditionnel et amélioré.

Tableau 3

*Paramètres de production moyens pour le Ndama
en élevage traditionnel et en élevage amélioré*

Paramètres de production	Traditionnel	Élevage en ranching	en station
Age au premier vêlage (en mois)	48	42	35-39
Intervalle entre vêlages (en mois)	18-24		14-15
Taux de vêlage (en %)	50	75-80	88
Mortalité : des veaux (en %)	12-30	10	—
de 1-2 ans (en %)	12		
des adultes (en %)	3	2-4	—
Production laitière	0,4-0,8 kg/jour (traite partielle)		400-600 kg par lactation
Gain de poids	20-40 kg par an	0,3-0,7 kg par jour	
Production de viande	Bœufs de labour		Bœufs
Age (années)	8-9		4
Poids vif (en kg)	360		365
Poids carcasse (en kg)	167		199
Rendement (en %)	46,0		54,5

Tableau 4

*Paramètres de production des taurins de savane à courtes cornes
d'Afrique occidentale en élevage traditionnel et amélioré*

Paramètres de production	Élevage	
	Traditionnel	Amélioré
Age au premier vêlage (en mois)	48	26-35
Intervalle entre vêlages (en mois)	18-24	12-13
Taux de vêlage (en %)	40-55	82-85
Mortalité : des veaux (en %)	15-17	n.d.
de 1 à 2 ans (en %)	5-6	n.d.
des adultes (en %)	3-4	n.d.
Production laitière (en kg)	100-300 (traite partielle)	jusqu'à 700
Gain de poids	n.d.	0,2-0,5 kg/jour
Production de viande	Taureaux	
Age (années)	4 et plus	
Poids vif (en kg)	188-191	
Poids carcasse (en kg)	n.d.	
Rendement (en %)	n.d.	
	Mâles castrés	
Age (années)	4 et plus	
Poids vif (en kg)	267	
Poids carcasse (en kg)	133	
Rendement (en %)	49,5	

3.3.3. *Les taurins nains à courtes cornes.*

Il existe peu d'études précises sur les paramètres de production des taurins nains à courtes cornes. Le Lagune est connu comme animal rustique et prolifique. Les Lagune, à la station de Samiondji au Bénin (Projet FAO), ont un taux de vêlage de 58% et des mortalités de 24% jusqu'à un an et de 5% pour les vaches adultes. Les veaux pèsent 10 kg à la naissance, 48 kg à 6 mois et 85 kg à 1 an. Le poids des vaches est estimé par divers auteurs entre 130 et 180 kg.

3.3.4. *Les métis zébu x taurin.*

Métis zébu x Ndama.

Il existe peu d'informations sur les paramètres de production du Djakoré en milieu traditionnel. Quelques données ont été établies en station au CNRA de Bambey et au laboratoire de Dakar-Hann. HAMON (1969) cite les informations suivantes, obtenues au CNRA de Bambey, qui donnent une idée des poids que peut atteindre ce bétail : 140 kg pour les femelles et 159 pour les mâles à un an ; 236 kg pour les femelles et 260 kg pour les mâles à 3 ans au CNRA de Bambey. Selon PUGLIESE & CALVET (1973), des mâles Djakoré de 3 à 5 ans ont réalisé un gain de poids journalier moyen de 938 g/jour pendant un essai d'embouche intensive de 112 jours.

Selon DUMAS (1973), les poids moyens des Bambara sont de l'ordre de 255 kg pour les vaches, 270 kg pour les taureaux et 310 kg pour les bœufs.

Métis zébu x taurin à courtes cornes.

Les informations disponibles sur le Méré et le Sanga sont très rares et incomplètes. Pour le Borgou au Bénin, les poids de vaches typiques sont de l'ordre de 237 kg (FAO/PNUD 1977) et 295 kg pour le Keteku au Nigéria (OYENUGA 1967). Les taux de vêlage seraient de 50% en milieu traditionnel et pourraient atteindre 75% en station dans le cadre du projet FAO, au Bénin. L'âge au premier vêlage serait de l'ordre de 3 à 4 ans au Nigéria et au Ghana, mais il est de l'ordre de 4 ans et plus, en élevage traditionnel.

3.3.5. *Ovins.*

Il existe très peu de données de production pour les ovins en milieu rural. En station, un certain nombre d'études ont été menées sur le groupe Djallonké. Les femelles sont précoces, en particulier en milieu guinéen équatorial avec un premier agnelage parfois avant un an (ROMBAUT & VAN VLAENDEREN 1976). Plusieurs observations réalisées dans d'autres milieux indiquent un âge moyen au premier agnelage de 18 mois. La prolificité varie en fonction de la région : 117% au Cameroun (VALLERAND & BRANCKAERT 1975), 110% en Côte d'Ivoire en milieu

rural (GINISTY 1976), 127% pour une autre situation en Côte d'Ivoire (ROMBAUT & VAN VLAENDEREN 1976) et 161% au Nigéria (DETTMERS & HILL 1974). Ces études indiquent toutes des agnelages gémellaires mais très peu de triplés. Toutefois, au Nigéria, DETTMERS & HILL (1974) indiquent 8% de triplés et 55% de jumeaux à la ferme de l'Université d'Ibadan. L'intervalle moyen entre agnelages est de l'ordre de huit mois selon différents auteurs. La fécondité globale annuelle peut être élevée : 206% selon ROMBAUT & VAN VLAENDEREN (1976) et 175% selon GINISTY (1976) en milieu rural.

Le mouton Djallonké semble bien adapté à son environnement. Tant en savane qu'en forêt, il semble souvent en bonne santé. Toutefois, la mortalité serait élevée parmi les jeunes. ROMBAUT & VAN VLAENDEREN (1976) indiquent un taux de mortalité très élevé chez les jeunes en basse Côte d'Ivoire, ce qui limite dès lors la productivité numérique malgré une fécondité excellente.

La croissance du mouton Djallonké a été étudiée dans diverses stations. A la ferme de l'Université d'Ibadan, OYENUGA (1967) indique des poids de 11 kg pour les femelles et de 12 kg pour les mâles à 6 mois, de 16 kg pour les femelles et de 19 kg pour les mâles à 1 an, de 24 kg pour les femelles et les mâles à 2 ans et de 24 kg pour les femelles et 31 kg pour les mâles à 3 ans. Les rendements à l'abattage établis en Côte d'Ivoire par GINISTY (1976) sont de 46,7 % pour les mâles Djallonké tout venant, et 49,6% pour les mâles engraisés. Des études réalisées au Nigéria (DETTMERS & HILL 1974) et au Cameroun (VALLERAND & BRANCKAERT 1975) indiquent des rendements à l'abattage variant entre 39 et 53%.

3.3.6. *Caprins.*

L'âge à la première mise bas est d'environ 13 à 14 mois en station et de 14 à 18 mois en milieu rural. La fécondité et la prolificité peuvent être élevées. BUADU (1972) indique 35% de naissances simples, 47% de naissances doubles, 17% de naissances triples et 1% de naissances quadruples au Ghana et MATTHEWMAN (1977) indique de 27 à 34% de naissances simples, de 62 à 67% de jumeaux et 5-6% de triplés au Nigéria. Selon MATTHEWMAN (1977) la prolificité augmente considérablement avec le nombre de mises bas étant en moyenne de 100 à 110% à la première mise bas, 150 à 170% à la seconde et la troisième mises bas et de 200% pour les quatrième, cinquième et sixième mises bas. L'intervalle moyen entre les mises bas est de l'ordre de 8 mois.

Les chèvres naines sont très rustiques et bien adaptées. Le taux de mortalité normal est de l'ordre de 15% en milieu rural selon MATTHEWMAN (1977). En station on signale des taux de mortalité parfois très élevés, dus principalement à la peste des petits ruminants et aux parasitoses gastro-intestinales. L'élevage des caprins à grande échelle comme l'élevage des ovins pose des problèmes très difficiles.

La croissance des caprins nains serait plus lente que celle des ovins nains mais il y a peu de références chiffrées à ce sujet.

4. La productivité du bétail trypanotolérant

Il existe peu d'études comparatives entre races dans un environnement donné. Il est donc très difficile d'évaluer si les performances d'une race sont supérieures, égales ou inférieures à celles d'une autre qui est élevée dans d'autres conditions.

Dans l'étude FAO (1980), chaque fois que cela a été possible, toutes les informations disponibles ont été regroupées pour construire des index de productivité et permettre de comparer les résultats obtenus par différentes races élevées dans différents environnements et selon différents systèmes d'élevage.

Les index de productivité combinent les paramètres de reproduction, la viabilité des mères et des produits, la production laitière, la croissance et le poids vif des mères adultes.

Pour les bovins, l'index de productivité est défini comme le poids total de veau d'un an plus l'équivalent en poids vif de lait trait, produit d'abord par vache par an et finalement par 100 kg de vache élevée par an. L'intérêt de cet index est qu'il rattache tous les paramètres de production importants aux poids réels de vaches reproductrices devant être élevées, qui sont eux-mêmes étroitement liés aux coûts d'entretien.

Pour les ovins-caprins, un index similaire a été bâti et est défini comme le poids total de jeunes de 5 mois produit par 10 kg de mère élevée par an.

Pour les bovins, les index de productivité ont été établis pour deux systèmes d'élevage, village et ranch ou station et pour quatre niveaux de trypanosomiase choisis assez arbitrairement : nul, faible, moyen et élevé.

4.1. PRODUCTIVITÉ DES TAURINS À LONGUES ET COURTES CORNES D'AFRIQUE OCCIDENTALE.

Des index de productivité ont pu être calculés pour trente situations trouvées dans 12 pays. Les résultats sont présentés dans le tableau 5 qui n'indique aucune différence significative entre les Ndama et le taurin à courtes cornes d'Afrique occidentale pour l'index de productivité calculé par 100 kg de vache élevée par an, les valeurs étant 28,4 kg pour le Ndama et 28,3 kg pour le taurin à courtes cornes. Les seules différences significatives observées pour les paramètres individuels qui servent à calculer cet index sont le poids des veaux d'un an et le poids des femelles adultes, le Ndama étant beaucoup plus lourd dans chaque cas. Le poids des veaux plus élevé donne un index par vache supérieur pour le Ndama, mais les femelles adultes étant plus lourdes, les index par 100 kg de vache élevée sont ramenés à des valeurs comparables.

En milieu villageois, les taux de vêlage sont approximativement inférieurs de 14%, la viabilité est inférieure de 15% et le poids des veaux d'un an inférieur de 20%. Cela résulte en un index de productivité par vache inférieur de 38% en élevage villageois, comparé à l'élevage en ranch ou en station. Le poids des femelles adultes étant 6% plus faible en élevage villageois, la différence entre les index de productivité par 100 kg de vache élevée est de 30%.

Tableau 5

Moyennes obtenues par l'analyse des moindres carrés pour les paramètres de production des races trypanotolérantes élevées selon différents modes d'élevage et avec différents risques de trypanosomiase

Paramètre	No.	Taux de vêlage (%)	Viabilité des veaux (%)	Poids des veaux d'un an (kg)	Poids des vaches adultes (kg)	Index/vache (kg)	Index/100 kg de vache
Moyenne générale	30	69,1	78,4	96,4	205	58,7	29,5
<i>Race</i>							
Ndama	21	70,1	79,9	113,7a	248a	72,3a	28,7
Taurin à courtes cornes	9	68,1	76,1b	79,1b	162b	45,1b	28,3
<i>Élevage</i>							
En ranch/station	16	76,4a	85,8a	107,1a	212	72,3a	33,7a
Villageois	14	61,8b	71,0b	85,7b	196	45,1b	23,3b
<i>Risque de trypanosomiase</i>							
Nul*	3	92,4a	81,5	97,7	216	89,8a	40,1a
Faible	13	73,1b	84,6	98,1	212	68,2b	31,9b
Moyen	10	54,8c	79,7	96,7	200	47,2	23,2c
Élevé	4	56,1c	67,8	93,1	192	29,6d	18,8c

* Un risque de trypanosomiase nul est assimilé à des conditions d'alimentation et d'élevage améliorées. a-d. Pour chaque sous-groupe, les lettres différentes indiquent des différences significatives ($P < 0,01$).

Le niveau de risque de trypanosomiase nul a été assimilé aux conditions d'élevage améliorées telles que complémentation et méthodes modernes d'élevage. En conséquence, seuls les niveaux de risque faible, moyen et élevé peuvent être comparés directement. Lorsque l'on compare les niveaux de productivité atteints avec risque de trypanosomiase moyen à ceux atteints avec risque faible, le taux de vêlage est inférieur de 18%, la viabilité des veaux inférieure de 5%, et le poids des veaux inférieur de 1%. Ces résultats combinés donnent un index de productivité par vache inférieur de 30% et un index de productivité par 100 kg de vache élevée par an inférieur de 27%. De même, si l'on compare les niveaux de productivité atteints avec risque de trypanosomiase élevé à ceux atteints avec risque faible, le taux de vêlage est inférieur de 17%, la viabilité des veaux inférieure de 17% et le poids des veaux inférieur de 5%. Ces résultats combinés donnent un index de productivité par vache inférieur de 56% et un index de productivité par 100 kg de vache élevée par an inférieur de 41%.

Les données illustrent bien l'extrême variabilité de la production du Ndama et du taurin à courtes cornes dans différents modes d'élevage et dans des environnements avec différents risques de trypanosomiase. Les index varient de 15 kg en milieu villageois fortement infesté à 50 kg en conditions améliorées de ranching ou de station avec risque de trypanosomiase faible.

4.2. COMPARAISON DE LA PRODUCTIVITÉ DES TAURINS AVEC CELLE DES MÉTIS ZÉBU X TAURIN ET DES ZÉBUS.

Des données de productivité sur les métis et les zébus élevés dans et en dehors des zones d'élevage des bovins trypanotolérants ont été rassemblées et comparées aux données sur les taurins trypanotolérants. Les résultats comparés sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6

Productivité des bovins trypanotolérants comparée à celle des autres races bovines

Comparaison des index de productivité	kg	%
1. Trypano v métis — zone d'étude	+ 7,3	+ 33
2. Trypano v zébu — zone d'étude	- 0,3	- 1
3. Trypano v zébu — Régions indemnes de glossines dans la zone d'étude	+ 1,5	+ 4
4. Trypano v zébu et Sanga — Régions indemnes de glossines en dehors de la zone d'étude	- 3,8	- 9
5. 30 situations «Trypano» comparées à 20 situations de 2, 3, 4	- 1,5	- 3,5

Aucun de ces résultats ne suggère que les taurins trypanotolérants soient moins productifs que les autres races. Il faut souligner que sauf dans le cas de la comparaison «1.», Trypano v métis basée sur des données collectées dans des situations à risque de trypanosomiase moyen, les données sur le zébu proviennent de situations à risque de trypanosomiase faible ou nul.

Des résultats d'un essai d'embouche sont présentés dans le tableau 7. Ils indiquent que bien que le zébu soit supérieur au Ndama en terme de gain journalier absolu, le gain journalier ramené à 100 kg de poids d'animal embouché est virtuellement identique.

Tableau 7

Données de production de 49 zébus et 49 Ndama en embouche pendant 65 jours

Paramètres	Race	
	Zébu	Ndama
Gain de poids journalier (g)	667	542
Poids vif moyen (kg)	223	172
Gain de poids journalier (g)/100 kg poids vif	300	311

4.3. COMPARAISON DE LA PRODUCTIVITÉ DES OVINS ET DES CAPRINS TRYPANOTOLÉRANTS AVEC CELLE DES OVINS ET CAPRINS NON TRYPANOTOLÉRANTS.

Dans le cas des ovins et caprins, le tableau 8 compare les données de productivité trouvées dans 9 situations avec des ovins trypanotolérants par rapport à 10 autres

situations africaines et 3 situations avec des caprins trypanotolérants par rapport à 11 autres situations africaines.

Ce tableau révèle que les ovins et caprins trypanotolérants ne sont pas moins productifs que ceux trouvés ailleurs en Afrique.

Tableau 8

Productivité des ovins et caprins trypanotolérants comparée à celle d'ovins et caprins non trypanotolérants

	Ovins		Caprins	
	Trypano- tolérants	Non trypano- tolérants	Trypano- tolérants	Non trypano- tolérants
Viabilité des femelles adultes (%)	86	94	88	94
Taux annuel de mises bas (%)	179	123	224	148
Viabilité des jeunes jusqu'à 5 mois (%)	68	76	77	70,5
Poids des jeunes à 5 mois (kg)	11,5	15,5	7,5	10,5
Index (a) de productivité/ mère (kg)	15,1	14,7	14,8	11,4
Poids des femelles adultes (kg)	23,6	33,1	21,3	28,0
Index (a) de productivité/ 10 kg de femelle adulte	6,4	4,5	6,9	4,1

(a) poids de jeunes de 5 mois produit par an.

5. Autres manifestations de trypanotolérance

5.1. TRYPANOTOLÉRANCE PROBABLE DE TAURINS NON AFRICAINS.

La faculté de devenir trypanotolérant n'est sans doute pas propre aux seuls taurins africains. Des races étrangères, même hautement améliorées, pourraient présenter cette propriété. Celle-ci supposera, pour pouvoir se manifester, que les animaux naissent dans un milieu où existe la trypanosomiase et ses vecteurs et que leurs mères aient séjourné dans ce milieu assez longtemps pour développer des anticorps qui seront présents dans le colostrum et le lait. Il s'agit d'une hypothèse, certes, mais l'étude des groupes sanguins des taurins en général donne des arguments en sa faveur.

D'un autre point de vue, le fait d'appartenir phénotypiquement à un groupe d'animaux réputés trypanotolérants, n'implique pas nécessairement l'acquisition du caractère résistant (ROELANTS 1984).

5.2. TRYPANOTOLÉRANCE DE BOVINS AUTRES QUE TAURINS.

Il s'agit ici de zébus africains qui pourraient manifester une trypanotolérance mais le phénomène demande des études plus poussées pour distinguer, chez ces animaux,

une trypanosomiase chronique d'une tolérance induite à la suite d'infections répétées suivies de traitements. C'est un point important qui sera discuté plus loin.

Entrent dans cette catégorie la race Mongalla qui vit dans la partie est de la province équatoriale de la République du Soudan et la race Lugware qui provient du Soudan mais s'est établie dans la Province orientale du Zaïre et dans la Province nord de l'Ouganda.

Certaines opinions plus récentes en la matière accèdent à l'idée d'une résistance liée aux individus. Ces individus résistants pourraient se rencontrer dans une quelconque population et leur sélection peut aboutir à l'isolement d'un noyau génétiquement plus résistant (ROELANTS 1984).

5.3. ANIMAUX TRYPANOTOLÉRANTS AUTRES QUE LES BOVINS, OVINS ET CAPRINS DOMESTIQUES.

Parmi les animaux domestiques autres que les bovins, ovins et caprins, les mentions de trypanotolérance sont rares parce que le phénomène a été peu étudié.

La trypanotolérance n'est pas fréquente chez le cheval et l'âne domestiques. On reconnaît cependant quelques cas : le cheval du Moyen-Logone ou poney Kirdi qui vit dans les régions à glossines du sud-ouest du Tchad et du nord-est du Cameroun où il est élevé par les tribus Moussay.

Les animaux sauvages ne se comportent pas différemment. FIENNES (1970) note l'absence de symptômes chez les Ongulés sauvages vivant dans les régions d'Afrique infestées de glossines qui hébergent les trypanosomes pathogènes pour les animaux domestiques. Dans un ouvrage magistral, HOARE (1972) souligne les mêmes faits et considère les animaux sauvages comme réservoirs de trypanosomes du cheptel domestique. Cela est directement en rapport avec la trypanotolérance de la faune sauvage. HOARE (1972) produit dans son traité une longue liste d'animaux et les diverses espèces de trypanosomes trouvées chez eux ; les Artiodactyles y sont très nombreux. La trypanotolérance des animaux sauvages n'est certainement pas absolue. Il a été constaté récemment que de nombreux carnivores sauvages, en Afrique de l'Est, hébergent à l'état cryptique des trypanosomes du sous-genre *Trypanozoon*. Mais en captivité dans les zoos, de tels animaux sont susceptibles de manifester une maladie aiguë. Les antilopes peuvent être complètement réfractaires ou succomber de trypanosomiase (DESOWITZ 1960).

Et même quand il s'agit de trypanosomiase humaine, on relève certains faits qu'on peut rattacher à la trypanotolérance : il en est ainsi dans les infections par des espèces américaines comme *Trypanosoma rangeli*, souvent, et *T. cruzi*, quelquefois, bien que ces trypanosomes soient des *Stercoraria* transmis à travers les déjections des vecteurs (HOARE 1972). La notion de spécificité parasitaire permet d'expliquer, en partie, la résistance à l'infection. Il n'en est pas de même dans les quelques observations étranges, faites chez l'homme, en Afrique. Ainsi ROSS & BLAIR (1956) ont constaté en Rhodésie plusieurs cas de « porteurs en bonne santé » de trypanosomiase ; de même que CECCALDI & VAUCEL (1956) qui relatent le cas d'un patient

porteur de trypanosomes pendant 16 ans. Dans une deuxième note, parue en 1960, LAPEYSSONIE (1960) présente une personne extraordinaire qui, ayant hébergé *T. gambiense* pendant 21 ans, a pu vivre normalement tout ce temps, se marier et avoir des enfants normaux. Ces 3 mentions plaident en faveur d'une trypanotolérance, même s'il est difficile d'en expliquer l'origine ou le mécanisme. Mais cela n'a sans doute rien d'inné, et l'induction du phénomène a pu résulter des aléas de la thérapeutique.

6. Quelques faits d'observation et d'expérience démontrant la trypanotolérance (d'après COULOMB *et al.* 1977)

Depuis PIERRE (*in* COULOMB *et al.* 1977) et CAZALBOU (*ibid.*), on sait que les bœufs sans bosse d'Afrique souffrent moins que les zébus de l'infection trypanosomienne.

BALFOUR (*ibid.*) montrait la tolérance de l'élevage de Kordofan (Soudan) à *Trypanosoma brucei* et notait l'intérêt qu'il y aurait à examiner l'effet du sérum sanguin sur différentes souches de trypanosomes :

Le petit bétail noir de Kordofan est le seul qui puisse vivre dans l'aire infestée par *Glossina morsitans*, vectrice de *Trypanosoma brucei*, et passe ainsi pour être immun de trypanosomiase.

BOUET (*ibid.*) confirme les observations des auteurs précédents.

AILLIERIE (*ibid.*) écrit :

La race bovine Baoulé (des plateaux de Côte d'Ivoire) voit son modèle se réduire, sa rusticité s'accroître, et son immunité relative se confirmer par une lente et progressive accoutumance aux toxines des trypanosomiasés animales.

ARCHIBALD (*ibid.*) mentionne la qualité de trypanotolérance chez le bétail du Soudan :

Il serait nécessaire de rechercher jusqu'à quel point il existe de la trypanosomiase chez ces animaux. La croyance qui prévaut dans toute la province est que ce petit bétail des collines, qui mesure 3 pieds de haut, est immun de trypanosome. Si on juge par son apparence, il est capable d'exister dans les ceintures à tsé-tsé sans dommage, ce qui ne peut être dit du bétail des plaines.

AILLIERIE (*ibid.*) souligne chez les taurins de race Baoulé la semi-immunité acquise par adaptation au milieu et constate que les animaux sensibles ne résistent pas mieux s'ils sont nés dans le pays. Il signale également la tolérance aux trypanosomiasés des chevaux de race Cotocoli et des petits ruminants de Fouta-Djallon, et conclut que les animaux de petite taille sont intéressants par leur qualité de résistance à l'intérieur des zones à glossines.

Selon STEWART (1951) la résistance à la maladie trypanosomienne s'observe également chez les zébus à courtes cornes en lyre d'Afrique occidentale. Elle se manifesterait aussi chez beaucoup de croisements zébus, tels les bovins Borgou du Bénin, vis-à-vis de leurs souches locales de trypanosomes. Il conclut à la relativité

de la résistance à la trypanosomiase en remarquant que si l'infestation en tsé-tsé et, par conséquent, à trypanosomes s'élève au-dessus de certaines normes, les bovins ne peuvent se reproduire et se maintenir. La résistance présentée par certains d'entre eux peut donc s'effondrer, notamment lorsqu'ils sont dans un milieu défavorable où les conditions d'entretien sont mauvaises et les possibilités d'infections accrues.

STEWART (1951) remarque également que beaucoup de bovins ont un haut degré de résistance à l'égard des souches locales de trypanosomes, mais peu ou pas vis-à-vis de celles de la même espèce provenant d'autres régions du pays. Cet auteur met en évidence deux aspects fondamentaux de l'élevage en Afrique : « Plus une région est infestée de tsé-tsé et moins il y a de sang de zébu chez les bovins. Plus un animal est zébu et plus il est recherché par les Africains en raison de sa forte taille et de son poids ».

A la suite d'une expérience réalisée au Nigéria, à Ilorin, BROWN (*in* COULOMB *et al.* 1977) montre que les animaux appartenant aux races Muturu, Shorthorn et Ndama révèlent une trypanotolérance ; mais signale la précarité de cette propriété en rappelant qu'en 1941 un grand nombre de Shorthorn et quelques Ndama tombèrent malades de trypanosomiase avec des pertes aussi élevées, en nombre, que les naissances. BROWN (*ibid.*) note également que l'exposition à l'infection ne suffit pas à elle seule à prémunir suffisamment un animal pour le rendre capable de résister à cette maladie, et que la tolérance lui apparaît comme un facteur hérité.

FIENNES (1970) note qu'après une infection à *Trypanosoma congolense*, les bovins peuvent développer soit l'état d'immunité, soit l'état de prémunition, et que ces deux états peuvent être différenciés d'emblée par la présence ou l'absence d'anticorps sériques.

STEWART (1951) précise que la guérison spontanée est de règle dans les infections naturelles du « bétail à courtes cornes » et que, si la baisse d'état apparaît, elle se maintient jusqu'à l'amélioration des conditions d'alimentation (repousse de l'herbe). Il signale également que chez ce bétail, la trypanosomiase peut se manifester à l'occasion de vaccinations contre la peste bovine. Pour cet auteur, le nanisme « des courtes cornes » apparaît comme un facteur génétique et l'amélioration des qualités économiques par le zébu conserve la résistance à la trypanosomiase.

CHANDLER (1952, 1958) compare la résistance aux trypanosomes du bétail Ndama, des zébus et des produits de leurs croisements, maintenus dans les mêmes conditions. Les taurins Ndama montrent le plus haut degré de tolérance ; celle-ci est intermédiaire chez les métis Ndama x zébu, alors que les zébus meurent de la maladie. Selon CHANDLER, la tolérance de la race Ndama est donc plus naturelle qu'acquise et peut être imputable en partie à une réponse immunologique résultant d'une infection trypanosomienne.

Les animaux possèdent un degré de résistance lorsque l'infection s'installe dans les tous premiers jours de la vie et se continue au long de celle-ci, et restent dans un état d'équilibre avec les trypanosomes.

GATES (*in* COULOMB *et al.* 1977) remarque également que la résistance apparaît purement locale et n'est pas effective contre d'autres trypanosomes ou d'autres

souches du même trypanosome dans une localité différente. Il signale également que cette résistance peut être rompue si l'état général est abaissé (travail ou maladies intercurrentes).

CHANDLER (1952, 1958) confirme que la tolérance à l'infection trypanosomienne est une qualité inhérente à la race Ndama et que l'exposition à l'infection accroît cette tolérance.

TOURÉ *et al.* (1978), dans des épreuves plus récentes, relèvent des différences importantes entre zébu et Ndama, différences que l'on peut résumer ainsi qu'il suit :

- a) La période de prépatence ou temps entre l'inoculation et l'apparition dans le sang des premiers parasites n'est pas significative quand les deux races sont infectées pour la première fois ;
- b) La parasitémie est toujours plus marquée chez les zébus que chez les Ndama, de même que l'hyperthermie qui accompagne cette parasitémie ;
- c) L'anémie est sévère chez les zébus et l'est beaucoup moins chez les Ndama ;
- d) Corrélativement, les manifestations morbides sont plus importantes chez les zébus qui accusent une maladie congestive aiguë ou chronique et meurent en fin de compte. Les femelles pleines avortent ou bien les produits ne sont pas viables. Les Ndama, pour la plupart accusent une maladie chronique qui régresse et l'anémie est régénérée.

Les zébus sahéliens sont très sensibles à la trypanosomiase due à *Trypanosoma vivax* ou à *T. congolense* et meurent tôt ou tard en milieu infesté de glossines. Même s'ils sont traités régulièrement, le risque de mortalité est élevé dès que cesse l'administration des médicaments. A l'opposé, les Ndama, même s'ils développent une maladie après une première infection, finissent en général par surmonter l'infection. Mais il y a une limite anamnétique.

MURRAY *et al.* (1981) obtiennent des résultats similaires. ROELANTS *et al.* (1983), ROELANTS (1984), travaillant sur des Baoulé et des zébus mettent en évidence que certains Baoulé sont aussi sensibles que les zébus et recommandent de sélectionner les animaux sur leur résistance.

Les épreuves sur petits ruminants ne sont pas bien nombreuses en comparaison.

TOURÉ *et al.* (1981), dans une expérience réalisée sur des moutons Peulh du Sahel et des moutons Djallonké, mettent en évidence la supériorité de ces derniers, mais en partie seulement. Les comparaisons de parasitémie indiquent que, pour *T. congolense* seulement, il existe une différence entre les deux races étudiées : les Djallonké ont une parasitémie plus faible que les Peulh. Par contre, pour *T. vivax*, les différences ne sont pas significatives. Dans chaque race, la corrélation entre la parasitémie à *T. vivax* et la baisse de l'hématocrite est assez marquée. Six moutons Peulh sur 10 sont morts de la maladie due à *T. congolense*, mais aucun Djallonké. Les deux mortalités observées avec *T. vivax* (une dans chaque race) ne sont pas significatives.

L'expérience est à rapprocher de celle de BÜNGENER & MEHLITZ (1976) qui ont constaté une bonne résistance des chèvres naines du Cameroun à l'égard de *T. vivax*

ou de *T. congolense* (contrairement à *T. brucei* qui entraîne la mort). D'autres épreuves, menées en Afrique de l'Est, méritent citation. Au Kenya, dans la région de Kiboko, infestée principalement par *G. pallidipes*, GRIFFIN & ALLONBY (1979) ont observé que les chèvres locales de race Galla sont moins sensibles à la trypanosomiase que les métis Saanen x Galla. De la même manière, les moutons importés de race Karakul, sont plus sensibles que les moutons locaux.

Dans une autre expérience de TOURÉ *et al.* (1983), des moutons de race Touabire du Sahel sénégal-mauritanien ont révélé une résistance remarquable à l'égard de la trypanosomiase.

Nombreuses sont donc les observations naturelles ou les expérimentations qui démontrent ou confirment la trypanotolérance des animaux domestiques ou sauvages. Qu'est-ce qui différencie biologiquement un animal trypanotolérant d'un animal sensible ? La réponse à cette question est d'un intérêt capital car les explications de la résistance peuvent être mises à profit pour induire une plus grande résistance chez les trypanotolérants et la créer artificiellement chez les animaux sensibles. Cela amène à étudier dans le chapitre suivant les recherches faites pour appréhender les bases biologiques de la trypanotolérance.

7. Bases biologiques de la trypanotolérance et recherches sur cette question

Il faut entendre par bases biologiques de la trypanotolérance l'ensemble des données de biologie expérimentale par lesquelles, qualitativement ou quantitativement, les animaux trypanotolérants se distinguent de ceux qui ne le sont pas, données qu'on peut supposer a priori être en corrélation avec une plus grande résistance aux trypanosomes. Certains résultats d'études fondamentales, réalisées *in vitro*, mais à même d'être utiles pour élucider les mécanismes de la trypanotolérance, seront, en outre, pris en considération. Les faits expérimentaux sont nombreux, certes, mais insuffisants et disparates, et des recherches sont encore indispensables pour augmenter les observations et dégager des théories ou les confirmer.

7.1. TRYPANOTOLÉRANCE NATURELLE.

CHANDLER (1952, 1958) pense que la trypanotolérance du bétail Ndama résulte d'une aptitude de cette race à produire plus d'anticorps pour s'immuniser que les autres races. Les veaux Ndama, à leur naissance, reçoivent de leur mère des anticorps présents dans le colostrum et le lait, et, subissant l'assaut des tsé-tsé infestées, développent progressivement leur propre immunité. Donc, il y a, à la base de cette résistance à la trypanosomiase, des causes d'ordre génétique se traduisant par des données biochimiques particulières et un comportement immunologique particulier, sous la dépendance de facteurs écologiques et physiopathologiques. Malgré des résultats expérimentaux récents qui font nuancer les explications de

CHANDLER (*op. cit.*), la démarche méthodologique pour élucider les causes de résistance à la trypanosomiase reste valable et fait intervenir la génétique, la biochimie et la physiopathologie.

7.1.1. Génétique.

L'étude caryotypique du zébu (*Bos indicus*), de la race Gobra du Sénégal, faite par MONNIER-CAMBON (1964), montre que le nombre modal $2n$ est égal à 60 (soit 58 autosomes et 2 gonosomes). C'est ce même nombre qu'on trouve chez *Bos taurus* dans d'autres pays. Dans les deux espèces, les chromosomes sont tous acrocentriques, sauf le chromosome sexuel X qui est submédian ; le chromosome Y acrocentrique est le plus petit.

Il est dit ailleurs que le chromosome Y du zébu est différent de celui du taurin (DOMINGO 1975-1976) sans cependant qu'on puisse conclure sur cette seule base à des différences de sensibilité.

L'étude génétique de populations sensibles et résistantes à la trypanosomiase est, par contre, plus avancée en prenant comme modèle la souris : des souches de souris plus résistantes et d'autres plus sensibles à la maladie ont pu être isolées et l'hérédité de la résistance ou de la sensibilité est étudiée. Il semble que le caractère résistant soit récessif (PINDER 1984). Reste à savoir si ce modèle pourra se révéler satisfaisant pour expliquer les mêmes phénomènes chez les bovins.

Le support génétique des différences entre les zébus et les taurins n'est pas encore précisé mais les différences d'aptitude sont bien prouvées. De plus, les croisements entre animaux trypanotolérants et animaux sensibles donnent des descendants dont la résistance est intermédiaire. On retiendra toute l'importance, en matière de génétique appliquée, d'une évaluation de la résistance et d'une sélection portant sur les taurins de plus grande trypanotolérance, parallèlement au choix des formats et des standards (HUT 1958). En effet, dans une population donnée de taurins, tous les animaux ne sont pas également résistants. ROELANTS *et al.* (1983) montre dans une épreuve portant sur des Baoulé que les deux tiers des animaux résistent bien dans des conditions difficiles tandis que le tiers restant est considéré comme aussi sensible que les zébus.

C'est le lieu de relever que les taurins trypanotolérants ainsi que les chèvres et moutons Djallonké sont de petite taille, sans pour autant dire que cette constatation revêt une grande importance pour expliquer l'acquisition de la propriété de résister. Ce moindre format n'est, sans doute, qu'une traduction de l'influence du milieu. En effet, de façon semblable, nous voyons que, dans la race humaine mélando-africaine, les ethnotypes sahéliens correspondant à la sous-race soudanaise sont de taille plus élevée que dans la sous-race guinéenne qui peuple le Golfe et la sous-race congolaise des forêts équatoriales et subéquatoriales (WEINER 1973).

Aux différences génétiques entre zébus et taurins trypanotolérants sont certainement associées des différences que révèlent des études de biochimie fondamentale, de physiologie et d'immunologie (MURRAY *et al.* 1979).

7.1.2. Traduction biologique de différences génétiques.

Différences dans les hémoglobines de zébus et de taurins — Analyse des hémotypes.

Les études en ce domaine sont dues à PETIT (1968, 1974), PETIT & QUEVAL (1972), BRAEND (1971), VOHRADSKY & MAZZANTI (1972), DOMINGO (1975-1976) et QUEVAL (1982). Les Ndama de race pure n'ont que l'hémoglobine de type A. Il en est de même des taurins Muturu et Lagune de race pure. Pour les Baoulé, apparemment moins purs, la fréquence génique est de 0,96 pour l'hémoglobine A et 0,04 (ce qui est très faible) pour l'hémoglobine B. EFREMOV & BRAEND (1965) ont trouvé également une hémoglobine D chez certains Muturu.

Chez les zébus, on trouve toujours au moins deux hémoglobines, A et B, et quelquefois une troisième constituée par l'hémoglobine C. Pour le zébu Gobra du Sénégal, la fréquence génique des allèles d'hémoglobine A est égale à 0,674 et celle d'hémoglobine de type B à 0,326.

Il est à noter que certains taurins de race améliorée comme les montbéliards ont une fréquence génique de 100% pour l'hémoglobine A et devraient faire l'objet d'épreuves multiples pour pouvoir éventuellement trouver des sujets résistants à croiser avec des taurins africains.

Hypothèse d'une corrélation avec des activités enzymatiques différentes.

On peut émettre des hypothèses qui sont à vérifier *in vitro* concernant le rôle de la glucose-6-phosphate déshydrogénase. FROMENTIN (1974), dans ses conclusions, après de nombreux essais de culture de trypanosomes *in vitro*, pense que la phosphorylation et la glycolyse des hématies entrant dans la composition des milieux classiques sont intimement liées à la multiplication des trypanosomes dont le métabolisme doit s'intégrer au cycle du glucose, au niveau où intervient la glucose-6-phosphate déshydrogénase. La déficience de celle-ci rompt à la fois le déroulement du cycle du glucose et le déroulement de la culture.

Les études de PETIT & QUEVAL (1972) n'ont pas permis de retenir comme différence biologique, entre zébus et taurins, la déficience en glucose-6-phosphate déshydrogénase.

Ces exemples indiquent des voies pour d'autres recherches. Les quelques résultats acquis par FROMENTIN (1974) ne sont pas généralisables car les expériences n'ont porté que sur *T. brucei gambiense* de l'homme et *T. rotatorium* de la grenouille. Du fait de la spécificité parasitaire, les processus diffèrent certainement suivant les trypanosomes et le terrain. C'est ce qu'il faut élucider sur la base hypothétique d'une corrélation entre la résistance (ou la sensibilité) et des activités enzymatiques, sous contrôle génétique chez les hôtes parasités.

D'autres investigations ont porté sur la purine nucléoside phosphorylase, l'anhydrase carbonique, la phosphoglucomutase, la transferrine, etc. Certains des résultats obtenus sont significatifs, en faisant la comparaison entre zébus et taurins, mais on

ne sait pas encore exactement le rôle de ces enzymes dans la traduction d'une plus grande résistance ou d'une plus grande sensibilité.

Mention spéciale doit toutefois être faite de la polyamine oxydase, présente dans le sérum des bovins et qui transforme la spermidine provenant de trypanosomes morts en produits secondaires pouvant à leur tour avoir une activité lytique sur les trypanosomes, indépendamment de tout anticorps. Concernant cette polyamine oxydase, il y a des différences significatives de concentration entre bovins sensibles à la trypanosomiase et bovins résistants (ROELANTS 1984).

Oligoéléments et autres différences relevées dans les études biochimiques.

Les analyses portant sur le zinc, le cuivre et le magnésium présents dans le sérum ont révélé que les animaux considérés comme sensibles ont significativement plus de zinc que les animaux résistants. Il faut pouvoir expliquer ces différences et les corréler à la trypanotolérance (ROELANTS 1984).

Selon LABOUCHE *et al.* (1960) l'urémie moyenne mensuelle des vaches à bosse (race zébu maure) est significativement moins élevée que celle des vaches sans bosse (race Ndama), d'âge sensiblement égal ; chez ces dernières, l'urémie moyenne mensuelle est plus accusée chez les animaux âgés que chez les sujets jeunes.

Concernant la protéinémie, LABOUCHE & AMALOU (1963) observent que celle du Ndama est significativement supérieure à celle des zébus pendant la saison humide et la première partie de la saison sèche. Ensuite, le phénomène s'inverse mais les différences ne sont pas significatives. Les zébus paraissent donc stabiliser leurs protéines sériques avec plus de succès que les Ndama. Les modalités d'élevage des deux races au cours de l'expérience permettent de dire qu'il s'agit de propriété intrinsèque des animaux étudiés, sans grand rapport avec l'habitat.

La possibilité de maintenir une protéinémie élevée conduit à considérer son incidence dans les phénomènes immunologiques.

Différences entre zébus et Ndama dans leur métabolisme digestif.

Des recherches, menées au Laboratoire de Physiologie de Dakar par ARCHAMBAULT DE VANCAY *et al.* (1971), montrent que les Ndama ont une supériorité marquée sur les zébus quant à la digestibilité de tous les composants de fourrage constitué par la paille de riz. Les résultats obtenus avec du foin de *Panicum* sont assez comparables (PUGLIESE & CALVET 1973). Les Ndama utilisent mieux que les zébus les rations contenant peu de cellulose et des quantités importantes d'extractif non azoté. L'utilisation de rations à base de coque d'arachide mélassée, supplémentée, montre une supériorité nette des Ndama dans la production des acides gras volatils, surtout manifeste pour l'acide acétique. Il faut une liaison entre ces études et les observations de physiopathologie abordées ci-dessous.

7.1.3. Immunologie.

Facteurs séro-immunologiques.

Si la protéinémie est souvent plus élevée chez les bovins Ndama, les taux d'anticorps circulants le sont aussi, mais la nature de ces anticorps est complexe.

Les explications de DESOWITZ (1959) sont à retenir. Selon cet auteur, les stimuli antigéniques reçus dès le jeune âge influent sur la réponse immunologique que fournira le bovin adulte. Le veau Ndama, déjà rendu partiellement immun par le colostrum maternel, deviendra hyperimmun s'il est soumis très tôt aux piqûres de glossines infectées. En l'absence de celles-ci, il ne fournira pas de réaction anamnétique plus importante que celle d'un zébu, même après plusieurs épreuves infectantes. La différence essentielle entre les races sensibles (zébus) et les races résistantes (Ndama) tiendrait au fait que ces dernières sont capables de maintenir un taux d'anticorps très élevé. De plus, les fractions d'immunoglobulines seraient moindres qualitativement et quantitativement chez les zébus et Ndama partiellement immuns comparés aux Ndama hyperimmuns.

Il faut cependant déplorer la rareté des expériences tendant à justifier ces raisonnements sur des bases immunochimiques incontestables. Les animaux utilisés dans la plupart des épreuves ont un passé incertain et ne sont pas nombreux, ce qui peut induire en erreur dans l'interprétation des faits immunologiques. En comparant des lots de Ndama avec des zébus et les produits de leur croisement, CHANDLER (1952, 1958) constate en particulier que le niveau des anticorps contre *T. vivax* est plus élevé quand il s'agit des Ndama mais du même ordre pour les trois types de bovins en ce qui concerne *T. congolense*. Selon DESOWITZ (1959, 1960), lorsque Ndama et zébus sont infectés pour la première fois, les réponses immunitaires sont similaires et le taux d'anticorps reste faible. Des bovins Muturu jamais trypanosomés ont même succombé à une primo-infection par *T. vivax*, sans produire d'anticorps appréciables. Cependant les Ndama, s'ils sont soumis à des épreuves infectantes renouvelées, deviennent hyperimmuns à l'égard de *T. congolense*.

Des anticorps agglutinants et précipitants ont été mis en évidence chez des animaux trypanotolérants. GRAY (1966), dans une étude portant sur 96 Ndama et métis Ndama-Muturu, élevés dans une région à enzootie trypanosomienne, constate que les sérums de 33 des bovins renferment des anticorps agglutinant *T. brucei*, le plus souvent à une dilution inférieure de 1/80, mais quelquefois jusqu'à 1/320. Dans une autre épreuve, il a mis en évidence chez 21 Keteku sur 25 des anticorps précipitants dirigés contre *T. vivax* ou bien *T. brucei*, voire les deux espèces à la fois.

S'agissant de ruminants sauvages, on peut penser que la trypanotolérance procède de faits similaires. LUCKINS (1975, 1976), après analyses de sérums de Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), constate que les changements dans la composition des IgM et IgG chez ces antilopes, lorsqu'elles sont infectées, sont semblables à ceux observés chez les bovins. De plus, les protéines totales sont en quantité plus importante chez les Guibs infectés que chez ceux qui ne le sont pas.

Ces différentes publications ne précisent pas la nature exacte des fractions de globulines selon la nomenclature actuelle (ROWE 1970) et, à travers elles, on n'a que peu de renseignements sur les séquences successives de globulines induisant la résistance sous l'influence des cellules à compétence immunitaire.

Les faits, en tout cas, sont loin d'être simples et de nombreuses études sont encore nécessaires pour élucider le mécanisme de la trypanotolérance. Il y a, sans nul doute, des séquences successives d'anticorps, élaborés conformément aux différents types d'antigènes qui varient dans le temps.

Le recours aux animaux de laboratoire permet cependant d'être beaucoup plus précis dans les interprétations. Les analyses immuno-chimiques réalisées au cours d'épreuves infectantes de souris plus sensibles ou plus résistantes à la trypanosomiase conduisent à la conclusion que les souris qui résistent produisent plus précocement des anticorps avec de faibles quantités d'antigènes représentés par des trypanosomes vivants (*T. congolense*) (ROELANTS 1984). L'augmentation des quantités de trypanosomes injectées retarde quelque peu la réponse immunitaire spécifique. Enfin, pour les souris sensibles, la réponse immunitaire est tardive et inefficace car elle se produit à un moment où la parasitémie a déjà atteint un seuil mortel. Les anticorps élaborés consistent essentiellement en IgM, T indépendant. Les phénomènes immunitaires liés à la résistance doivent se produire très tôt après l'infection primaire. Les épreuves secondaires se traduisent par une production, à nouveau, d'IgM mais aussi d'IgG1 et IgG2. Il ne semble pas qu'il y ait des différences quantitatives d'anticorps suivant la sensibilité ou la résistance des souris, mais seulement des différences dans la précocité d'apparition de ces anticorps.

On ne saurait passer sous silence le phénomène d'immunosuppression relaté dans la trypanosomiase bovine (HOMES *et al.* 1974). Expérimentalement, il est démontré chez des souris infectées de *T. brucei brucei* que les réponses immunitaires, perturbées par les trypanosomes, sont restaurées après traitement trypanocide (MURRAY *et al.* 1974). On peut se demander si l'immunosuppression revêt la même ampleur chez les taurins et les zébus. Les études se poursuivent, en particulier dans la race taurine Baoulé où on trouve des animaux sensibles ou résistants, en comparaison avec des zébus.

Quelques résultats sur un nombre très limité de bovins montrent que comme chez la souris, la résistance à la trypanosomiase semble liée à la possibilité, pour les animaux trypanotolérants, d'élaborer assez tôt des anticorps spécifiques.

Facteurs cellulaires.

Ce point doit faire l'objet d'une synthèse précise car il y a de nombreuses données dispersées dans la littérature.

Une étude comparée des formules leucocytaires chez les zébus et Ndama est à entreprendre dans le détail. Si la trypanosomiase peut être accompagnée d'une lymphocytose, il y a sans doute des changements au niveau de ces lymphocytes et

des conséquences sur la réponse immunitaire (MURRAY *et al.* 1974). NAYLOR (1966) note une éosinopénie dans la trypanosomiase des bovins.

Les résultats acquis, pour expliquer le rôle des cellules immunologiquement compétentes dans l'élaboration des anticorps au cours de la trypanosomiase, proviennent surtout d'expériences sur de petits animaux. On peut sans s'éloigner du sujet prendre en considération les trypanosomes du groupe de *Stercoraria*, dont les antigènes sont moins variables, car ils peuvent constituer des modèles pour appréhender la biologie plus complexe des espèces pathogènes transmises par les glossines. Pour quelques-uns de ces trypanosomes donc (*T. lewisi*, *T. musculi*), l'antigène ou ablastinogène, provenant de la surface de la membrane des parasites, à la phase initiale de l'infection, suscite la formation d'anticorps ou ablastine qui inhibe la division des trypanosomes. Un autre antigène serait à l'origine de l'élaboration d'anticorps agglutinants qui entraînent la disparition des trypanosomes au niveau du sang. Dans le cas de *T. musculi*, l'ablastine est probablement une immunoglobuline IgG sécrétée par les lymphocytes B avec la médiation des lymphocytes T, tandis que l'anticorps trypanocide est une IgM directement sécrétée par les cellules B (Anonyme 1975). La séquence immunologique consisterait, à une étape primaire, dans la stimulation des cellules B par les parasites en division, ce qui entraîne la formation d'anticorps trypanosomicides (IgM) ou l'augmentation de l'activité des macrophages : secondairement les cellules T, stimulées elles aussi, activent les cellules B pour leur production d'ablastine (IgG) (TARGETT *et al.* 1975).

Les résultats obtenus dans le groupe *Stercoraria* semblent de même nature que dans celui des *Salivaria*, qui renferment les espèces de trypanosomes pathogènes africains. Dans une note récente, ROELANTS (1984) rapporte des faits similaires : production d'anticorps neutralisant chez des souris résistantes : IgM d'abord indépendamment des lymphocytes T, puis secondairement à nouveau IgM et IgG1, IgG2 mais les faits sont nettement plus complexes avec les trypanosomes pathogènes du fait de la variation antigénique.

De même, ZAHALSKY & WEINBERG (1976) avaient pu démontrer l'élaboration d'IgM chez des rats infectés par une souche monomorphe de *T. brucei*. Cette souche pathogène tue normalement des rongeurs en 4 jours mais lorsque les rats sont traités par l'acéturate de diminazène (Bérenil) avant que les trypanosomes entreprennent de varier antigéniquement, il y a production d'anticorps agglutinants correspondant à l'IgM. Lors d'une seconde épreuve infectante, 60 jours après la première, il y a production d'anticorps IgG. Les auteurs concluent que l'interdépendance des lymphocytes T et B dans la production secondaire d'IgG n'est alors pas altérée, comme c'est le cas dans les infections naturelles. Celles-ci, en effet, sont caractérisées par des vagues parasitémiques dues à des populations successives de trypanosomes qui varient antigéniquement et par la suppression de la synthèse de l'IgG. Cela ramène à nouveau le sujet à un phénomène d'immunosuppression. Il paraît certain que la résistance contre les trypanosomes est liée à des phénomènes cellulaires où entrent en jeu des interactions complexes entre lymphocytes et

macrophages. TAKAYANAGI & NAKATAKE (1975), par un transfert passif de cellules spléniques prélevées sur des souris immunisées contre *T. gambiense*, arrivent à conférer ultérieurement la résistance à la réinfection. Des faits similaires avaient été constatés par VIENS *et al.* (1974a, 1974b). Mais les résultats obtenus chez les bovins sont actuellement contradictoires.

Sans doute y a-t-il une corrélation entre tous ces faits et le degré d'immunité et, par extension, la trypanotolérance dont le mécanisme est à élucider en continuant à prendre comme modèles les bovins eux-mêmes, en plus d'animaux de laboratoire.

7.1.4. Facteurs écologiques.

L'habitat, en particulier, tient pour beaucoup dans la manifestation de la trypanotolérance : les races à qui l'on reconnaît des qualités de résistance ne développent une prémunition qu'à la condition de vivre dans une région infestée de glossines. Cela a été mentionné ci-dessus en citant DESOWITZ (1959, 1960). Lorsque des bovins Ndama, élevés en région indemne de trypanosomiase, ont été transférés en zone infestée, ils ont contracté la maladie et n'ont survécu que grâce à des traitements.

Si des taurins trypanotolérants sont déplacés de leur aire d'origine dans une autre, tout aussi enzootique, ils peuvent présenter des signes de trypanosomiase au début de leur transfert. Cela tient au fait que les souches de trypanosomes ne sont pas les mêmes d'une région à une autre et qu'il faut un délai pour que les bêtes élaborent de nouveaux types d'anticorps. Mais, en général, il n'y a pas de maladie grave. FERGUSON (1967) rapporte le comportement excellent de taurins Muturu, provenant de diverses localités infestées, situées à une grande distance les unes des autres, et rassemblés dans une zone à faible densité de *Glossina palpalis* : ces animaux ont bien résisté. La conséquence principale qui découle de ces observations est qu'il est indispensable que les animaux destinés aux régions infestées soient élevés dans un habitat propre à induire une résistance et non hors des zones à tsé-tsé.

7.1.5. Facteurs physiopathologiques.

La résistance à la trypanosomiase est amoindrie par la malnutrition et les carences alimentaires. Bien que les études aient plus souvent porté sur les petits animaux de laboratoire, on sait que l'alimentation joue un grand rôle chez les bovins. MACLENNAN (1970), rapporte l'exemple frappant de zébus maintenus à l'Université d'Ibadan, avec risques de trypanosomiase, mais qui n'ont présenté qu'occasionnellement des signes de maladie, alors que leurs congénères, vivant dans un environnement similaire, n'ont pas résisté, parce que mal nourris. POJER (1951) pense que l'un des facteurs primordiaux de maintien de l'équilibre entre les trypanosomes et leur hôte se trouve dans une alimentation riche et abondante, à base de sucre, de préférence.

Le stress diminue aussi la résistance, de même que la fatigue, notamment chez les animaux de trait, et les maladies intercurrentes.

7.2. INDUCTION ARTIFICIELLE DE RÉSISTANCE.

En dehors de toute considération de particularités ethniques, il est possible d'induire un certain degré de résistance à la trypanosomiase. Il est en effet assez souvent observé que des animaux, sujets à la maladie dans les régions enzootiques, finissent par résister s'ils sont soumis à des traitements périodiques. Dans des essais pratiqués sur chèvres, en les infectant par *T. vivax* ou *T. congolense*, puis en les traitant par l'acéturate de diminazène, il ressort qu'après trois ou quatre épreuves, la parasitémie est faible et la survie prolongée. D'autres ont pu constater des faits similaires avec ce même trypanocide. Des tentatives d'induction de résistance chez le zébu sont à citer : entre autres celles de SMITH (1958) et de CUNNINGHAM (1966). Dans les expériences de SMITH, des zébus reçurent à intervalles de deux mois, sept doses de *T. congolense* et 7 de quinapyramine. Six mois après que la dernière dose eut été administrée, les animaux furent soumis 5 fois, à intervalles d'un mois, à des injections de la même souche de trypanosomes : ils ont bien résisté, contrairement aux témoins. CUNNINGHAM (1966), après avoir infecté des zébus par *T. brucei*, puis traité les animaux 14 jours plus tard avec le diminazène, constate la production d'anticorps neutralisants ; ce lot a résisté aux infections pendant une période allant jusqu'à 8 mois, tandis que les bêtes témoins devenaient parasitémiques en moins de 7 jours.

Toutefois, il semble que la résistance induite ne puisse pas s'établir dans des situations où les risques de trypanosomiase sont très élevés du fait de l'abondance et de la diversité des glossines et des types antigéniques variants de trypanosomes en circulation. Ainsi, WILSON *et al.* (1976) n'ont constaté chez les zébus d'Afrique de l'Est aucune augmentation de résistance en deux ans d'observation pendant lesquels les animaux devaient être constamment traités dans une région d'hyperenzootie trypanosomienne. Les mêmes auteurs, par une étude portant sur des bovins de race Boran, prouvent que les animaux développent une résistance partielle au bout de 2 ans s'ils reçoivent l'acéturate de diminazène chaque fois qu'ils présentent des signes cliniques de trypanosomiase. Par contre, lorsqu'ils sont traités uniquement après constatation d'une parasitémie patente, l'immunité ne se manifeste pas (WILSON *et al.* 1976).

Le mécanisme de l'induction de résistance après des traitements trypanocides renouvelés doit pouvoir être expliqué, tout comme dans la trypanotolérance naturelle, par la compétence immunitaire des cellules de la lignée lymphoïde de l'hôte. Il y a lieu, ici, de revenir aux travaux de MURRAY *et al.* (1974a, 1974b) qui constatent que chez la souris l'infection par *T. brucei* est suivie d'une altération de la réponse immunitaire vis-à-vis de certains autres antigènes, sans doute à cause d'altérations dans la population de lymphocytes B. Cependant, les réponses immunitaires sont rétablies après chimiothérapie. Ces auteurs accordent une grande importance au traitement trypanocide dans les régions où la trypanosomiase est endémique.

Il faut alors évoquer obligatoirement les phénomènes de pharmacorésistance, d'infection cryptique, de parasitémie sans signes cliniques, etc. qui impliquent une part de résistance artificielle de l'hôte. C'est dire la complexité du sujet du fait de l'intrication de phénomènes disparates obéissant à des lois biologiques encore insuffisamment connues dans l'étude de la trypanosomiase animale.

8. Épizootiologie et pathologie de la trypanosomiase chez les bovins et petits ruminants trypanotolérants

8.1. BOVINS.

Si l'avis presque unanime est que le bétail taurin trypanotolérant se comporte très différemment des zébus en ce qui concerne la résistance à la trypanosomiase, tout le monde n'est pas convaincu que cette maladie est inoffensive pour ce bétail dit résistant. En vérité, il s'agit d'une parasitose, et, même en admettant une innocuité, en terme médical, pour l'hôte tolérant, l'action spoliatrice n'en est pas moins certaine dans des situations où la parasitémie n'est pas maîtrisée à un niveau compatible avec une bonne productivité. C'est dire que, sur le plan économique, il y a souvent des pertes dans les productions, faute d'avoir des animaux qui résistent parfaitement. Cela est clairement illustré dans le paragraphe 4.1. qui indique une variation de la productivité en fonction du niveau de risque trypanosomien.

On peut noter une forte incidence de trypanosomiase chez le bétail taurin (CAMUS 1981) ; toutefois celle-ci est épisodique, très souvent saisonnière et liée à l'alimentation. MARTIGNOLLES & ADJOVI (1950) avaient noté au Fouta-Djallon que beaucoup de bovins présentaient des signes cliniques de trypanosomiase, confirmée parfois par la microscopie. La maladie était favorisée par la pénurie de pâturage en fin de saison des pluies et la situation n'avait pu être améliorée que grâce à des trypanocides. Les observations faites par IGE & AMODU (1974) sur des femelles de Ndama, exposées à des infections naturelles de *T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei* ou des infections mixtes, montrent que malgré la résistance des animaux, leur fertilité est affectée. Une étude réalisée en milieu villageois dans le nord de la Côte d'Ivoire met clairement en évidence l'importance économique des pertes dues à la trypanosomiase (CAMUS 1981).

En général, on trouve chez le bétail trypanotolérant les principales espèces de trypanosomes pathogènes du bétail africain : *T. vivax*, *T. congolense*, *T. brucei*.

MARTIGNOLLES & ADJOVI (1950) avaient relevé à Labé, en Guinée, les fréquences suivantes chez les animaux positifs : groupe de *T. congolense* : 24 ; de *T. brucei* : 65 ; infection mixte *T. congolense* - *T. brucei* : 134.

Dans une étude faite en Casamance, Sénégal, et qui remonte à 1968 (TOURE 1968-1983), on constate que les Ndama qui révèlent des trypanosomes pathogènes sont peu nombreux à la lecture des lames au microscope (1,8%). Par hémoculture, on trouve que 72,6% des Ndama hébergent *T. theileri*. Lors d'une enquête menée pendant la saison de pluies de 1975, dans une autre région de Casamance (Zi-

guinchor), sur 179 analyses de lames, seuls deux animaux présentent une parasitémie avec *T. congolense*; un grand nombre, comme précédemment, hébergent *T. theileri*. En 1976, une autre série d'analyses indique deux infections apparentes de *T. congolense* et 34 de *T. theileri* sur 189 bovins (TOURÉ, *op. cit.*).

En faisant le bilan d'observations portant sur plusieurs années, il apparaît qu'au Sénégal, dans l'aire d'élevage des Ndama, lorsque la parasitémie est lisible sur lames, le pourcentage d'infection par *T. congolense* est nettement supérieur à celui des autres espèces de trypanosomes pathogènes (TOURÉ *et al.* 1974). A titre d'exemple, les résultats obtenus en mai 1974 sur 298 Ndama indiquent que : 33 ont une parasitémie lisible soit 11,4% ; 29 de ces animaux hébergent *T. congolense*, soit 88% des cas positifs, 3 *T. vivax*, soit 9% et 1 présente une infection mixte de *T. congolense* — *T. vivax*.

Il a été observé quelquefois, en particulier au Nigéria, que le bétail exposé pour la première fois au risque de tsé-tsé, présente plus fréquemment des infections à *T. vivax*, alors que chez celui qui est né ou a été élevé dans les régions contaminées, les infections à *T. congolense* prédominent. La nature de la réponse immunitaire chez l'animal pourrait être la principale cause de cette réponse à l'infection.

Telle est une conclusion du rapporteur de la section *Epizootiologie de la Trypanosomiase*, lors du Colloque de Paris, tenu en mars 1974. C'est une explication que l'on peut retenir en partie. Mais on peut aussi penser que les Ndama résistent moins bien contre *T. congolense*. Ainsi, des ânes et des bovins, placés dans le même habitat, dans la province du Niombato, Sénégal, ont des pourcentages d'infection différents : sur 31 analyses pratiquées sur des Ndama suspects, 12 sont positives avec 11 fois *T. congolense* et une seule fois *T. vivax* ; par contre sur 12 ânes examinés, on trouve, 8 infectés : 5 fois *T. vivax*, 1 fois *T. congolense*, 1 fois *T. vivax* — *T. congolense* et 1 fois *T. vivax* — *T. brucei* (TOURÉ 1968-1983).

Les statistiques sur les pourcentages d'animaux Ndama présentant une parasitémie lisible donnent cependant des résultats inconstants et variables suivant les localités et les époques de l'année. Le pourcentage peut atteindre 11 à 15% dans les cas de moyenne infestation. Cependant, des valeurs de 22 à 40% ont été observées en décembre, période qui suit l'hivernage et où les glossines sont encore très nombreuses. Dans l'aire d'élevage des métis Diakoré, le nombre de bêtes infectées est généralement élevé, jusqu'à 55%, comme indiqué dans une note antérieure (TOURÉ 1971).

Il faut également remarquer que dans l'aire d'élevage des Ndama, les animaux qui ont différentes robes peuvent présenter des différences dans leur parasitémie (GUEYE *et al.* 1981, TOURÉ *et al.* 1981) : les robes pie et les robes noires présentent des parasitémies assez basses et ne devraient pas être écartées dans les centres qui sélectionnent du bétail trypanotolérant et où le seul critère actuellement retenu est la robe froment. Ce qu'il faut rechercher, ce sont des animaux qui résistent bien à la maladie et ont une bonne productivité et non des troupeaux phénotypiquement

homogènes. L'extériorisation d'un phénotype de bétail trypanotolérant peut d'ailleurs ne pas être corrélée à une bonne résistance.

Il arrive que les bovins trypanotolérants manifestent une trypanosomiase clinique mortelle, aiguë ou chronique. Les symptômes de maladie sont alors les mêmes que ceux classiquement observés : accès parasitémiques accompagnés d'hyperthermie, nonchalance, larmolement, hypertrophie ganglionnaire, anémie sévère. Les faits pathologiques et les causes de la mort ne diffèrent pas, dans ces cas, de la maladie des zébus. L'évolution chronique peut entraîner la mort mais si les conditions s'améliorent, les animaux trypanotolérants peuvent se rétablir de façon satisfaisante.

8.2. PETITS RUMINANTS.

Les statistiques épizootiologiques sont rares concernant les chèvres et les moutons trypanotolérants. Il semble, ici aussi, que les infections par *T. congolense* l'emportent sur celles par *T. vivax*.

Il y a lieu de compléter les enquêtes d'épizootiologie concernant la trypanosomiase chez les races trypanotolérantes dans les différents pays où vivent ces animaux. Certes, des données existent en ce domaine mais la plupart ne sont pas actuelles et l'épizootiologie est une science dynamique dont les sujets d'étude sont soumis à des variations dans le temps et suivant les régions. Nécessaires aussi sont les recherches sur les maladies des bovins trypanotolérants autres que la trypanosomiase car les affections intercurrentes diminuent la résistance à cette maladie et compromettent certainement un bon rendement dans les élevages.

9. Autres maladies pouvant affecter ou non le bétail trypanotolérant

Les helminthoses qui affectent les zébus touchent également les taurins. Cependant l'apparition de maladie gastro-intestinale helminthique dépend de plusieurs facteurs dont l'alternance des saisons et les cycles d'abondance ou de disette alimentaire. Les taurins sont élevés dans des zones plus riches et leur maladie est moins sévère quand il s'agit de nématodose. Cependant, ces mêmes zones sont plus humides et cela explique une plus grande fréquence de la fasciolose due à *Fasciola gigantica*.

La brucellose est généralement fréquente dans l'aire d'élevage des taurins mais peu de renseignements sont disponibles sur l'impact économique de la maladie. La vaccination anti-brucellose est rarement pratiquée. Il serait temps cependant de l'inclure dans les actions sanitaires car la brucellose gêne les transactions commerciales sur le bétail trypanotolérant.

Les taurins semblent par contre manifester une meilleure résistance que les zébus à l'égard de la nécrobacillose du pied, la streptothricose, l'anaplasmosse et la babésiose. Cependant, les jeunes peuvent souffrir de streptothricose aiguë comme

cela a été observé sur des veaux Ndama en haute Casamance, au Sénégal (TOURÉ, observation personnelle).

Concernant les petits ruminants, encore une fois, peu de renseignements sont disponibles. Moutons et chèvres Djallonké sont très sensibles à la peste des petits ruminants. De plus, dans leur aire d'élevage, les moutons Djallonké souffrent d'une maladie nerveuse jusqu'à maintenant mystérieuse et qui fait l'objet de recherche dans plusieurs pays.

On ne saurait terminer cette synthèse sans aborder les nombreux efforts de recherches qui sont faits actuellement pour comprendre la trypanotolérance et préciser la productivité du bétail trypanotolérant.

10. Recherches en cours et vulgarisation

En Afrique de l'Ouest, plusieurs centres ou stations de recherches étudient la trypanotolérance et le bétail trypanotolérant. L'étude FAO (1980) présente la localisation et les activités de la plupart d'entre eux. Les principaux sont :

- Le Centre de Recherches sur la Trypanosomiase animale (CRTA), basé à Bobo-Dioulasso et dont les résultats les plus récents ont été plusieurs fois cités concernant la trypanotolérance des Baoulé et l'héritabilité de la résistance sur modèle souris ;
- Le Centre de Recherches et d'élevage d'Avetonou - Togo, qui étudie la race Lagunaire ainsi que des noyaux importés de Ndama et de Baoulé ;
- Le Centre international sur la trypanotolérance qui vient de s'implanter en Gambie avec un volet développement financé par la Banque africaine de Développement (BAD) et un volet recherche financé par le Fonds européen de Développement (FED) ;
- Les stations expérimentales de sélection et multiplication de bétail trypanotolérant au Sénégal, en Gambie, au Mali, en Guinée, Côte d'Ivoire, Togo, Bénin, etc.

De nombreuses autres activités ont cours en Afrique centrale. De plus, le Laboratoire international de Recherches sur les Maladies animales (LIRMA) basé à Nairobi contribue à élucider la trypanotolérance par des recherches très poussées.

Le Centre international pour l'Élevage en Afrique (CIPEA) a, de son côté, bien saisi l'importance du problème et coordonne un réseau de recherches nationales sur le bétail trypanotolérant et des études sur l'épidémiologie parasitaire du bétail dans différents milieux. Actuellement, le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Congo, le Gabon, la Gambie, le Nigéria, le Sénégal, le Togo et le Zaïre sont membres du réseau.

Face aux très grandes difficultés liées à la lutte antivectorielle, aux aléas de la chimiothérapie de la trypanosomiase et enfin à l'incertitude quant à la découverte d'un vaccin contre la maladie, l'élevage de bétail trypanotolérant constitue une voie plus prometteuse que jamais pour développer la production animale à partir de ruminants domestiques ou sauvages. Ce type d'élevage doit occuper une place

encore plus grande dans la nouvelle stratégie de développement des zones concernées par la trypanosomiase animale africaine.

Conclusion

Il est manifeste que les taurins d'Afrique occidentale et centrale sont trypanotolérants, par opposition aux zébus. Cependant, on ne dispose pas encore, à ce jour, de données exactes quant au mécanisme, à la permanence et aux limites de la trypanotolérance.

Des informations obtenues jusqu'ici, on peut admettre qu'il n'existe pas de trypanotolérance absolue, mais qu'elle n'est que relative. Celle-ci paraît résulter de deux composants : le caractère héréditaire de la race et les réactions biologiques acquises. On retiendra en outre qu'à l'intérieur d'une race les individus ont une résistance variable et qu'il faut nécessairement des épreuves pour sélectionner les animaux les plus résistants.

En outre, l'entretien de la tolérance dépend vraisemblablement de la fréquence et de l'intensité des réinfections, ainsi que de tous les facteurs stressants qui peuvent exercer une influence sur la formation des anticorps. Ces facteurs sont, en premier lieu, l'insuffisance alimentaire, le travail excessif, les helminthoses, les maladies infectieuses, les troubles d'adaptation à un nouveau biotope.

Pour les populations taurines telles qu'elles existent actuellement et pour les petits ruminants Djallonké, tolérance ne signifie pas résistance et de nombreux travaux ont souligné que cette tolérance est subordonnée à un large éventail d'influences de l'environnement et représente, en raison de cela, un état labile relatif et réversible.

L'attention doit être attirée sur la nécessité d'un plan de diffusion des animaux trypanotolérants qui accorderait une aussi grande importance à l'ethnologie des races, leur élevage, leur sélection, leur multiplication, leur croisement avec d'autres souches, qu'à tous les problèmes de pathologie qui pourraient constituer un obstacle dans ces efforts.

La sélection de la résistance naturelle (HUT 1958) et l'induction de la résistance grâce aux recherches sont parmi les actions prioritaires pour développer l'élevage dans tous les pays d'Afrique concernés par la trypanosomiase animale.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, 1975. Ablastin : the phenomenon. — *Expl. Parasit.*, **38** (3) : 303-369.
- ARCHAMBAULT DE VENCAY, J., CALVET, H. & BOUDERGUES, R. 1971. Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux. Troisième partie. — *Rev. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** (2) : 307-312.
- BRAEND, M. 1971. Haemoglobin variants in cattle. — *Anim. Blood Grps Biochem. Genet.*, **2** (1) : 15-25.

- BUADU, M. K. 1972. The reproductive potential of dwarf goats in the humid forest zone of Ashanti. — *In*: Proceedings of the Fifth Animal Science Symposium, Faculty of Agriculture, Kumasi University.
- BÜNGENER, W. & MEHLITZ, D. 1976. Experimental *Trypanosoma* infections in Cameroon dwarf goats : histopathological observations. — *Tropenmed. Parasit.*, **27** (4) : 405-410.
- CAMUS, E. 1981. Évaluation économique des pertes provoquées par la trypanosomose sur quatre types génétiques bovins dans le nord de la Côte d'Ivoire. — *Rev. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, **34** (3) : 297-302.
- CECCALDI, J. & VAUCEL, M. 1956. Concerning a sleeping sickness patient observed at irregular intervals during 16 years (Chronic infection or reinfection). ISCIR, 6^e réunion (Salisbury), pp. 185-191.
- CHANDLER, R. L. 1952. Étude comparative sur la résistance aux trypanosomiasés du Ndama de l'Ouest africain. — *Ann. trop. Med. Parasit.*, **46** (2) : 127-134.
- CHANDLER, R. L. 1958. Studies on tolerance of Ndama cattle to trypanosomiasis. — *J. comp. Path. Ther.*, **68** : 253-260.
- CHOQUEL, P. 1969. Intérêt et utilisation de bovins trypanotolérants. — Thèse Doct. vét. Alfort, 1969, N° 22, 175 pp.
- CIPEA/ILCA. 1984. Rapport annuel 1983. Amélioration des systèmes d'élevage et d'agriculture mixte en Afrique. — CIPEA, Addis Abéba.
- COULOMB, J., GRUVEL, J., MOREL, P., PERREAU, P., QUEVAL, R. & TIBAYRENC, R. 1977. La trypanotolérance — synthèse des connaissances actuelles. — IEMVT, Maisons-Alfort.
- CUNNINGHAM, M. P. 1966. Vaccination du bétail contre les trypanosomes par l'infection et le traitement. — ISCTR, 11^e réunion (Nairobi), OUA/CSTR, publi. n° 100, pp. 63-67.
- DESOWITZ, R. S. 1959. Studies on immunity and host parasite relationships. I. The immunological response of resistant and susceptible breeds of cattle to trypanosomal challenge. — *Ann. trop. Med. Parasit.*, **53** : 293-313.
- DESOWITZ, R. S. 1960. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **54** : 281-292.
- DETMERS, A. & HILL, D. H. 1974. Animal breeding in Nigeria. — *In*: First World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Volume 3, Madrid, pp. 811-820.
- DOMINGO, A. M. 1975-1976. Contribution à l'étude de la population bovine des États du Golfe de Bénin. — Thèse Doct. d'État vét., École inter-États des Sciences et Médecine vétérinaires de Dakar, n° 1, 149 pp., polycopié.
- DUMAS, R. 1973. Projet de développement de l'élevage dans le sud du Mali. — Paris IEMVT/SEDES, 139 pp.
- EFREMOV, G. & BRAEND, M. 1965. A new hemoglobin in cattle. — *Acta veter. Scandinav.* **6** : 109-111.
- FAO, 1980. Le bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et centrale. 2 volumes.
- FAO, OMS, OIE. 1983. *Annuaire de la santé animale*.
- FAO/PNUD. 1977. Projet de développement de la culture attelée et de la production animale. — DP/BEN/72/015, Rome.
- FERGUSON, W. 1967. Maturu cattle of Western Nigeria. II. survivability and growth performances in an area of light *Glossina palpalis* density. — *J. W. Afr. Sci. Ass.*, **12** : 37-44.
- FIENNES, R. N. T. W. 1970. Pathogenesis and pathology of animal trypanosomiasis. — *In*: MULLIGAN (H. W.), ed., The African trypanosomiasis, G. Allen and Unwin Ltd, pp. 729-750.

- FROMENTIN, H. 1974. Culture des trypanosomes en milieux semi-synthétiques et synthétiques. Colloque sur les moyens de lutte contre les Trypanosomes et leurs vecteurs (Paris, 12-15 mars 1974). Maisons-Alfort, I E M V T, pp. 169-171.
- GINISTY, L. 1976. Amélioration de la productivité des petits ruminants. — *In*: Centre de Recherches zootechniques de Minankro-Bouaké, Rapport annuel succinct. Ministère de la Recherche scientifique, Bouaké.
- GRAY, A. R. 1966. Immunological studies on the epizootiology of *Trypanosoma brucei* in Nigeria. — ISCTR, 11^e réunion (Nairobi), OUA/CSTR, publ. n° 100, pp. 57-62.
- GRIFFIN, L. & ALLONBY, E. W. 1979. Studies on the epidemiology of trypanosomiasis in sheep and goats in Kenya. — *Trop. anim. Hlth Prod.*, **11** (3) : 133-142.
- GUEYE, E., NICOLAS, A. & TOURÉ, S. M. 1981. Couleur de la robe chez les Ndama de haute Casamance, Sénégal. — *Rev. Élev. Méd. vét. Pays trop.* **34** (3) : 275-279.
- HAMON, R. 1969. Création, amélioration et performances d'une race de bovins de trait au CNRA de Bambey. — *In*: IEMVT, Colloque sur l'élevage (Fort Lamy).
- HOARE, C. A. 1972. The trypanosomes of Mammals. A zoological Monograph. — Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edingburgh, xvii + 749 pp.
- HOMES, P. H., MAMMO, E. *et al.* 1974. Immunosuppression in bovine trypanosomiasis. — *Vet. Rec.*, **95** : 86-87.
- HUT, F. B. 1958. Genetic resistance to disease in domestic animals. — Constable and Company Ltd, London, 198 pp.
- IEMVT 1974. Les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs. — Actes du Colloque (Paris, 12-15 mars 1974), Maisons-Alfort.
- IGE, K. & AMODU, A. A. 1974. Studies on the pathogenesis of trypanosomiasis for Ndama cattle. — ISCTRC, 14^e réunion (Dakar), publication n° 109, pp. 159-162.
- LABOUCHE, C., AMALOU, P. & SAUVESTRE, M. 1960. Influence de la race et de l'âge sur l'urémie des vaches tropicales soumises à une alimentation naturelle. — *C. R. Séanc. Acad. Sci.* (Paris), **251** : 2592-2593.
- LABOUCHE, C. & AMALOU, P. 1963. Variations physiologiques des protéines totales du sérum de vache adulte en milieu tropical. — *C. R. Soc. Biol.*, **157** : 604-609.
- LAPEYSSONNIE, L. 1960. Deuxième note concernant un cas exceptionnel de trypanosomiase. Parasitémie observée depuis 21 ans sans signes cliniques appréciables chez une malade traitée inefficacement pendant les dix premières années. *Bull. Soc. Path. exot.*, **53** (1) : 28-32.
- LARRAT, R., CAMARA, A. & CHALUMEAU, P. 1948. Les bovins Ndama du Sénégal. — *Bull. Serv. Elev. Ind. anim.*, A.O.F., **1** (4) : 15-21.
- LUCKINS, A. G. 1975a. Serum immunoglobulin levels and electrophoretic patterns of serum protéins in *Trypanosoma* infected bush buck (*Tragelaphus scriptus*). — *Ann. trop. Med. Parasit.*, **69** : 337-344.
- LUCKINS, A. G. 1975b. Serum protein levels in trypanosome infected wild bush buck (*Tragelaphus scriptus*). — *Trans. r. Soc. trop. Med. Hyg.*, **69** (2) : 272-273.
- MACLENNAN, K. J. R. 1970. Practical application of measures for the control of tsetse-borne trypanosomiases of livestock. — *In*: MULLIGAN, H. W., ed., The African trypanosomiases. G. Allen and Unwin Ltd, pp. 799-821.
- MARTIGNOLLES, J. & ADJOVI, P. 1950. Traitement au bromure de dimidium de bovins atteints de trypanosomiase dans le Fouta-Djallon. — *Bull. Serv. Elev. Ind. anim.*, A.O.F., **3** (2-3) : 25-27.

- MATTHEWMAN, R. W. 1977. Small livestock production in two villages in the forest and derived savanna zones of southwest Nigeria : *AES Research Bull.*, 1, Department of Agricultural Extension Services, University of Ibadan, 51 pp.
- MONNIER-CAMBON, J. 1964. Étude des chromosomes de *Bos indicus*. — *C. R. Séanc. Acad. Sci. (Paris)*, 259 : 3840-3843.
- MURRAY, P. K., JENNINGS, F. W., MURRAY, M. & URQUHART, G. M. 1974a. Immunosuppression in trypanosomiasis. — In: SOULSBY, J. L. (ed.) Parasitic zoonoses, Academic Press, New-York, U.S.A., London, U.D.
- MURRAY, P. K., JENNING, F. W. *et al.* 1974b. The nature of immunosuppression in *Trypanosoma brucei* infections in mice. I. The role of the macrophage. II. The role of T and B lymphocytes. — *Immunology*, 27 (5) : 815-824 ; 825-840.
- MURRAY, M., MORRISON, W. I. *et al.* 1979. Trypanotolerance. A review. — *World Animal Rev. (FAO)*, 31 : 2-11.
- MURRAY, M., CLIFFORD, D. J. *et al.* 1981. Susceptibility to african Trypanosomiasis of Ndama and Zebu in area of *Glossina morsitans morsitans* challenge. — *The Veterinary Record*, pp. 503-510.
- NAYLOR, D. 1966. Blood eosinophil levels in cattle infected with trypanosomes. — *Rep. E. Afr. Tryp. Res. Org.*, pp. 71-72.
- OYENUGA, V. A. 1967. Agriculture in Nigeria. — FAO, Rome, 308 pp.
- PAGOT, J. 1974. Les races trypanotolérantes. — Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs (Paris, 12-15 mars 1974), pp. 235-248.
- PEITZ, J. P. 1968. Détermination de la nature des hémoglobines chez 982 bovins africains et malgaches (taurins et zébus) par électrophorèse sur acétate de cellulose. — *Rev. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 21 (3) : 405-413.
- PEITZ, J. P. 1974. La trypanotolérance. — Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs (Paris, 12-15 mars 1974), pp. 255-256.
- PEITZ, J. P. & QUEVAL, R. 1972. Le polymorphisme biochimique chez les bovins ; étude de la glucose 6 - phosphate déhydrogénase. — *Rev. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 25 (3) : 375-382.
- PINDER, M. 1984. *Trypanosoma congolense* — Genetic control of resistance to infection in mice. — *Experimental Parasitology*, 57, 185-194.
- POJER, G. 1951. Immunité, immunisation, prémunition et trypanosomiase animale. — *Bull. agric. Congo belge*, 42 : 369-380.
- PUGLIESE, P. L. & CALVET, H. 1973. Type d'animal à traiter en embouche intensive : Résultats de quatre années d'expériences au Sénégal. — In: IEMVT, Colloque sur l'embouche intensive des bovins en pays tropicaux (Dakar).
- QUEVAL, R. 1982. Les marqueurs génétiques des races bovines. — Actes du Séminaire sur Trypanotolérance et Production animale (Lomé, 10-14 mai 1982), Eschborn, RFA.
- ROBERTS, C. J. & GRAY, A. R. 1973a. Studies on trypanosome-resistant cattle. I. The breeding and growth performance of Ndama, Muturu and Zebu cattle maintained under the same conditions of husbandry. — *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 5 (4) : 211-219.
- ROBERTS, C. J. & GRAY, A. R. 1973b. Studies on trypanosome-resistant cattle. II. The effect of trypanosomiasis on Ndama, Muturu and Zebu cattle. — *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 5 (4) : 220-233.
- ROELANTS, G. E., TAMBOURA, I., SIDIKI, D. B., BASSINGA, A. & PINDER, M. 1983. Trypanotolerance. An individual not a breed character. — *Acta tropica*, 40 : 99-104.

- ROELANTS, G. E. 1984. Immunobiology of African Trypanosomiasis. — *In*: Contemporary Topics in Immunobiology. John Marchalonis, editor, Plenum Publishing Corporation, vol. 12, pp. 225-274.
- ROMBAUT, D. & VAN VLAENDEREN, G. 1976. Le mouton Djallonké de Côte d'Ivoire en milieu villageois : Comportement et alimentation. — *Rev. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** (2) : 157-172.
- ROSS, G. R. & BLAIR, D. M. 1956. "Healthy carrier" cases of human trypanosomiasis in Southern Rhodesia. — ISCTR, 6^e réunion (Salisbury), pp. 9-16.
- ROWE, D. S. 1970. Nomenclature of immunoglobulins. — *Nature*, **228** (5271) : 509-511.
- SMITH, I. M. 1958. The protection against trypanosomiasis conferred on cattle by repeated doses of Antrycide, alone or with *Trypanosoma congolense*. — *Ann. trop. Med. Parasit.*, **52** : 391-401.
- STARKEY, P. H. 1984. Ndama cattle. A productive trypanotolerant breed. — *World Animal Rev.* (FAO), **50** : 2-15.
- STEWART, J. 1951. The West African Shorthorn cattle. Their value to Africa as trypanosomiasis — resistant animals. — *Vet. Rec.*, **63** (27) : 154.
- TAKAYANAGI, T., NAKATAKE, Y. 1975. Trypanosoma gambiense : enhancement of agglutinin and protection in subpopulation by immune spleen cells. — *Expl. Parasit.*, **38** (2) : 233-239.
- TARGETT, G. A. T., VIENS, P., LUMSDEN, W. H. R. 1975. The immunological response of CBA mice to Trypanosoma musculi. I. Elimination of the parasite from the blood. II. Mechanisms of protective immunity. — *Int. J. Parasit.*, **5** (2) : 231-234 ; 235-239.
- TOURÉ, S. M. 1971. Les trypanosomiasés animales au Sénégal. Épizootologie et moyens de lutte. — *Bull. Off. int. Epizoot.*, **76** : 235-241.
- TOURÉ, S. M. 1977. La trypanotolérance. Revue des connaissances. — *Rev. Élev. Méd. vétér. Pays trop.*, **30** (2) : 157-174.
- TOURÉ, S. M., BOUFFET, P. & KEBE, B. 1974. Fréquence comparée des différentes espèces de trypanosomes chez les bovins de race Ndama au Sénégal. — ISCTRC, 14^e réunion (Dakar), OUA/CSTR, publication.
- TOURÉ, S. M., GUEYE, A., SEYE, M. *et al.* 1978. Expérience de pathologie comparée entre bovins Zébu et Ndama soumis à l'infection naturelle par des trypanosomes pathogènes. — *Rev. Élev. Méd. vét. Pays trop.*, **31** (3) : 293-313.
- TOURÉ, S. M., SEYE, M., GUEYE, E. & DIAITE, A. 1981. Études comparatives sur bovins Ndama de haute Casamance pour évaluer leur trypanotolérance en fonction de la couleur de leur robe. — *Rev. Elev. vétér. Pays trop.*, **34** (3) : 281-287.
- TOURÉ, S. M., SEYE, M. *et al.* 1981b. Trypanotolérance. Études de pathologie comparée entre moutons Djallonké et moutons Peulh du Sahel. — Conseil scientifique international de Recherche sur la Trypanosomiasé et son Contrôle, publication n° 112, OUA/STRC, pp. 326-336.
- TOURÉ, S. M. *et al.* 1968-1983. Rapports du Service de Parasitologie. — *In* : Rapports annuels, Laboratoire national de l'Élevage et de Recherches vétérinaires, Dakar, Sénégal.
- VALLERAND, F. & BRANCKAERT, R. 1975. La race ovine Djallonké au Cameroun. Potentialités zootechniques, conditions d'élevage, avenir. — *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** (4) : 523-545.
- VIENS, P., POULIOT, P. & TARGETT, G. A. T. 1974a. Cell-mediated immunity during infection of CBA mice with *Trypanosoma musculi*. — *Can. J. Microbiol.* **20** (1) : 105-106.

- VIENS, P., TARGETT, G. T. A. *et al.* 1974b. The immunological response of CBA mice to *Trypanosoma masculi*. Initial control of the infection and the effect of T-cell deprivation. — *Clin. exp. Immunol.*, **16** (2) : 273-293.
- VOHRADSKY, F. & MAZZANTI, C. 1972. Différenciation par électrophorèse des hémoglobines de bovins du Ghana (Electrophoretically different haemoglobines of cattle in Ghana). — *Acta vet. Brno*, **41** (4) : 385-392.
- WEINER, J. S. 1973. Les races humaines. — *In*: BURTON, M. & BURTON, R., Encyclopédie universelle des animaux. Editoservice, Genève, pp. 2291-2329.
- WILSON, A. J., PARIS, J. *et al.* 1976. Observations on a herd of beef cattle maintained in a tsetse are. II. Assessment of the development of immunity in association with trypanocidal drug treatment. — *Trop. anim. Hlth. Prod.*, **8** (1) : 1-11.
- ZAHALSKY, A. C. & WEINBERG, R. L. 1976. Immunity to monomorphic *Trypanosoma brucei*: humoral response. — *J. Parasit.*, **62** (1) : 15-19.

Zitting van 27 mei 1986

(Uittreksel van de notulen)

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

Zijn bovendien aanwezig : De HH. P. Basilewsky, M. De Smet, C. Donis, A. Fain, J. Jadin, P. G. Janssens, J. Meyer, J. Mortelmans, H. Nicolai, J. Opsomer, P. Raucq, W. Robyns, J. Semal, C. Sys, R. Tavernier, R. Vanbreuseghem, H. Vis, werkende leden ; de HH. F. De Meuter, C. Fieremans, J.-P. Gosse, C. Schyns, M. Wéry, geassocieerde leden ; de H. F. Gatti, corresponderend lid ; de H. J. Comhaire, lid van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen en de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd : De HH. I. Beghin, J. Boly, J. Bouharmont, J. Bouillon, J. Cap, J. Decelle, M. Deliens, R. Dudal, P. Gourou, J.-M. Henry, J. Lepersonne, L. Peeters, M. Reynders, J. Thorez, J. Van Riel.

Lofrede van de H. Denis Thienpont

De Directeur begroet de familie en de medewerkers van de H. D. Thienpont, eregeassocieerd lid van de Academie, overleden te Turnhout op 4 november 1985.

De H. P.G. Janssens spreekt vervolgens de hulde uit van onze betreunde Confrater.

Deze lofredre zal verschijnen in het *Jaarboek* 1986.

«Lacs peu profonds et zones humides du bassin du Zaïre : Quelques caractéristiques»

De H. J.-J. Symoens stelt hierover een studie voor, opgesteld in samenwerking met de H. P. Compère.

De HH. F. Gatti, R. Vanbreuseghem, A. Fain en J.-P. Gosse komen tussen in de bespreking.

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

«Présentation du CLOFFA (Catalogue des poissons d'eau douce d'Afrique)»

De H. J.-P. Gosse stelt deze publikatie voor die het resultaat is van een vruchtbare internationale samenwerking, waarvan de uitgave nu verzekerd wordt door het Koninklijk Instituut voor Natuurwetenschappen, het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (België) en het «Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer» (Frankrijk).

Séance du 27 mai 1986

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur de la Classe, M. J. Delhal, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. P. Basilewsky, M. De Smet, C. Donis, A. Fain, J. Jadin, P. G. Janssens, J. Meyer, J. Mortelmans, H. Nicolai, J. Opsomer, P. Raucq, W. Robyns, J. Semal, C. Sys, R. Tavernier, R. Vanbreuseghem, H. Vis, membres titulaires ; MM. F. De Meuter, C. Fieremans, J.-P. Gosse, C. Schyns, M. Wéry, membres associés ; M. F. Gatti, membre correspondant ; M. J. Comhaire, membre de la Classe des Sciences morales et politiques et M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

Absents et excusés : MM. I. Beghin, J. Boly, J. Bouharmont, J. Bouillon, J. Cap, J. Decelle, M. Deliens, R. Dudal, P. Gourou, J.-M. Henry, J. Lepersonne, L. Peeters, M. Reynders, J. Thorez, J. Van Riel.

Éloge de M. Denis Thienpont

Le Directeur accueille la famille et les collaborateurs de M. D. Thienpont, membre associé honoraire de l'Académie, décédé à Turnhout le 4 novembre 1985.

M. P.G. Janssens prononce ensuite l'éloge de notre regretté Confrère.

Cet éloge paraîtra dans l'*Annuaire* 1986.

Lacs peu profonds et zones humides du bassin du Zaïre : Quelques caractéristiques

M. J.-J. Symoens présente une étude à ce sujet, rédigée en collaboration avec M. P. Compère.

MM. F. Gatti, R. Vanbreuseghem, A. Fain et J.-P. Gosse interviennent dans la discussion.

La Classe décide de publier ce travail dans la collection des Mémoires in-8°.

Présentation du CLOFFA (Catalogue des poissons d'eau douce d'Afrique)

M. J.-P. Gosse présente cette publication, résultat d'une féconde collaboration internationale, dont l'édition est à présent assurée conjointement par l'Institut royal des Sciences naturelles, le Musée royal de l'Afrique centrale (Belgique) et l'Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer (France).

De HH. A. Fain, J.-J. Symoens en R. Vanbreuseghem komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze voorstellingsnota te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 417-420).

«La lèpre dans le Tiers Monde»

De H. M. Lechat heeft hierover een mededeling voorgesteld op de zitting van 22 april 1986.

De Klasse duidt de HH. J. Cap en R. Vanbreuseghem als verslaggevers aan.

Jaarlijkse wedstrijd 1986

Één werk werd regelmatig ingediend als antwoord op de derde vraag :

DE DAPPER, M. : Late Quaternary geomorphological evolution in the Uplands of Peninsular Malaysia.

De Klasse duidt de HH. J. Alexandre, L. Peeters en R. Tavernier als verslaggevers aan.

Tropicultura

De Vaste Secretaris vestigt de aandacht van de leden van de Klasse op de aflevering van het tijdschrift *Tropicultura* (3, nr 3, 1985) dat zopas van de pers kwam, waarvan het hoofdartikel gewijd is aan de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen en, in het bijzonder, aan haar activiteiten op gebied van de agronomie en aanverwante disciplines.

Erelidmaatschap

De H. P. Benoit werd tot het erelidmaatschap bevorderd bij koninklijk besluit van 11 maart 1986.

De zitting wordt gegeven te 17 h.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

MM. A. Fain, J.-J. Symoens et R. Vanbreuseghem interviennent dans la discussion.

La Classe décide de publier cette note de présentation dans le *Bulletin des Séances* (pp. 417-420).

La lèpre dans le Tiers Monde

M. M. Lechat a présenté une communication à ce sujet à la séance du 22 avril 1986.

La Classe désigne MM. J. Cap et R. Vanbreuseghem en qualité de rapporteurs.

Concours annuel 1986

Un travail a été régulièrement introduit en réponse à la troisième question :

DE DAPPER, M. : Late Quaternary geomorphological evolution in the Uplands of Peninsular Malaysia.

La Classe désigne MM. J. Alexandre, L. Peeters et R. Tavernier en qualité de rapporteurs.

Tropicultura

Le secrétaire perpétuel attire l'attention des membres de la Classe sur le fascicule récemment sorti de presse de la revue *Tropicultura* (3, n° 3, 1985) qui contient un éditorial consacré à l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer et, en particulier, à ses activités dans le domaine de l'agronomie et des disciplines connexes.

Honorariat

M. P. Benoit a été promu à l'honorariat par arrêté royal du 11 mars 1986.

La séance est levée à 17 h.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Présentation du CLOFFA (Catalogue des poissons d'eau douce d'Afrique) *

par

J.-P. GOSSE **

MOTS-CLÉS. — Afrique ; CLOFFA ; Eaux douces ; Poissons.

Je dois vous présenter une nouvelle publication sur la faune africaine. Il s'agit du «Catalogue des poissons d'eau douce d'Afrique», plus connu sous le nom de «CLOFFA», abréviation de son titre anglais «Check-list of the freshwater fishes of Africa» ***.

Ce catalogue s'inscrit dans une série de publications ichtyologiques récentes sur les faunes de différentes régions. Cette série est due à l'initiative de notre confrère, le professeur Théodore Monod, du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris et à celle de l'Union européenne d'Ichtyologie.

Le premier catalogue réalisé, le «CLOFNAM», concerne les poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée. Il a été édité en 1973 par MM. Th. Monod et J.-C. Hureau, tous deux du Muséum de Paris.

En 1976, lors du deuxième Congrès européen des ichtyologistes, il fut décidé de préparer un catalogue des poissons d'eau douce d'Afrique sur le modèle du «CLOFNAM». Il fut également décidé de mettre en chantier un catalogue des poissons de l'Atlantique oriental tropical, le «CLOFETA». Un catalogue des poissons d'eau douce d'Europe est également envisagé.

Le premier volume du «CLOFFA» a été publié en 1984 et le deuxième volume vient de sortir de presse en avril 1986. Entre temps, un autre catalogue a vu le jour en 1984, le «CLOFRES» ; il est dû à nos collègues israéliens et concerne la faune de la mer Rouge. Le «CLOFETA» sera publié incessamment par l'UNESCO sous la direction d'ichtyologues français.

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 27 mai 1986.

** Membre associé de l'Académie ; Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, rue Vautier 29, B-1040 Bruxelles (Belgique).

*** DAGET, J., GOSSE, J.-P. & THYS VAN DEN AUDENAERDE, D.F.E. (eds.) 1986. Check-list of the freshwater fishes of Africa — Catalogue des poissons d'eau douce d'Afrique, vol. II. — Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles ; Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren ; Office de la Recherche scientifique et technique d'Outre-Mer, Bondy (France), 140 FF, 1000 FB.

Bagridae

by L. Risch

G : 19
Sp : 108

- 31.1 **AMARGINOPS** Nichols & Griscom, 1917 Gender : M
Amarginops Nichols & Griscom, 1917 : 713. Type species : *Amarginops platus* Nichols & Griscom, 1917 by monotypy.
- 31.1.1 *Amarginops platus* Nichols & Griscom, 1917
Amarginops platus Nichols & Griscom, 1917 : 713. Type locality : « Stanleyville », now Kisangani, Zaïre. Holotype AMNH n° 6528; paratype AMNH n° 6648 | Pellegrin, 1927 l : 428 | Poll, 1957 a : 111 | Poll & Gosse, 1963 b : 80 | Jayaram, 1966 : 1098.
Distribution and habitat : only known by the type specimen.
Size : 170 mm SL.
- 31.2 **AUCHENOGLANIS** Günther, 1865 Gender : M
Auchenaspis Bleeker, 1858 a : 198. Type species : *Pimelodus biscutatus* Geofroy Saint-Hilaire, 1809, by subsequent designation of Bleeker, 1863 c : 101.
Auchenoglanis Günther, 1865 d : 165. *Nomen novum* for *Auchenaspis* Bleeker, 1858, preoccupied by *Auchenaspis* Egerton, 1857 (for a genus of fossil fishes).
Oxyglanis Vinciguerra, 1898 : 249. Type species : *Oxyglanis sacchii* Vinciguerra, 1898, by original designation.
- 31.2.1 *Auchenoglanis ahli* Holly, 1930
Auchenoglanis ahli Holly, 1930 a : 201, 248, pl. 1, fig. 9. Type locality : « Gebirgsbache von Bakoko, Kamerun ». Syntypes NMW | Trewavas, 1962 a : 151 | Jayaram, 1966 : 1132 | Trewavas, 1974 : 356.
Distribution and habitat : South Cameroon.
Size : 105 mm TL.
- 31.2.2 *Auchenoglanis altipinnis* Boulenger, 1911
Auchenoglanis altipinnis Boulenger, 1911 a : 372, fig. 288. Type locality : « Ja River at Esamesa, Cameroon ». Holotype BMNH n° 1911.5.30 : 30 | Boulenger, 1911 n : 18 | Boulenger, 1916 a : 311 | Holly, 1927 c : 195 | Pellegrin, 1927 l : 427 | Monod, 1928 a : 77 | Holly, 1930 a : 247 | Pellegrin, 1930 e : 452 | Gras, 1960 : 404 | Stauch, 1963 : 57 | Jayaram, 1966 : 1128.
Distribution and habitat : South Cameroon.
Size : 210 mm TL.
- 31.2.3 *Auchenoglanis balayi* (Sauvage, 1879)
Pimelodus balayi Sauvage, 1879 a : 98. Type locality : « Lopé », Ogowe River. Holotype MNHN n° A.898 | Sauvage, 1880 a : 44 | Sauvage, 1884 a : 194 | Vaillant, 1894 b : 77 | Poche, 1901 : 569 | Bertin & Estève, 1950 b : 30.
Pimelodus ballayi (unjustified emendation) : Boulenger, 1901 q : 295 | Boulenger, 1902 g : 40.
Auchenoglanis ballayi : Boulenger, 1901 q : 295 | Boulenger, 1902 g : 40 | Boulenger, 1903 h : 25 | Boulenger, 1905 c : 48 | Pellegrin, 1907 g : 320 |

Le but de ces différentes publications est de rassembler systématiquement les références relatives aux diverses espèces des régions envisagées et de donner pour chaque espèce le maximum de renseignements sur l'état actuel de la systématique et le maximum d'indications indispensables aux diverses branches de l'ichtyologie. Les auteurs et les coordinateurs ont spécialement veillé à l'uniformisation de la présentation, non seulement entre les diverses parties du «CLOFFA» mais aussi entre les catalogues publiés sur les différentes régions ; cette uniformisation permet une simplification pour les utilisateurs.

Les auteurs ayant collaboré à la rédaction en prenant en charge la revue de différentes familles n'ont pas voulu et n'ont pas pu réaliser dans ces volumes un travail de révision. Ils n'y prennent pas position sur la validité des espèces citées. Certains cependant, avant cette publication, ont pris la peine de faire paraître des articles dans le but de clarifier, de corriger ou de compléter la systématique de la famille qu'ils étudiaient.

Cet outil indispensable étant préparé, le but final de ces catalogues est de mettre en évidence les lacunes qu'il reste à combler pour la préparation ultérieure de véritables faunes ; de faunes donnant en plus des clés de détermination, les diagnoses, l'illustration et la carte de répartition de chacune des espèces.

Ainsi par exemple, suite à la publication du CLOFNAM en 1973, un addendum est paru en 1978 ajoutant 65 espèces à la liste initiale et, en 1984, l'UNESCO a fait paraître le premier des trois volumes que comportera la série «Poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée». L'avancement actuel du CLOFFA permet déjà la mise en chantier d'une faune des poissons d'eau douce de l'Afrique occidentale.

Venons en maintenant plus précisément au CLOFFA.

Nous disposons au départ de l'excellent modèle que constituait pour nous le «CLOFNAM». Nous nous rendions cependant compte des difficultés de la tâche à accomplir. Le «CLOFNAM» avait étudié un total de 1313 espèces et établi une bibliographie de 5000 références. Le dernier travail d'ensemble sur les poissons africains datait de 1916, c'est l'inestimable catalogue du British Museum publié par notre compatriote G. A. Boulenger. Ce catalogue totalisait 1425 espèces. En 1973, dans un article intitulé «Nombre et distribution des poissons d'eau douce africains», notre collègue M. Poll évaluait le nombre d'espèces à 2510, sans compter les espèces marines fréquentant les eaux douces et sans envisager la faune des îles péri-africaines. Nous avons beaucoup plus d'espèces à étudier, il avait en effet été décidé que l'aire géographique concernée comprendrait le continent africain et les îles adjacentes ; il avait également été convenu que les espèces franchement marines ou estuariennes qui entrent fréquemment en eau douce ou y effectuent de longs parcours seraient ajoutées aux espèces strictement d'eau douce ou saumâtre.

Le nombre des publications à dépouiller était également beaucoup plus important, il s'avère maintenant que le troisième volume, qui comportera la bibliographie, sauf celle des cichlidae, comportera à lui seul un total de 6900 références.

Un certain nombre de réunions fut nécessaire pour mettre au point la liste des collaborateurs, pour préparer et communiquer les indications nécessaires. Ces réunions eurent lieu au Muséum de Paris, à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles et des groupes de travail se réunirent ensuite à Paris, à Bruxelles et lors des congrès de l'Union européenne d'ichtyologie à Varsovie et à Hambourg.

Quarante-cinq auteurs prirent part à la rédaction des deux premiers volumes, dont onze belges. La part importante de nos compatriotes dans ce travail s'explique par l'importance que représente le bassin du Zaïre dans la faune ichtyologique africaine et par l'importance des collections de poissons africains conservées et étudiées en Belgique.

La tâche principale des coordinateurs, outre les familles qu'ils ont étudiées personnellement, fut la vérification minutieuse des textes, leur uniformisation et l'établissement de la bibliographie et des index des noms scientifiques. Les mêmes auteurs ayant souvent publié plusieurs articles la même année, il fallait les caractériser par des indices adoptés par tous les collaborateurs. Ces travaux furent accomplis avec l'aide précieuse de deux zoologistes et d'une secrétaire C.S.T. spécialement engagées pour ce travail à l'Institut des Sciences naturelles de Bruxelles. L'emploi d'un ordinateur a facilité ce travail. La recherche d'un éditeur a quelque peu retardé la parution du premier volume. L'UNESCO ne prenant en charge, dans le domaine de l'ichtyologie, que l'édition d'ouvrages relatifs à la faune marine, le premier volume fut finalement édité conjointement par le Patrimoine du Musée royal de l'Afrique centrale de Tervuren et par les Éditions de l'ORSTOM à Paris. Pour le deuxième volume et les suivants, le Patrimoine de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique s'est joint et se joindra aux deux premiers partenaires.

Le premier volume, paru en février 1984, comprend les 30 premières familles, soit 129 genres et 993 espèces (sous-espèces non comprises).

Le deuxième volume vient de sortir de presse, il concerne 43 familles, soit 211 genres et 1045 espèces.

Le troisième volume comprendra la bibliographie des deux premiers tomes, il est actuellement à l'impression.

Le travail n'est pas encore terminé. Le dernier volume sera consacré uniquement aux Cichlidae, la famille la plus importante par le nombre d'espèces que l'on peut estimer à environ 675. La systématique des Cichlidae est particulièrement compliquée par elle-même, elle l'est encore par la très abondante littérature sur les espèces élevées en aquarium ou en pisciculture ; cette dernière littérature ne simplifie malheureusement pas les problèmes.

Zitting van 24 juni 1986

Séance du 24 juin 1986

Zitting van 24 juni 1986

(Uittreksel van de notulen)

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

Zijn bovendien aanwezig: De HH. J. Alexandre, I. Beghin, E. Bernard, J. Bouharmont, J. D'Hoore, C. Donis, J. Jadin, J. Meyer, H. Nicolaï, J. Opsomer, L. Peeters, P. Raucq, M. Reynders, J. Semal, C. Sys, R. Tavernier, J. Van Riel, werkende leden ; de HH. J. Boly, J.-C. Braekman, J. Burke, M. Deliens, C. Fieremans, J.-P. Gosse, A. Lawalrée, J.-C. Micha, Ch. Schyns, P. Van der Veken, M. Wéry, geassocieerde leden ; de H. J. Comhaire, lid van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. P. Basilewsky, J. Bouillon, J. Cap, J. Decelle, F. De Meuter, A. de Scoville, L. Eyckmans, A. Fain, P. Gourou, J.-M. Henry, P. G. Janssens, J. Lepersonne, J. Mortelmans, W. Robyns, J. Thorez, E. Tollens, R. Vanbreuseghem, H. Vis.

«Applications de la biotechnologie aux plantes : Perspectives et limites»

De H. J. Bouharmont stelt hierover een mededeling voor.

De HH. J. Semal, P. Raucq, E. Bernard en J.-C. Micha komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 429-437).

«Prospections au Congo (Haut-Zaïre) autour de 1910»

De H. P. Raucq stelt hierover een mededeling voor.

De HH. C. Donis, L. Peeters, J. Comhaire en H. Nicolaï komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 439-458).

«La lèpre dans le Tiers Monde»

De H. M. Lechat heeft hierover een mededeling voorgelegd op de zitting van 22 april 1986.

In haar zitting van 27 mei 1986 duidde de Klasse de HH. J. Cap en R. Vanbreuseghem als verslaggevers aan.

Séance du 24 juin 1986

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur de la Classe, M. J. Delhal, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. J. Alexandre, I. Beghin, E. Bernard, J. Bouharmont, J. D'Hoore, C. Donis, J. Jadin, J. Meyer, H. Nicolaï, J. Opsomer, L. Peeters, P. Raucq, M. Reynders, J. Semal, C. Sys, R. Tavernier, J. Van Riel, membres titulaires ; MM. J. Boly, J.-C. Braekman, J. Burke, M. Deliens, C. Fieremans, J.-P. Gosse, A. Lawalrée, J.-C. Micha, Ch. Schyns, P. Van der Veken, M. Wéry, membres associés ; M. J. Comhaire, membre de la Classe des Sciences morales et politiques.

Absents et excusés : MM. P. Basilewsky, J. Bouillon, J. Cap, J. Decelle, F. De Meuter, A. de Scoville, L. Eyckmans, A. Fain, P. Gourou, J.-M. Henry, P. G. Janssens, J. Lepersonne, J. Mortelmans, W. Robyns, J. Thorez, E. Tollens, R. Vanbreuseghem, H. Vis.

Applications de la biotechnologie aux plantes : perspectives et limites

M. J. Bouharmont présente une communication à ce sujet.

MM. J. Semal, P. Raucq, E. Bernard et J.-C. Micha interviennent dans la discussion.

La Classe décide de publier cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 429-437).

Prospections au Congo (Haut-Zaïre) autour de 1910

M. P. Raucq présente une communication à ce sujet.

MM. C. Donis, L. Peeters, J. Comhaire et H. Nicolaï interviennent dans la discussion.

La Classe décide de publier cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 439-458).

La lèpre dans le Tiers Monde

M. M. Lechat a présenté une communication à ce sujet à la séance de la Classe tenue le 22 avril 1986.

En sa séance du 27 mai 1986, la Classe a désigné MM. J. Cap et R. Vanbreuseghem en qualité de rapporteurs.

Daar wij de verslagen van deze twee Confraters niet ontvingen, besluit de Klasse de mededeling voor onderzoek toe te vertrouwen aan de HH. I. Beghin en J. Van Riel, om een belangrijke vertraging te voorkomen bij een eventuele publikatie van het werk. Deze Confraters zullen hun verslag aan de Vaste Secretaris toesturen. Indien deze verslagen gunstig zijn zal de mededeling gepubliceerd worden in de *Mededelingen der Zittingen* (v. pp. 459-467).

Jaarlijkse wedstrijd 1986

De H. M. De Dapper heeft, als antwoord op de derde vraag van de jaarlijkse wedstrijd een werk ingediend, getiteld : «Late Quaternary geomorphological evolution in the Uplands of Peninsular Malaysia».

Op gunstig verslag van de HH. J. Alexandre, L. Peeters en R. Tavernier, besluit de Klasse dit werk te bekronen en aan de H. De Dapper een prijs van 30 000 F toe te kennen.

De H. De Dapper zal de titel dragen van laureaat van de Academie.

Informatie over het leefmilieu

Het Europese Bureau voor het Leefmilieu heeft een regelmatig informatie systeem over het leefmilieu en de ontwikkeling gecreëerd in 't bijzonder bestemd voor de niet-goevernementele organisaties van de ACP-Staten : het RISED. Dit organisme, gefinancierd door de Commissie van de Europese Gemeenschappen en het Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation (CTA) publiceert een tweemaandelijks informatiebrief en een bulletin met drie afleveringen per jaar. Diegenen die wensen informatie te laten verschijnen over het behoud van natuurlijke hulpbronnen, kunnen deze toesturen aan één van volgende adressen :

BEE/RISED, Vautierstraat 29, 1040 Brussel.

of

ENDA, B.P. 3370, Dakar (Sénégal)

of

CLE, P.O. Box 72461, Nairobi (Kenya).

Studiedag over de «stone lines»

De H. J. Alexandre heeft de bedoeling een studiedag te organiseren over de «stone lines» en solliciteert hiervoor het patronaat van de Klasse.

Na een gedachtenwisseling besluit de Klasse haar zitting van 24 februari 1987 te wijden aan deze manifestatie.

Deze dag zal beginnen met een korte zitting van de Klasse, gevolgd door de studiedag over de «stone lines».

De H. Alexandre zal het programma ervan in november of december 1986 aan de Klasse voorleggen.

N'ayant pas reçu les rapports de ces deux Confrères, la Classe décide pour éviter un retard appréciable dans la publication éventuelle du travail, d'en confier l'examen à MM. I. Beghin et J. Van Riel. Ceux-ci feront parvenir leur rapport au secrétaire perpétuel. Si ces rapports sont favorables, la communication sera publiée dans le *Bulletin des Séances* (zie pp. 459-467).

Concours annuel 1986

M. M. De Dapper a introduit en réponse à la troisième question du concours annuel un mémoire intitulé : «Late Quaternary geomorphological evolution in the Uplands of Peninsular Malaysia».

Sur rapport favorable de MM. J. Alexandre, L. Peeters et R. Tavernier, la Classe décide de couronner ce mémoire et de décerner à M. M. De Dapper un prix de 30 000 F.

M. M. De Dapper portera le titre de lauréat de l'Académie.

Information sur l'environnement

Le Bureau européen de l'Environnement a créé un système régulier d'information sur l'environnement et le développement spécialement destiné aux organisations non gouvernementales des États ACP : le RISED. Cet organisme, financé par la Commission des Communautés européennes et le Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA), publie une lettre d'information bimestrielle et un bulletin de trois numéros par an. Ceux qui désirent faire publier des informations sur la conservation des ressources naturelles peuvent les adresser à l'une des adresses suivantes :

BEE/RISED, Rue Vautier 29, 1040 Bruxelles

ou

ENDA, B.P. 3370, Dakar (Sénégal)

ou

CLE, P.O. Box 72461, Nairobi (Kenya).

Journée d'étude sur les «stone lines»

M. J. Alexandre se propose d'organiser une journée d'étude sur les «stone lines» et sollicite le patronage de la Classe.

Après un échange de vues, la Classe décide de consacrer sa séance du 24 février 1987 à cette manifestation.

La journée débutera par une courte séance de Classe, qui sera suivie de la journée d'étude sur les «stone lines».

M. Alexandre en proposera le programme à la Classe en novembre ou décembre 1986.

Erelidmaatschap

De H. P. Raucq werd bevorderd tot erewerkend lid bij koninklijk besluit van 16 april 1986.

De H. A. Lawalrée werd bevorderd tot eregeassocieerd lid bij ministerieel besluit van 7 mei 1986.

Ereteken

De H. J.-J. Symoens werd bevorderd tot Commandeur in de Leopoldsorde bij koninklijk besluit van 7 mei 1985 met rangneming op 15 november 1979.

Geheim Comité

De werkende en erewerkende leden, vergaderd in geheim comité, verkiezen, bij geheime stemming, tot :

Lid honoris causa : De H. W. Plowright.

Geassocieerd lid : De H. R. Dudal.

Corresponderende leden : De HH. D. Hopkins en A. Van Wambeke.

De zitting wordt geheven te 17 h 10.

Honorariat

M. P. Raucq a été promu au grade de membre titulaire honoraire par arrêté royal du 16 avril 1986.

M. A. Lawalrée a été promu au grade de membre associé honoraire par arrêté ministériel du 7 mai 1986.

Distinction honorifique

M. J.-J. Symoens a été promu au grade de Commandeur de l'Ordre de Léopold par arrêté royal du 7 mai 1985 avec effet rétroactif au 15 novembre 1979.

Comité secret

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

Membre d'honneur : M. W. Plowright.

Membre associé : M. R. Dudal.

Membres correspondants : MM. D. Hopkins et A. Van Wambeke.

La séance est levée à 17 h 10.

Applications de la biotechnologie aux plantes : perspectives et limites *

par

J. BOUHARMONT **

MOTS-CLÉS. — Biotechnologie ; Culture de cellules ; Hybridation somatique ; Transformation génétique.

RÉSUMÉ. — Chez les plantes supérieures, les principales applications de la biotechnologie sont liées à l'amélioration variétale par mutagenèse et sélection *in vitro*, fusion de protoplastes et transformation génétique. Les deux obstacles majeurs sont la régénération à partir de cellules isolées et l'influence des modifications génétiques sur la physiologie. En conclusion, les biotechnologies peuvent faciliter l'étude de la physiologie des cellules et des plantes ; elles peuvent aussi avoir des applications ponctuelles dans l'amélioration des plantes cultivées, mais elles ne se substitueront pas aux méthodes traditionnelles.

SAMENVATTING. — *Toepassingen van de biotechnologie op de planten : vooruitzichten en beperkingen.* — Bij de hogere planten zijn de belangrijkste toepassingen van de biotechnologie verbonden aan de variëtale verbetering door mutagenese en selectie *in vitro*, fusie van protoplasten en genetische verandering. De twee hoofdhindernissen zijn de regeneratie vanuit geïsoleerde cellen en de invloed van de genetische veranderingen op de fysiologie. Tot besluit kunnen de biotechnologieën de studie van de fysiologie van de cellen en van de planten vergemakkelijken ; zij kunnen ook leiden tot punktuële toepassingen in de verbetering van geteelde planten, maar zij zullen de traditionele methoden niet vervangen.

SUMMARY. — *Application of biotechnology to plants : prospects and limitations.* — In the higher plants, the applications of biotechnology are mainly related to varietal improvement through *in vitro* mutagenesis and selection, protoplast fusion and genetic transformation. The two major difficulties are the regeneration from isolated cells and the influence of genetic modifications on the physiology. In conclusion, biotechnologies can contribute to the study of cell and plant physiology ; they can also lead to point applications in plant breeding, but they will not serve as a substitute for traditional methods.

*
* *

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 24 juin 1986.

** Membre titulaire de l'Académie ; Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain, Bâtiment Sciences 11, place des Sciences 2, B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgique).

1. Introduction

La biotechnologie et les manipulations génétiques prennent, depuis quelques années, une part importante dans les programmes de recherche et dans les projets industriels. Il s'agit d'un ensemble de techniques assez diverses, qui aboutissent à modifier les caractères génétiques des organismes par des voies nouvelles, afin d'exploiter les souches ainsi produites.

Les bactéries représentent un matériel très souple pour ces manipulations : des segments d'ADN d'origines diverses peuvent être introduits dans les cellules par différents moyens, ils s'intègrent au génome bactérien et leur message s'exprime efficacement. La souche transformée continue à proliférer normalement et sa culture industrielle permet de produire la substance correspondant au gène choisi.

En principe, les transformations génétiques sont applicables aux eucaryotes et les projets ne manquent pas. Chez les plantes supérieures, ces applications sont cependant soumises à une contrainte qui n'existe pas chez les micro-organismes : les transformations sont effectuées dans les cellules, mais c'est le plus souvent au niveau de l'organisme entier que les caractères doivent s'exprimer. Leur utilisation chez une espèce implique donc la possibilité de cultiver les cellules en laboratoire et surtout de régénérer des plantes viables à partir de ces cellules.

2. Sélection *in vitro*

Une application importante des cultures *in vitro*, chez les plantes cultivées, est basée sur la possibilité de sélectionner certains caractères en laboratoire. Plusieurs caractéristiques agronomiques importantes dépendent en effet de la capacité que possèdent les cellules de supporter des stress exercés par leur environnement : virus, bactéries, champignons, températures basses, déficit hydrique, pression osmotique, ions métalliques. Après sélection des cellules qui supportent ces stress, on peut espérer régénérer des plantes dont la résistance est également améliorée.

Cette sélection *in vitro* n'est pas une véritable manipulation génétique, mais elle représente une étape indispensable pour l'isolement des cellules transformées par l'une ou l'autre méthode. Elle peut également s'appliquer à toute mutation induite artificiellement par irradiation ou traitement chimique. Enfin, la culture *in vitro* étant elle-même une source plus ou moins importante de variation, la sélection peut aussi être efficace en l'absence de traitement mutagène.

La sélection *in vitro* est surtout intéressante parce qu'elle s'exerce sur un nombre élevé de cellules. Ces cellules sont dispersées dans un milieu liquide ou étalées sur un milieu gélifié dont la composition inhibe ou ralentit la prolifération des cellules normales. Ces méthodes sont comparables à celles qui sont appliquées aux microorganismes.

La sélection *in vitro* a d'abord été appliquée pour améliorer la résistance à certaines maladies. La totipotence des cellules de tabac fait de cette plante un modèle

utilisé pour toutes les techniques *in vitro* et c'est chez le tabac qu'un mutant résistant au feu bactérien a été isolé pour la première fois par sélection des cellules (CARLSON 1973). Des suspensions de cellules et de protoplastes haploïdes ont été traitées par un mutagène (l'EMS) puis cultivées en présence de la méthionine-sulfoximide, qui est un analogue de la toxine de *Pseudomonas tabaci*. Sur plusieurs dizaines de millions de cellules soumises à cette pression sélective, trois mutants stables ont été régénérés et ont donné des plantes diploïdes homozygotes résistantes à la toxine.

Chez la canne à sucre, on a sélectionné, après mutagenèse, des cellules somatiques et des clones résistants à *Helminthosporium sacchari* et à *Sclerospora sacchari*, ainsi qu'à un virus qui causait des dégâts graves dans les îles Fidji (NICKELL 1977). Plus récemment, quelques autres plantes résistantes à des maladies ont encore été obtenues ; la sélection est exercée par des toxines, des extraits de champignons ou de bactéries, des filtrats de cultures ou des suspensions de virus.

Plusieurs laboratoires ont soumis des cellules de diverses espèces à des pressions de sélection de nature physique ou chimique : froid, gel, pression osmotique anormale, herbicides, chlorure de sodium, aluminium, fer et métaux lourds. Jusqu'à présent, les résultats concrets sont limités : des lignées cellulaires et des cals tolérants plus ou moins stables sont souvent obtenus, mais les plantes régénérées qui sont effectivement résistantes sont rares et leur stabilité est souvent limitée. Des plantes de riz tolérantes au sel ont cependant été obtenues (WOO *et al.* 1985) et au moins une variété de chrysanthème améliorée pour la tolérance au froid est commercialisée (BROERTJES & LOCK 1985).

La résistance aux maladies correspond souvent à une mutation dans une molécule qui intervient dans l'infection de la plante par le parasite. Plusieurs lignées sélectionnées sont des mutants dans un système de régulation et sont caractérisées par la synthèse de quantités anormales d'acides aminés (méthionine, lysine ou proline).

Cette possibilité d'obtenir des mutants de régulation est exploitée pour la sélection de surproducteurs en acides aminés ; cet objectif implique une bonne connaissance des voies métaboliques. Plusieurs plantes produisant des quantités importantes d'acides aminés libres ont été obtenues de cette manière, mais leur valeur agronomique n'est pas encore établie de façon précise.

3. L'hybridation somatique

Les croisements interspécifiques sont fréquemment utilisés, chez les plantes cultivées, afin de combiner les caractères de plusieurs espèces ou, plus souvent, d'introduire des gènes particuliers d'une plante non cultivée dans une variété améliorée. De nombreux obstacles s'opposent cependant aux croisements entre espèces très différentes, et les fusions de cellules somatiques ont ouvert une nouvelle voie qui évite certaines formes d'incompatibilité interspécifique.

Effectivement, l'isolement de protoplastes à partir de tissus végétaux par traitements enzymatiques et leur fusion, favorisée par des moyens chimiques (polyéthylène-

lène-glycol) ou physiques (électrofusion) ont été réalisés avec succès dans de nombreux essais. Des cellules d'origines très diverses et leurs noyaux sont capables de s'unir : espèces appartenant à des familles différentes, plantes supérieures et algues, champignons, animaux, homme. Les cellules fusionnées se divisent ensuite plus ou moins régulièrement.

Cependant, l'obtention de plantes hybrides après fusion de protoplastes reste limitée aux groupes d'espèces, peu nombreuses, chez lesquelles les cellules en culture sont capables de régénérer des embryons somatiques ou des bourgeons. D'autre part, il serait illusoire d'espérer produire ainsi des hybrides entre plantes très différentes. En fait, la majorité des hybrides somatiques décrits jusqu'ici sont très semblables à ceux qui sont obtenus par voie sexuelle. La réunion de génomes trop différents empêche toute différenciation ou perturbe fortement la morphogenèse : l'hybride obtenu par GLEBA & HOFFMANN (1978) entre deux crucifères, le colza et *Arabidopsis thaliana*, est incapable de croître en dehors du tube à essais où il est né.

Les fusions de protoplastes ont cependant des applications qui ne sont pas à la portée des croisements sexuels. Ceux-ci réunissent en effet le noyau et le cytoplasme de l'oosphère et un noyau spermatique généralement dépourvu d'organites cytoplasmiques, alors que les deux protoplastes fusionnés apportent leurs génomes nucléaires, des mitochondries et des chloroplastes.

Lorsque les hybrides somatiques se divisent, les organites sont distribués au hasard dans les cellules-filles : certaines lignées possèdent ainsi un noyau hybride, mais les gènes cytoplasmiques proviennent d'un seul parent. Des mitochondries combinant des caractères des deux parents ont en outre été identifiés dans plusieurs cas.

Les fusions de protoplastes peuvent être utilisées pour des transferts interspécifiques de mitochondries et des caractères contrôlés par leurs gènes, comme la stérilité pollinique, ou de chloroplastes porteurs d'une mutation pour la résistance à un herbicide. Dans ce but, les noyaux d'un parent sont détruits par irradiation ou éliminés mécaniquement. Après fusion de ces protoplastes énucléés à des protoplastes complets du parent récepteur, une sélection permet d'isoler des lignées cellulaires et de régénérer des plantes combinant les caractères nucléaires d'une espèce et cytoplasmiques d'une autre.

Si la réunion de génomes très différents dans un hybride somatique entraîne un déséquilibre génétique et physiologique incompatible avec la différenciation d'une plante viable, la culture continue des cellules hybrides peut cependant mener à des lignées asymétriques plus normales. Souvent, en effet, la plupart des chromosomes d'un des parents sont progressivement éliminés ; on observe également des fragmentations et fusions de chromosomes, ainsi que des mutations diverses. Il semble possible de régénérer des plantes génétiquement semblables à l'un des parents, mais conservant un ou quelques chromosomes de l'autre, ou seulement quelques gènes intégrés à son génome (GLEBA & EVANS 1983).

4. La transformation génétique

Outre les fusions de protoplastes, il existe actuellement une large gamme de vecteurs qui permettent d'introduire une information génétique dans une cellule végétale. Cette information peut être très diverse, provenant non seulement de plantes, mais surtout de microorganismes.

Le vecteur naturel le plus connu est *Agrobacterium tumefaciens* : cette bactérie possède un plasmide (*Ti*) porteur de plusieurs gènes qui induisent la prolifération des cellules de dicotylées et contrôlent la synthèse d'acides aminés particuliers (les opines). Après l'infection bactérienne, une portion du plasmide *Ti* s'incorpore au génome de la plante. Les cellules végétales sont ainsi transformées : même si la bactérie est éliminée, elles synthétisent les enzymes codées par les gènes du plasmide. L'utilisation de ce vecteur est en principe simple : le gène dont l'introduction dans la plante est souhaitée est inséré dans la partie du plasmide qui s'intègre au génome de la plante. Le plasmide modifié pénètre dans la cellule lors de l'infection, par la bactérie, d'une blessure, de fragments d'organes ou de cellules en culture. Pour éviter la prolifération anarchique des tissus végétaux, il est utile de « désarmer » le plasmide en enlevant les gènes oncogènes.

Quelques virus végétaux à ADN double peuvent également servir de vecteurs. Le gène codant pour la dihydrofolate réductase, qui confère à *E. coli* la résistance au méthatrexate, a été inséré dans l'ADN du virus de la mosaïque du chou-fleur (CaMV) ; après infection du navet, le gène s'est exprimé dans la plante par la production d'une enzyme fonctionnelle (BRISSON *et al.* 1984). D'autres virus pourraient être utilisés chez les monocotylées mais, en général, les génomes des virus végétaux à ADN sont petits et ne peuvent vraisemblablement incorporer que des séquences étrangères courtes.

A côté de ces vecteurs naturels que sont les *Agrobacterium* et les virus, d'autres voies d'accès sont expérimentées avec des succès divers. La pénétration directe d'ADN dans les plantes ou dans les cellules paraît très aléatoire : ces molécules sont adsorbées par les membranes ou détruites par les nucléases présentes dans le cytoplasme (OHYAMA *et al.* 1978). Pour les protéger, on peut les enrober dans des liposomes ou les cloner dans une bactérie qui est ensuite fusionnée à la cellule végétale. Une microinjection dans le noyau d'un protoplaste est également possible, et cette méthode aurait l'avantage de s'appliquer à des cellules ou même à des méristèmes, pour les espèces où se posent des problèmes de régénération.

Les plasmides résistent beaucoup mieux que l'ADN extrait de plantes ou de bactéries aux obstacles présents dans le cytoplasme. Les expériences récentes font appel à des constructions réunissant un gène marqueur, un promoteur compatible avec les cellules eucaryotes et des segments de divers plasmides bactériens ou de génomes viraux. Après clonage dans une bactérie, cet ADN composite s'introduit dans les protoplastes à une fréquence qui dépend des conditions d'incubation. De cette manière, un gène bactérien de résistance à la kanamycine a été incorporé à des

protoplastes de tabac ; la résistance à la kanamycine était stable chez les plantes régénérées et elle s'est maintenue pendant trois générations (POTRYKUS *et al.* 1985).

5. Les cultures industrielles de cellules

Chez les microorganismes, les cellules transformées et sélectionnées sont multipliées, puis cultivées dans des fermenteurs industriels ; les molécules produites sont excrétées dans le milieu de culture ou récupérées après destruction des cellules. Des applications comparables sont souvent proposées pour des cellules de plantes supérieures sélectionnées chez des espèces ou dans des tissus spécialisés, parfois à la suite d'une mutagenèse ou d'une transformation génétique. Aucune de ces propositions ne semble cependant avoir abouti à des résultats concluants.

Les raisons de ces échecs sont multiples. Les cellules végétales prolifèrent plus lentement que les bactéries et levures ; il est difficile d'éviter leur contamination ; une aération efficace est délicate dans des cuves de grande capacité, d'autant plus que ces cellules sont fragiles ; les substances recherchées sont principalement synthétisées en phase stationnaire et elles ne sont pas excrétées dans le milieu.

Pour toutes ces raisons, on comprend que les synthèses chimiques soient préférées, quand elles sont possibles. Il serait également plus avantageux, si le gène correspondant peut être introduit dans une bactérie, d'utiliser une souche bactérienne transformée pour la synthèse du produit. Les cultures de cellules végétales ne peuvent donc être avantageuses que s'il n'existe pas d'autres voies, par exemple pour la production de substances naturelles, surtout à usage médical ou pharmaceutique, dont le coût est élevé, mais pour lesquelles l'importance du marché ne justifie pas la recherche de procédés nouveaux ou la transformation bactérienne. Ces cultures peuvent aussi représenter un outil de choix pour l'étude de la biosynthèse des produits naturels, surtout lorsque les réactions peuvent être stimulées par les conditions de culture (HÖSEL *et al.* 1985).

6. Conclusions

De l'ensemble de la littérature qui concerne l'application des manipulations génétiques aux plantes cultivées se dégage une contradiction : le nombre élevé de publications témoigne de l'intérêt que portent à ce sujet de nombreux laboratoires, souvent importants ; mais, d'autre part, les résultats concrets, pour l'amélioration variétale, sont pratiquement nuls. Plusieurs obstacles se succèdent en effet quand on veut passer de l'expérimentation en laboratoire à l'application pratique.

La majorité des techniques préconisées passent par les cultures *in vitro* et impliquent la possibilité de régénérer des plantes à partir de protoplastes ou de cellules isolées. Le plus souvent, le choix du matériel végétal est déterminé par la plasticité de la plante plus que par son intérêt agronomique. Le tabac est le modèle qui recueille le plus de suffrages ; il est suivi par d'autres solanacées, comme la pomme de terre, des crucifères et des ombellifères. L'application des mêmes

méthodes à d'autres plantes reste aléatoire et, pour une même espèce, les réactions peuvent différer beaucoup d'un génotype à l'autre. En dépit des progrès réalisés dans les méthodes de culture *in vitro*, les causes de ces différences restent inconnues et les remèdes sont empiriques.

Plusieurs espèces tropicales sont soumises à des tentatives d'application, mais les résultats ne sont pas plus favorables que pour les autres. Il faut cependant rappeler les succès rapportés chez la canne à sucre pour la régénération de plantes à partir de cellules indifférenciées et la sélection *in vitro*. D'autre part, le riz est, jusqu'à présent, la céréale la plus performante dans les cultures *in vitro* et des informations récentes font état de la régénération de plantes à partir de protoplastes chez plusieurs variétés. L'IRRI et la fondation Rockefeller ont mis en œuvre un projet ambitieux d'application des manipulations génétiques chez cette plante importante : on peut espérer que ces efforts aboutiront à des résultats concrets.

La cellule végétale diffère de la bactérie par la présence de plusieurs chromosomes et d'organites cytoplasmiques relativement autonomes. Cependant, elle est, comme la bactérie, capable de supporter, sans inconvénients apparents, des modifications importantes, par réunion de génomes différents, transfert de mitochondries ou de chloroplastes ou introduction d'ADN étranger. Il reste cependant deux obstacles majeurs qui se situent au niveau de la régénération des plantes à partir des cellules manipulées et de la culture ultérieure de ces plantes.

Les modifications trop importantes du matériel génétique empêchent en effet l'induction de tissus organisés, ou du moins la différenciation de plantes viables. C'est cependant la dernière étape qui est le plus souvent négligée. Lorsqu'un clone ou une population est obtenue au départ de cellules et de plantes transformées, on observe le plus souvent une baisse des rendements ou d'autres défauts qui empêchent la mise sur le marché d'une nouvelle variété. Ces défauts non prévus ont conduit vers l'oubli bien des projets considérés d'abord comme des exploits techniques.

Les fusions de protoplastes sont expérimentées depuis près de 20 ans et elles étaient présentées comme un moyen rapide d'aboutir à des hybrides inédits ; actuellement, une vingtaine d'hybrides somatiques différents seulement sont décrits et aucun ne diffère essentiellement des hybrides déjà connus. Les transformations par *Agrobacterium* sont un peu plus récentes, mais l'écart est particulièrement grand entre les prévisions optimistes de beaucoup de chercheurs et les résultats concrets : le grand projet qui visait à introduire, chez les plantes cultivées, les gènes capables d'assurer la fixation de l'azote, apparaît de plus en plus comme utopique et sans grand intérêt économique. De façon générale, les promoteurs de ces projets ont surestimé l'importance des techniques de laboratoire et négligé les réactions du matériel biologique.

La plupart des méthodes actuellement disponibles pour les transformations génétiques sont très récentes, particulièrement celles qui paraissent les plus prometteuses (fusions asymétriques de protoplastes, emploi de plasmides modifiés) et leur utilisation conduira peut-être à des progrès plus rapides. Chez les plantes agricoles importantes, il faut cependant craindre des perturbations qu'il faudra

corriger ensuite par une sélection plus ou moins longue. La surproduction d'acides aminés est réalisée chez plusieurs espèces, mais il ne faut pas que l'abondance de ces acides aminés soit acquise au détriment de la synthèse de protéines essentielles et donc du fonctionnement normal de la plante. Inversement, l'introduction de gènes codant pour des protéines de réserve n'est avantageuse que si les cellules sont capables de produire les acides aminés correspondants. Des transferts interspécifiques ou intergénériques de mitochondries et de plastides ont été réalisés, mais il est possible que ces manipulations, en apparence mineures, aient des répercussions sur la physiologie cellulaire. On sait que les molécules essentielles pour le fonctionnement des organites, comme le cytochrome c, sont des assemblages de plusieurs polypeptides codés les uns par des gènes nucléaires, les autres par l'ADN des organites eux-mêmes. Ces gènes ont évolué relativement vite et diffèrent plus ou moins suivant les espèces : on peut donc penser que les polypeptides qui composent le cytochrome, et les gènes correspondants, sont adaptés les uns aux autres et que la molécule fonctionnera moins bien si elle est formée par l'association de polypeptides d'origines différentes.

Les objectifs qui semblent les plus réalistes sont ceux qui impliquent des modifications spécifiques, pour des gènes sans influence directe sur le métabolisme : résistance aux herbicides, à des insectes, maladies ou autres contraintes, que les caractères soient obtenus par mutation, par échange avec d'autres plantes ou par transfert à partir de microorganismes. Les transformations plus drastiques ne sont pas à négliger, mais elles devront être suivies d'une sélection vraisemblablement longue, destinée à corriger les défauts des lignées modifiées.

D'autre part, si les applications pratiques des manipulations génétiques se font attendre, les retombées sont plus nombreuses pour les aspects fondamentaux de la biologie cellulaire. Les lignées de cellules mutées ou transformées ont apporté beaucoup d'informations sur les voies métaboliques, sur les conditions d'expression de l'information génétique, sur les relations entre noyau et organites cytoplasmiques. Il est probable que cette meilleure connaissance de la physiologie cellulaire, et particulièrement des conditions requises pour la régénération de tissus méristématiques à partir des cellules en culture, pourra rendre plus faciles les applications à l'amélioration des plantes.

BIBLIOGRAPHIE

- BRISSON, N., PASZKOWSKI, J., PENSWICK, J. R., GROWENBORN, B., POTRYKUS, I. & HOHN, T. 1984. Expression of a bacterial gene in plants by using a viral gene. — *Nature*, **310** : 511-514.
- BROERTJES, C. & LOCK, C. A. M. 1985. Radiation-induced low-temperature tolerant solid mutants of *Chrysanthemum morifolium* RAM. — *Euphytica*, **34** : 97-103.
- CARLSON, P. S. 1973. Methionine sulfoximide-resistant mutants of tobacco. — *Science*, **180** : 1366-1368.

- GLEBA, Y. Y. & EVANS, D. A. 1983. Genetic analysis of somatic hybrid plants. — *In: Handbook of plant cell culture*, Vol. 1, MacMillan, pp. 322-357.
- GLEBA, Y. Y. & HOFFMANN, F. 1978. Hybrid cell lines *Arabidopsis thaliana* + *Brassica campestris*: no evidence for specific chromosome elimination. — *Molec. gen. Genet.*, **1965**: 257-264.
- HÖSEL, W., BERLIN, J., HANZLIK, T. N. & CONN, E. E. 1985. *In vitro* biosynthesis of 1-(4'-hydroxyphenyl)-2-nitroethane and production of cyanogenic compounds in osmotically stressed cell suspension cultures of *Eschscholtzia californica* Cham. — *Planta*, **166**: 176-181.
- NICKELL, L. G. 1977. Crop improvement in sugarcane: studies using *in vitro* methods. — *Crop Sci.*, **17**: 717-719.
- OHYAMA, K., PELCHER, L. E. & SCHAEFER, A. 1978. DNA uptake by plant protoplasts and isolated nuclei: biochemical aspects. — *In: Frontiers of plant tissue culture*, pp. 75-84.
- POTRYKUS, I., SHILLITO, R. D., SAUL, M. W. & PASZKOWSKI, J. 1985. Direct gene transfer. State of the art and future potential. — *Pl. Molec. Biol. Rep.*, **3**: 117-128.
- WOO, S. C., KO, S. W. & WONG, C. K. 1985. *In vitro* improvement of salt tolerance in a rice cultivar. — *Bot. Bull. Acad. Sin.*, **26**: 97-104.

Prospections au Congo (Haut-Zaïre) autour de 1910 *

par

Paul RAUCQ **

MOTS-CLÉS. — Congo ; FORMINIÈRE ; Histoire ; Prospections.

RÉSUMÉ. — L'analyse d'un fonds d'archives confié au Musée royal de l'Afrique centrale par la Société FORMINIÈRE a permis de relever de nombreuses données ou précisions intéressantes concernant l'activité de cette société dans l'Ituri et l'Uele depuis la Lindi jusqu'au Bomu, entre 1909 et 1918. Il s'agit notamment de la découverte de deux gisements d'or de moyenne importance, ceux de la Tele et de Babeyru, dans le cadre d'une reconnaissance générale à large maille, basée sur un levé géographique et géologique rapide, mais déjà fort exact ; d'importants massifs de formations ferrugineuses et des minéralisations en diamant ont été décelés par la même occasion ; la méthodologie appliquée lors de la prospection préliminaire et détaillée est décrite et critiquée. On a également relevé les éléments constituant le cadre de la vie en prospection et en mine dans la région à cette époque, tant sur le plan de l'équipement et du ravitaillement que sur celui de l'état sanitaire et des soins médicaux ; ces éléments concernent à la fois le personnel européen et la main-d'œuvre locale. Les relations avec l'Administration sont également abordées. Des autres préoccupations de la FORMINIÈRE, l'activité forestière est réduite à peu de chose dans le Haut-Zaïre, sauf une tendance à se substituer à l'État dans la collecte du caoutchouc et de l'ivoire ; l'activité minière fixe entraîne en outre certaines emprises sur la forêt, pour l'établissement de camps et de cultures vivrières, ainsi que par l'ouverture des chantiers d'exploitation et la construction de petits barrages. Par contre, on assiste à l'ébauche de projets commerciaux et à l'ouverture de quelques comptoirs.

SAMENVATTING. — *Prospekties in Congo (Opper-Zaïre) omstreeks 1910.* — De analyse van een archiefdepositum dat door de maatschappij FORMINIÈRE aan het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika werd toevertrouwd, maakte het mogelijk om talrijke nieuwe gegevens en verduidelijkingen aan te brengen in verband met de activiteiten in de streek van Ituri en Uele tussen de Lindi en de Bomu gedurende de jaren 1909 en 1918. Het handelt meer bepaald over de ontdekking van twee goudafzettingen van gemiddelde grootte : Tele en Babeyru. Dit gebeurde tijdens de uitvoering van een grootmazige, algemene verkenning bedoeld als een snelle, maar reeds voldoende preciese geografische en geologische kartering. Bij dezelfde

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 24 juin 1986.

** Membre titulaire honoraire de l'Académie ; rue Marie-Thérèse 37, B-1040 Bruxelles (Belgique).

gelegenheid kwam men op het spoor van belangrijke ijzerformaties en diamantmineralisaties. De methodologie toegepast tijdens voorbereidende en gedetailleerde prospectie wordt beschreven en besproken. Er werden eveneens waarnemingen gedaan in verband met het toenmalige dagelijkse leven tijdens de prospecties en mijnuitbatingen in de streek. Dit omhelst zowel de uitrusting en de bevoorrading als de gezondheidstoestand en de geneeskundige zorgen, wat betreft het Europese personeel en de plaatselijke hulpkrachten. De verhoudingen met de Administratie worden eveneens geschetst. Inzake de andere belangen van de FORMINIÈRE dient gezegd dat de bosbouw weinig voorstelt in Opper-Zaïre behalve een strekking om de Staat te vervangen bij het verzamelen van rubber en ivoor; de mijnbouw heeft daarenboven zekere ingrepen op het woud inzake het inrichten van verblijfplaatsen en moestuinen enerzijds en het openen van exploitatiewerken en het oprichten van kleine dammen anderzijds. Langs de andere kant stelt men wel vast dat er een zekere aanzet is tot commerciële projecten en is men getuige van het openen van enige handelsposten.

SUMMARY. — *Prospecting in the Congo (Upper Zaire) about 1910.* — Analysing archives entrusted to the Royal Museum of Central Africa by the company FORMINIÈRE made it possible to detect a number of interesting data or particulars concerning the activities of this company in the Ituri and Uele areas between the Lindi and the Bomu rivers, from 1909 till 1918. These especially include the discovery of two middle-size gold deposits, the Tele and Babeyru's, in the framework of a large pattern general survey, based on a quick though fairly accurate geographical and geological survey; important bodies of iron formations and some diamond occurrences were discovered during the same operations; the methodology applied for the preliminary and detailed exploration is described and criticized. Data of the way of life in prospecting and mining activities in Upper Zaire during the considered period have also been picked up; this concerns the equipment and the food supply as well as the sanitary conditions and the medical attendance; these data relate to both the European staff and the African manpower. The paper also deals with the contacts with governmental services. Among other official purposes of FORMINIÈRE, forestry was not much developed in the area, except for a trend to take the place of the State in collecting rubber and ivory; however mining activities entail encroachments on the forest for housing the personnel and planting alimentary crops, besides working alluvial deposits and building small dams. On the other hand, the first attempts of commercial projects and opening some factories are mentioned during the same period.

Avant-propos

Entre 1965 et 1975, la Société Internationale Forestière et Minière du Congo FORMINIÈRE a cédé au Musée royal de l'Afrique centrale un important fonds d'archives relatif à ses activités, surtout minières, dans ce qui est devenu le Zaïre. Les chercheurs du Musée et assimilés ont été autorisés à en extraire toutes données scientifiques et historiques, à l'exclusion des données économiques pouvant encore être couvertes par certains droits: ceux de l'État zaïrois pour les surfaces «zaïrianisées», ceux de la Société MIBA pour les surfaces qu'elle a conservées de l'ancien domaine de la Société Minière du BECEKA.

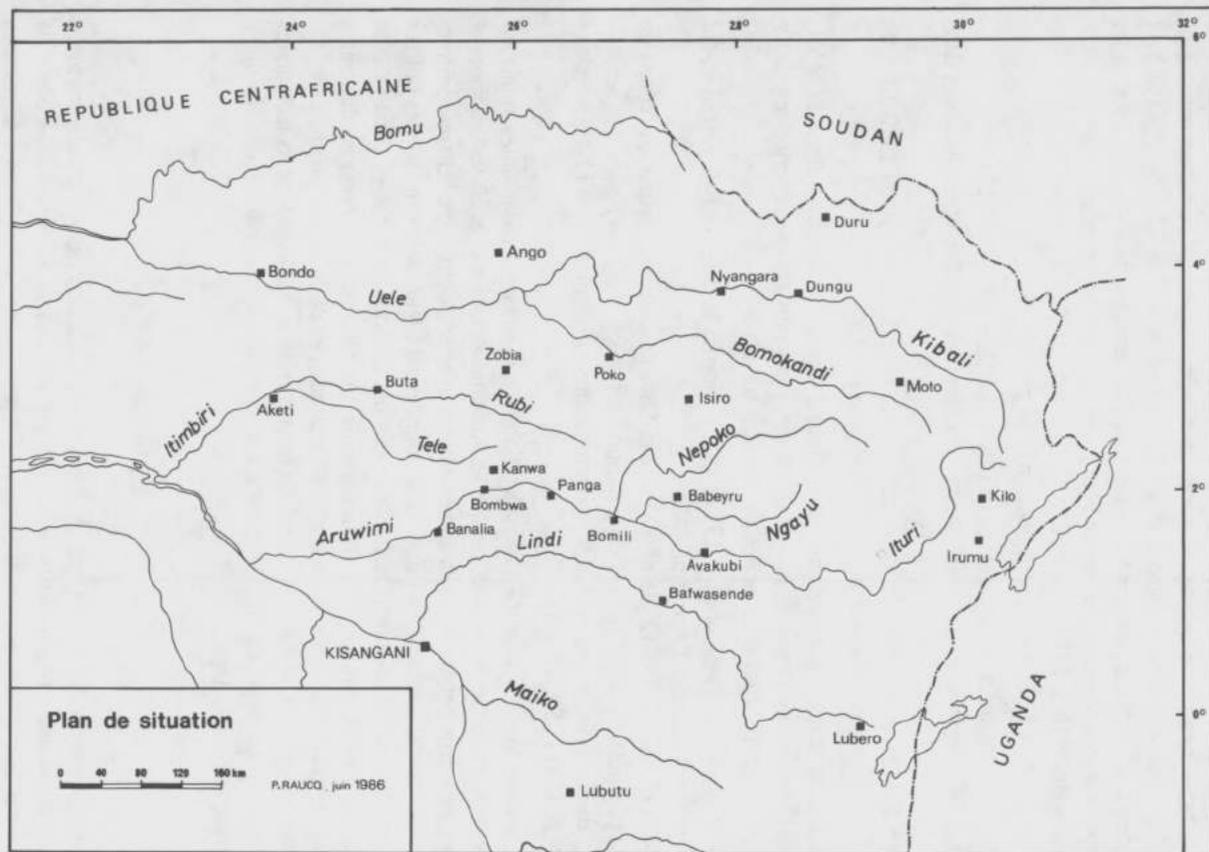


Fig. 1. — Carte du Haut-Zaïre.

Les plus anciennes de ces archives, en principe celles qui couvrent la période s'étendant jusqu'en 1918-20, ont été confiées pour conservation par le Département de Géologie et de Minéralogie du Musée au Département d'Histoire, sauf celles relatives au Kasai. Il s'agit de deux lots de dossiers répertoriés au Département de Géologie respectivement sous le n° G 359 (19 dossiers) et sous le n° G 362 (7 dossiers). C'est l'analyse du premier lot, relatif au nord-est du Zaïre, qui a fourni les éléments de cette étude ; le second lot concerne des prospections dans le «Bas-Congo» de 1910 à 1913.

Les dossiers G 359 se répartissent en trois groupes.

A1 à 4 : Prospection générale dans l'Ituri et l'Uele de 1909 à 1912.

A5 à 14 : Mission Kanwa-Tele-Dinda : prospection détaillée et exploitation dans ce bassin de 1910 à 1914.

A14 à 19 : Babeyru : prospection détaillée entre Nepoko et Ngayu de 1912 à 1920 ; le dépouillement en a été plus superficiel.

Il a paru utile de jeter également un coup d'œil sur les archives de la FORMI-NIÈRE restées au Département de Géologie, mais non encore répertoriées. On y trouve notamment les deux séries de dossiers suivantes :

- Prospection Générale 1 à 13 : le n° 1 concerne la mission Ball 1907-09, qui n'a pas dépassé l'Aruwimi ;
- FOR.NORD 1 à 42 : le n° 1 (mission Shaler) renferme surtout des cartes de prospection détaillée et d'exploitation ; les dossiers 40 à 42 sont des recueils de cartes et esquisses relatifs aux prospections générales 1909-12 des missions Reid (G 359 A1 à 4).

L'analyse des dossiers G 359 a fait l'objet d'inventaires commentés remis au Département de Géologie ; à noter que les «manipulateurs» successifs les ont souvent dérangés et leur ont attribué des numérotations diverses, dont la clé échappe parfois. On s'est attaché à relever les principales données géologiques (même si elles ont été intégrées depuis à la carte), la mention des découvertes minières et certains faits ayant un intérêt rétrospectif : techniques de prospection de l'époque, difficultés rencontrées (et résolues), caractéristiques marquantes de la vie de prospecteur.

Dans ce qui suit, je me suis efforcé de rendre vivante, dans ses aspects techniques et humains, la réalité de prospections à une époque que l'on peut encore qualifier d'héroïque pour la région.

1. Historique

1.1. Les frères A.E.H. et Chas. A. Reid, prospecteurs d'origine australienne ayant acquis aussi une vaste expérience en Afrique du Sud et ailleurs, ont accepté de prolonger leur séjour jusqu'à la fin de 1909, après une participation à la mission Mohun-Ball dans d'autres régions du Congo. Opérant isolément, quoique en liaison, ils ont reconnu au cours d'itinéraires rapides une vaste surface entre l'Uele et le haut

du versant de l'Aruwimi, de Buta à Poko, et englobant les bassins de la Tele, du Rubi et la partie aval de celui de la Bomokandi.

Malgré ses imperfections (voir ci-dessous), cette reconnaissance a permis, dès le troisième mois, la découverte par Chas. A. Reid d'une minéralisation en or aux têtes d'affluents de la Tele (principalement la Kanwa), qui devait conduire aux exploitations «Tele-Kanwa-Dinda» et à une production cumulée atteignant 1125 kg Au en 1957 (LAVREAU 1978). Il est vrai que cette découverte a eu lieu alors qu'une «mission Hannam» opérait pour l'État, au départ de Nebula, sur le versant Aruwimi.

En même temps que de l'or alluvionnaire, de nombreux boulders de quartz aurifère sont signalés, en même temps qu'un filon en place sur la piste Kanwa-Kole.

Les frères Reid signalent aussi la découverte, au cours de ce semestre, de 18 indices de fer. Souvent fort bien localisés, ils ont été reportés sur carte (degrés carrés N2/25, N3/25 et N3/26). Certains sont des affleurements d'«ironstones» (quartzites ferrugineux ou itabirites) ; la plupart sont décrits comme hématite ou magnétite, en affleurements ou «loose» (fragments) ; sept d'entre eux, et surtout quatre, paraissent importants d'après le texte : le mont Manjemma, groupe de collines au nord-ouest de Poko, un gros gisement à l'ouest de Kongoli («pure iron»), ainsi que deux occurrences faisant partie des monts Mbomo (RAUCQ 1975). Les prospecteurs signalent une métallurgie coutumière en plusieurs endroits : à l'est de Bambesa (au départ de graviers de magnétite) et à l'ouest de Kongoli ; celle des Monts Mbomo ne devait attirer l'attention qu'un peu plus tard.

1.2. La plus grande partie de l'année 1910 s'est passée en pourparlers et préparatifs, y compris des commentaires sur les perspectives découlant des premiers travaux. La mission redémarre en novembre 1910, scindée en deux «colonnes», conduites respectivement par les deux frères Reid.

La première («Aruwimi-Ituri») comportait à l'origine, outre le chef de colonne A.E.H. Reid, deux prospecteurs et un sondeur ; elle a opéré jusqu'en octobre 1911, jusqu'au passage de Reid à Babeyru, où allaient s'ouvrir des exploitations. L'un des prospecteurs ayant été renvoyé dès février 1911, Reid et le prospecteur restant se livrent (parfois à une grande distance l'un de l'autre) à une prospection par itinéraires d'une surface englobant l'interfluve Lindi-Aruwimi entre Banalia et Bafwasende et le versant nord de l'Ituri, de Panga à Avakubi, avec une insistance particulière pour le site de Panga et le bassin de la Ngayu, dans la boucle du Nepoko.

Des indices d'or près de Panga ont servi de justification à l'exécution d'une série de sondages dans l'Aruwimi, sans grand succès. En revanche, à la Ngayu, un gisement alluvionnaire d'importance notable a été découvert par W. H. Stronge en juin 1911 et a entraîné l'ouverture des «mines» de Babeyru ; celles-ci avaient produit, en 1918, quelque 750 kg Au ; la production cumulée (y compris celle des sites avoisinants) avait atteint, en 1960, 10 500 kg Au (LAVREAU 1978) ; A. E. H. Reid en a mésestimé le potentiel tout un temps ; ce chiffre ne comprend pas la production de la partie orientale de la plage de la Ngayu.

A noter que ces deux surfaces et celle de la Tele sont les trois plages à formations métamorphiques kibalienne au nord de l'Aruwimi-Ituri et recouvertes en discordance par les couches lindiennes. Des gîtes d'or autres que ceux de la FORMINIÈRE y ont été découverts par des missions de l'État (Fondation de la Couronne) et de la société SURONGO ; la FORMINIÈRE s'est bientôt assuré un contrôle des premiers, constituant la zone Aruwimi-Ituri (dans le secteur de la Tele et à la Ngayu), tandis que la SURONGO continuait à opérer à Panga et à Pulukpulu (Tele).

Les rapports de prospection ont permis de localiser deux importants massifs de minerais de fer entre Ngayu et Nepoko, dont le mont Abhangi (degré carré N1/27) ; ce n'est pas le cas des formations itabiritiques de la plage de Panga, située hors des surfaces prospectées.

Le faible niveau de connaissance de la géologie régionale par les prospecteurs de cette époque les encourage à envisager les possibilités les plus variées : la couleur sombre des «shales» amène l'un d'eux à suggérer des forages pour charbon près de Kondolole et à Mombitili ; précédemment déjà (1909), l'abondance d'objets et ornements en cuivre dans certains villages entre Buta et Zobia avait conduit à une enquête établissant qu'ils avaient été fabriqués avec du cuivre de traite ou du laiton de «récupération» ; ultérieurement toutefois (mars 1911), un rapport mentionne la fabrication de tels objets au départ de chalcosine en aval d'Aketi, sur l'Itimbiri ; sans que la relation soit clairement exprimée, notons la présence de couches lindiennes calcaires dans le secteur.

1.3. La colonne Chas. A. Reid («Nord-Est» de la concession) comportait deux prospecteurs (dont un troisième frère Reid) sous les ordres du premier ; elle a opéré de décembre 1910 à novembre 1912. La surface couverte, immense (150 000 km²), est limitée, au nord, par le Bomu et la frontière du Soudan, au sud par la ligne de séparation du bassin de l'Uele avec ceux de l'Itimbiri et de l'Ituri et à l'est par une ligne joignant Isiro à Dungu et à Duru ; elle englobe donc le bassin de la Bili et une grande partie de celui de l'Uele, avec l'Uere et la Bomokandi. Les travaux ont été centrés sur Poko, avec, parmi les autres bases, Bambili et Niangara.

La qualité des cartes de levé de Chas. A. Reid à l'échelle approximative de 1/160 000 permettrait aisément le report des itinéraires sur des cartes régulières ; leur précision est analogue à celle d'une compilation de photos ; ce prospecteur, F.R.G.S., a d'ailleurs effectué depuis le début, les déterminations astronomiques de la première mission. Les observations géologiques et les indices miniers résultant de ses reconnaissances ont été soigneusement relevés.

La colonne Chas. A. Reid a eu moins de chance que l'autre : la grande bande kibalienne d'Isiro et la petite plage de Poko sont minéralisées en or, dont on observe des traces dans toute la surface granitoïde qui les entoure ; malgré quelques teneurs intéressantes près de Poko, aux monts Lingwa et surtout aux monts Garungba, les recherches n'y ont pas débouché sur des gisements comparables à ceux de la Tele et de Babeyru. Toutefois, des gîtes plus modestes ont pu être mis ultérieurement en valeur, notamment dans la bande kibalienne d'Isiro (350 kg Au au total). Les

prospecteurs ont dû se borner à constater le manque d'intérêt de la bande lindienne de Niangara et des complexes gneissiques de la Garamba et du Bomu (celui-ci ne montrant généralement ni affleurements ni graviers).

En revanche, les observations de Chas. E. Reid fournissent la base de la connaissance des massifs itabiritiques liés, dans cette vaste surface, aux plages kibaliennes ou même isolés dans les granites. Pas moins de 26 occurrences notables ont été signalées dans les degrés carrés N2/27, N3/25, N3/26 et N3/27. Il s'agit souvent de collines élevées ou d'alignements de collines, dont les contours ont pu être tracés à partir des cartes d'itinéraires. Leur signification, comme pour celles des missions précédentes (paragraphes 1.1. et 1.2.) a été commentée par MISRA & RAUCQ (1986), qui citent les principaux d'entre eux dans leur note récente ; leur utilisation dans une sidérurgie locale semble bien moins fréquente que plus au sud.

Pour mémoire, quelques allusions à la présence de sulfures de cuivre ou de mispickel et à la possibilité de bauxite, d'apatite ou de cassitérite ; les prospecteurs, à juste titre, ne s'y sont pas attardés. De même, Chas. A. Reid fait un sort à la légende d'objets en cuivre fabriqués à partir de minerais locaux dans la région de Buta (voir ci-dessus).

Un rapport du 20 mai 1911 attribue incidemment à A. E. H. Reid la découverte, en 1906, d'or payant dans la rivière Moto, sans dire à quelle occasion ni dans quelle structure : ce ne pouvait être dans le cadre de la FORMINIÈRE.

1.4. La mission Kanwa-Tele-Dinda est lancée dès que l'intérêt de la découverte de minéralisations aurifères dans le bassin de la Tele (juillet 1909) semble établi (rapports de février et mars 1910). Les choses vont rondement : la demande de concession est datée du 21 mai 1910, la concession est accordée par A.R. du 27 février 1911 pour or, magnétite et hématite et «substances associées à titre accessoire», pour une durée de 99 ans (elle ne serait donc venue à expiration qu'en 2010). La prospection complémentaire et détaillée avait démarré dès octobre 1910 ; une première production officielle est signalée en avril 1911, mais la prospection avait déjà produit antérieurement une certaine quantité d'or (515 g Au).

Les opérations marquent un certain essoufflement dès 1914 et s'arrêtent même pour un temps en fin d'année, mais elles ont repris activement plus tard. Les quatre chefs de mission successifs sont des Anglo-Saxons, le premier étant M. K. Shaler ; leurs collaborateurs comportent dorénavant des Belges, spécialement dans les tâches administratives. Le personnel comptait initialement, outre le chef de mission, 2 prospecteurs, 1 agent d'exploitation (sluiceman), 1 agent d'administration et 1 agent de plantations, plus les 150 porteurs mis au travail à leur arrivée.

La mission Babeyru démarre fin 1911 avec l'arrivée de A. E. H. Reid, mais, jusqu'en 1913, elle se consacre à des travaux de prospection, soit entre Ngayu et Napoko, soit à plus grande distance. Le développement de cette mission n'a pas été analysé avec le même détail que pour la Tele ; la plupart des documents jusqu'au début d'une exploitation-pilote, en juin 1913, sous les ordres de D. L. Smith, n'ont d'ailleurs pas été retrouvés.

2. Méthodologie

2.1. Les premières prospections (paragraphe 1.1. à 1.3.) étaient en fait des reconnaissances préliminaires. Le travail consistait à décrire les affleurements rencontrés, à essayer de repérer l'existence de bancs de graviers, à y faire des prélèvements peu volumineux, à les panner et à formuler des avis sur l'apparence prometteuse ou négative des zones parcourues ; ces opinions étaient fondées en grande partie sur le flair des explorateurs.

Les principales critiques sur cette méthodologie sont de deux ordres : une maille beaucoup trop lâche, même au stade tout à fait préliminaire (il subsiste, dans la première mission, des «vides» non visités de 20 km et plus), et un échantillonnage peu fiable, car il s'appliquait trop souvent à des graviers superficiels à or fin (sauf la chance de prélèvements en lit vif ou de débris de quartz aurifères en surface).

Même dans la mission Chas. A. Reid de 1910-1912, la prospection reste «volante», plus rapide encore sans doute et à maille encore plus lâche, sauf exception. On y relève toutefois un souci de faire au moins trois itinéraires d'un point à un autre, en suivant les principaux axes hydrographiques et les versants (ou les lignes de faite) qui les encadrent, avec, en outre, des recoupes transversales. Il n'empêche que des surfaces étendues n'ont pas été parcourues à ce stade ; peut-être en reste-t-il même où des découvertes restent possibles. De toute façon, le caractère superficiel des prélèvements, joint à cette maille trop lacunaire est sans aucun doute responsable du fait que les prospecteurs n'ont pas décelé les gisements notables du Ganguen du Bas-Uele : 6000 kg de 1924 à 1954 (LAVREAU 1978).

Les prospections générales, dès 1950, utilisaient des mailles ne dépassant pas 3 km (souvent même 1 km), et l'échantillonnage se faisait par puits, ceux qui n'atteignaient pas le bed-rock étaient écartés comme dépourvus de signification.

2.2. Avec le début des travaux à la Tele, les prospections changent de style. Elles se font par puits, dont chacun est décrit en détail sur des fiches imprimées (une par puits) et en annexe aux rapports techniques mensuels : gabarit (bientôt fixé à 120 × 60 cm), épaisseur de l'«overburden» (recouvrement ou stérile) et du «pay-ground» (gravier), importance de l'échantillon (environ 55 kg ou 30 l), description sommaire du gravier et du bed-rock (atteint en principe), quantité d'or recueilli en mg, teneur en US \$ par yard cube (0,764 m³). Les résultats sont synthétisés pour les différents flats, avec une réserve probable exprimée en US \$.

Un texte paraissant dater de décembre 1912 et sans doute dû à Shaler *, apporte des précisions sur les techniques de prospection. Il distingue une «prospection générale» (en réalité une prospection systématique préliminaire) d'une prospection détaillée. Les puits sont les mêmes pour les deux phases : dans la première, ils sont creusés à raison de 3 à 7 sur des lignes transversales aux flats, distantes de 150 à 200 m ; dans la seconde, les lignes sont rapprochées jusqu'à 30 ou même 15 m, et

* Notes on physical conditions and methods at Kanwa-Tele-Dinda.

les puits implantés à 15 ou 22,5 m l'un de l'autre. Un réseau de cette forme (presque carrée) est illogique pour une minéralisation réglée en runs ; il est en outre trop serré. Ce texte précise que le recouvrement est écarté, que le gravier (prélevé jusqu'au bed-rock), est mélangé et quarté et qu'il y est prélevé un échantillon de 4 pans remplis à ras bord, de deux quarts opposés ; le bed-rock lui-même est testé sur quelques pouces. Le pannage est poussé jusqu'aux «sables noirs» en présence du prospecteur, qui effectue lui-même le finissage et récupère l'or par amalgamation, pour coupellation et pesée ultérieures. Le calcul tient compte du foisonnement, et les pépites éventuelles, pesées à part, n'y interviennent pas.

Comme l'auteur estime normal un effectif de 12 à 15 travailleurs par prospecteur, on imagine le faible rendement d'une équipe de prospection à l'époque : 100 à 150 puits seulement par mois, dans des conditions où on atteignait le triple, voire le quintuple vers 1950, avec une quarantaine d'hommes ; la densité des puits par unité de surface correspondait, vers 1950, à une maille de 1000 m² (250 m² dans les très petits flats). En revanche, le fonçage des puits et le traitement du gravier n'ont guère varié depuis.

Une longue note écrite en 1914 à Babeyru par Wm. Crocker discute de la répartition de la minéralisation pour proposer d'adapter la forme de la maille en fonction de la granulométrie de l'or et de l'écoulement de l'eau dans le flat : elle représente l'amorce d'une réelle amélioration.

2.3. Les données concernant l'exploitation sont également fournies dans les rapports techniques. Je n'en dirai que peu de chose, car elles débordent de l'objet de cette communication.

Il s'agit d'une exploitation alluvionnaire du type le plus simple et le plus classique, avec rejet du stérile sur les surfaces déjà exploitées dès que c'est possible, abattage manuel du gravier, transport à la brouette de fabrication locale sur des chemins de roulage en planches et traitement au sluice en bois (des essais au sluice d'acier ont été faits à Babeyru). Le grizzly est rarement nécessaire à Kanwa, mais des précautions sont prises pour empêcher la formation de boules d'argile entraînant une partie de l'or.

L'eau provient généralement de petits barrages en terre (dont la coupe est donnée) et, au besoin, est amenée par races et flumes aux points d'utilisation ; en 1913, on installe une première pompe. L'eau conditionne le rythme des travaux, un manque se faisant souvent sentir en fin de saison sèche ; en revanche, les petits barrages sont parfois emportés lors des crues. En saison sèche, une plus grande place est faite à la prospection ; Shaler insiste d'ailleurs dès août 1911 pour que l'exploitation ne fasse pas négliger la prospection ; il signale dès 1912 que les premiers résultats dans la Kanwa donnent des résultats inférieurs aux teneurs indiquées par les frères Reid dont «les travaux ne constituaient qu'une prospection préliminaire qui, faite à la hâte, pouvait par conséquent donner lieu à une quantité d'erreurs». Fin 1914, lors de l'interruption des travaux, il a cette remarque désabusée : «We may assume that Kanwa just about paid expenses in 1914».

Il y a rapidement 4 sluices à Kanwa, et bientôt 6, à raison d'un ou deux par agent ; les clean-ups semblent faits une fois par mois ; le mercure est toujours utilisé dans le compartiment supérieur ou dans deux, bien que la récupération soit excellente sans y recourir. Des diamants (de petite taille) sont récupérés à partir des concentrés de clean-up, et même sur les rejets de lavage : c'est à la fois rassurant pour la qualité de l'exploitation aurifère, mais aussi révélateur de possibilités en diamant, non explorées par des techniques appropriées semble-t-il, malgré l'expérience que la FORMINIÈRE acquérait au Kasai à la même époque.

2.4. Le matériel dont disposaient les missions de prospection ressort notamment des réquisitions adressées en août 1910 par A. E. H. Reid ; je n'en donnerai pas ici les listes, qui vont de l'outillage courant (y compris les marteaux de géologue et une forge) et des outils de charpentier jusqu'au matériel topographique (niveau, mire, boussoles, etc.), au matériel de laboratoire (avec balance pour or, coupelles et loupes) et aux fournitures de bureau et de dessin ; la comparaison avec l'équipement dont nous disposions 40 ans plus tard ne met en évidence que fort peu de différences : il n'y a pas de barres à mine ni de tarières, non plus que de pantographe ; les rapports techniques ultérieurs ne font pas davantage état d'instruments ou de matériel utilisés dans nos prospections systématiques : cuvelages pour alluvions profondes aquifères, planimètre.

La sondeuse (sur ponton) affectée aux travaux dans l'Aruwimi près de Panga, prématurément à mon avis, était apparemment une Empire Drill, peu différente de la Banka (plus populaire chez nous). Les archives font état d'avaries et même de perte d'outils.

Il y avait aussi, en grande quantité, des articles de traite (tissus divers, pagnes, chemises, singlets), devant servir à des échanges, au paiement de travailleurs occasionnels (pagayeurs, porteurs), et au troc ; plus tard, de tels articles seront vendus et ont dû jouer un rôle dans le démarrage des opérations commerciales de la société.

Le transport de tout cela n'a pas été sans poser de multiples problèmes ; j'y reviendrai. Mais le naufrage d'une des deux pirogues de Chas. A. Reid, fin de séjour, dans des rapides de l'Uele (23 novembre 1912), permet de compléter les listes de l'équipement et de la documentation dont il disposait, grâce à l'inventaire du contenu des malles immergées (retrouvé en partie après trois semaines, comme la balance pour or, l'or pesé, les échantillons et la plus grande partie des concentrés) : il s'y trouvait notamment tout un matériel photographique, un sextant et un équipement pour essais chimiques par voie sèche.

3. Cadre des travaux

3.1. Les prospections minières dans le Haut-Zaïre débutent peu après l'annexion du Congo par la Belgique : les premières cartes d'itinéraire utilisent encore le

drapeau bleu étoilé pour marquer les frontières et les postes de l'État, avant que les couleurs belges ne les remplacent (un peu à tort). Le domaine de la Colonie (appelé encore Fondation de la Couronne dans les rapports) s'étend au sud de la ligne de partage des eaux de l'Aruwimi-Ituri d'une part, de celles de l'Itimbiri-Rubi (et de la Tele), puis de la Bomokandi d'autre part. Les agents de l'État (mission Hannam) se livrent à l'occasion (dès 1910) à des exploitations abusives au nord de la limite ; plus tard, la mission Kanwa-Tele-Dinda aura à se plaindre de la concurrence de l'État pour le recrutement de main-d'œuvre et le ravitaillement de ses mines. Au nord, la limite de la zone FORMINIÈRE est la frontière de la Colonie, suivant le Bomu, puis la crête Congo-Nil. A l'est, elle s'étend jusqu'aux surfaces réservées au secteur minier de Moto.

Les surfaces prospectées jusqu'en 1912-1913 sont couvertes de forêt au sud, de savane plus ou moins boisée au nord ; les rapports ne permettent pas de tracer avec précision la limite à l'époque. Quelques passages citent des faits météorologiques notables, notamment les crues exceptionnelles et certaines tornades, mais il faut attendre la mission Kanwa-Tele-Dinda pour avoir des relevés pluviométriques mensuels.

Les essais d'illustration des rapports de prospection par des photos se sont soldés par des échecs dus à l'altération du matériel ou à un manque d'intérêt. Témoin ce passage de mai 1911 (Chas. A. Reid) : «I don't seem to have had time to take any photography lately, nor has there been anything except niggers to photograph».

3.2. Les relations avec l'Administration sont en général correctes : les prospecteurs dépendent des autorités pour l'acheminement de tout le matériel et de toutes les fournitures, pour le portage, pour le recrutement de main-d'œuvre, pour le ravitaillement. Ça et là sont exprimées quelques doléances : négligences d'un chef de transport, obligations de lâcher un pourboire pour obtenir un transport, etc.

Les travaux se heurtent parfois à une certaine insécurité. En novembre 1910, Chas. A. Reid mentionne des troubles entre Poko et Nara, avec meurtre d'un messager ; en décembre, il fait état d'un soulèvement chez les Azande, situation qui perdure encore en juin 1911. A. E. H. Reid écrit en mars 1911 de Bomili que «la guerre est finie sans un coup de feu et les soldats sont partis, sauf l'armée d'occupation» ; des zones restent d'ailleurs fermées en raison d'opérations militaires. Les prospecteurs bénéficient parfois d'une escorte militaire, mais Chas. A. Reid y renonce en octobre 1911 pour une expédition dans le nord, déclarant «I am more afraid of one soldier than I am of a dozen niggers».

Significatives sont les listes de documents, permis et autorisations que les frères Reid estiment nécessaires en 1910 avant de partir en mission. A côté de mesures relevant de la gestion intérieure de la société, notamment sous l'angle de la discipline, les deux listes insistent sur l'autorisation d'importer armes et munitions, les permis de port d'arme, les permis de chasse et les dispositions relatives à l'abattage des éléphants, y compris la destination de l'ivoire (question abordée aussi, pour des cas précis, dans divers rapports). Un texte plein d'humour de Chas. A.

Reid, de mars 1912 souligne les conséquences de l'arrivée tardive du permis général de chasse. Les deux responsables revendiquent le droit d'avoir de la Colonie l'assistance la plus complète pour leurs transports, leurs déplacements, leur sécurité et leurs soins de santé.

3.3. Ce sont les transports qui ont posé le plus de problèmes, surtout au début. On relève de nombreuses mentions de leur lenteur (8 mois depuis la Belgique jusqu'à Bambili), des difficultés d'obtenir des pirogues ou des porteurs (manque de coopération de l'Administration, concurrence des militaires et même des autres missions), de conditionnement défectueux, cause d'avarie aux vivres (caisses étanches soudées, puis clouées), aux tissus (décolorés dans des ballots non étanches) ou à l'équipement de laboratoire. Je viens de parler du naufrage le plus important ; il y en a eu d'autres.

Les transports sont assurés par l'État jusqu'en mars 1913, puis il a fallu trouver des solutions de rechange, comme le rachat des pirogues de l'Administration ou même la mise en chantier de nouvelles.

Un des rapports techniques de la mission Kanwa-Tele-Dinda envisage l'amélioration de la navigabilité de l'Aruwimi, avec aide de l'État pour faire sauter quelques rapides à hauteur de Banalia.

4. Personnel

4.1. La composition des premières missions a déjà été abordée pour ce qui concerne les techniciens expatriés. Mais il est impossible d'avoir une idée de la main-d'œuvre locale lors de la première (fort peu d'hommes actifs, en fait, par rapport aux besoins en porteurs, payeurs ou même militaires).

Cela reste malaisé quand les frères Reid repartent en 1910, chacun en charge d'une colonne. Trois lettres du 13 novembre 1910 de A. E. H. Reid avant le début des travaux de sa colonne expriment ses prévisions : au Chef de Zone des Stanley Falls, il demande des payeurs pour son transport sur l'Aruwimi et peut-être 40 travailleurs (10 par agent) pour commencer à travailler sans délai entre Bomili et Avakubi ; au Chef de Zone du Haut-Ituri, il laisse prévoir des besoins de 100 à 150 «porteurs-travailleurs» en s'enquérant si la sécurité entre Nepoko et Ngayu permet d'y travailler sans escorte militaire ; enfin, il sollicite la bienveillance du Commissaire général de la Province Orientale pour les recrutements, le permis de chasse et, le cas échéant, une escorte militaire. Généralement, il exprime la difficulté de recruter de la main-d'œuvre. Un des prospecteurs de Chas. A. Reid mentionne en mars 1911 que l'État recrute des travailleurs à Bafwasende pour ses mines de Bokwama, ainsi que 300 travailleurs pour la route Stanleyville-Avakubi.

Les rapports administratifs mensuels de la mission Kanwa-Tele-Dinda sont plus précis concernant les effectifs. Outre le chef de mission, elle compte bientôt 4 agents de mine (sluicemen ou prospecteurs) et 2 agents d'administration (dont un pour les plantations) ; en mars 1912 arrive le Dr G. Cassart comme «médecin-agent administratif». En ce qui concerne la main-d'œuvre locale, elle atteignait 223 unités

en juin 1911, dont 35 en prospection, 72 en exploitation, 65 dans les plantations et constructions et 35 soldats. En juin 1912 les mêmes postes, pour un effectif total de 436, étaient respectivement de 17, 240, 104 et 12 ; on notait aussi 37 auxiliaires (clerks, artisans et scieurs) et 19 femmes dans les plantations. En juin 1913, on comptait, pour le même total, 379 unités en exploitation, 7 en prospection, 37 auxiliaires et 20 au travail au poste ; l'escorte militaire a disparu, de même que les femmes actives. Le rapport de mai 1914 mentionne 427 unités, dont 359 en exploitation et 36 auxiliaires ; il prévoit le départ définitif de plusieurs de ces travailleurs.

4.2. Les réquisitions de 1910 décrivent en détail le matériel de campement du personnel européen ; on y relève des différences de dimensions des tentes pour chef de colonne ou prospecteur, ainsi que dans la composition des cantines, l'utilisation de malles-lits, de lavabos sur trépied, de photophores et de lanternes à glaces ; sauf pour l'éclairage, cet équipement est bien plus proche de ce que j'ai connu jusqu'en 1960 que des improvisations observées depuis les indépendances.

Pour le personnel africain, il est prévu une foule d'articles d'habillement (chapeaux et fez, capotes, ceintures, bottes à haute tige à semelles de cuir cloutées) et de ménage (gobelets, assiettes, cuillères, couteaux, aiguilles avec fil, allumettes), sans parler des pipes, des montres, des miroirs, etc.

Le style paternaliste de la FORMINIÈRE vis-à-vis de ses agents européens, dont on sentait encore certaines manifestations jusqu'en 1960, se marque en 1910 par la composition des « chop boxes » (caisses de ravitaillement) et des « medical comforts » (boissons surtout alcooliques) prévus pour chaque agent, pour un semestre : on y trouve tout, depuis la farine et le beurre jusqu'à la bénédictine et au champagne ; on reste rêveur devant les quantités et les qualités exigées ; rien n'est laissé au hasard pour le conditionnement. Il n'est pas évident que tout a réellement toujours suivi comme le souhaitait A. E. H. Reid. Comme vivres « frais », les prospecteurs ne peuvent guère compter que sur la volaille locale et, selon les circonstances, sur la viande de chasse ; une liste énumère les munitions à prévoir par semestre pour trois agents (700 cartouches ou balles de types divers) ; une épizootie, apparemment le choléra des poules, fait des ravages au moins une fois. A Kanwa, un des premiers soucis du chef de mission est de créer un potager, qui n'a pas été un succès, du moins au début.

Pour la main-d'œuvre indigène, les prospecteurs ont souvent des problèmes de ravitaillement, surtout pour le riz, mais aussi pour les bananes : les villages sont souvent rares et n'ont guère d'excédents, le portage pour l'État absorbe les disponibilités, surtout au début, les éléphants font des ravages. L'aide de l'Administration est parfois sollicitée pour les achats de riz, dont 10 kg peuvent coûter jusqu'à 4 yards de tissu. La ration en nature est parfois remplacée par du sel : en octobre 1910, chaque payeur, travailleur ou domestique a droit à 1,5 tasse de sel (9 cuillerées à soupe), ce qui lui permet de se procurer des vivres pour les 7 jours suivants ; pour les domestiques, le sel peut être remplacé par 2 yards de tissu. A Kanwa, après les

essais de potager pour Européens, on commence dès avril 1911 des plantations de banane, puis de manioc ; le riz et l'huile de palme doivent toujours être achetés, et parfois transportés d'assez loin (Zobia). Mais, dès octobre 1913, l'ouverture d'un marché du dimanche à Kanwa permet de réduire considérablement le coût de la ration : il est alloué, pour les achats sur place 1 à 1,25 F par semaine et par homme (plus 0,50 F pour un capita), le sel continuait à être distribué ; à 50 F pour 1 F or, c'était sensiblement ce que nous coûtait une ration complète (et relativement généreuse) vers 1950 en prospection (75 F), et nettement plus que la ration en espèces imposée par l'Administration vers 1960 (30 F).

La rémunération annuelle des expatriés va de 10 000 à 15 000 F or (exprimée en US \$ pour les agents anglo-saxons), et même davantage, soit au minimum 1 800 000 à 2 250 000 F actuels, tous les frais (campement ou logement, ravitaillement complet) étant couverts. Je n'ai trouvé que peu de données précises sur le salaire de la main-d'œuvre ; à titre d'exemple, la paye mensuelle d'un payageur, fin 1910, est fixée à 12 yards de kaniki (tissu bleu).

4.3. Cela intéressera sans doute notre Classe d'avoir un aperçu sur l'état sanitaire des missions opérant dans la forêt de l'Ituri vers 1910, vu de l'intérieur. Je partirai d'un rapport du Dr Cassart, rédigé en avril 1912 (un mois après son arrivée à Kanwa). Après un aperçu, plutôt favorable, sur la configuration du poste et de ses abords, il traite de l'alimentation des Blancs et des Noirs, en se louant de la sobriété des premiers, qui abusent toutefois des conserves et des aliments carnés ; les Noirs se nourrissent surtout de bananes, avec un appoint de riz ; l'auteur exprime sa défiance à l'égard du maïs, «nourriture dangereuse» selon lui. La santé des Européens est bonne dans l'ensemble : quelques cas de fièvre, dont une «hématurie», un cas d'ictère ; il recommande la prise préventive de quinine (déjà adoptée d'ailleurs). Chez les Africains, il note la fréquence des «sarnes» (ulcères tropicaux), dues selon lui au travail en terrain humide ; il recommande de ne pas recruter de travailleurs qui en sont atteints. Par contre, il constate la généralisation des maladies vénériennes, qu'il explique à sa manière en fonction des coutumes et de la passivité des femmes lors de chaque sollicitation ; il estime qu'elles «nuisent très peu à la valeur productive du personnel» et qu'«il ne faut en tenir aucun compte lors des engagements». Il ajoute : «l'avenir de la race noire est peut-être en danger par le fait de ces affections, mais ceci est affaire des pouvoirs publics et non des compagnies particulières» ; il affirme d'ailleurs que la «blennorragie entre autres est une maladie qui évolue généralement d'elle-même vers la guérison». Cassart craint la maladie du sommeil, encore inexistante malgré la présence de mouches tsé-tsé : il faut écarter du secteur tout individu suspect.

Avant l'arrivée de Cassart, les textes déplorent souvent l'impossibilité de recevoir en temps voulu aucune aide médicale : au moins 10 à 20 jours pour avoir du secours de la part des médecins en poste à Buta, Stanleyville ou Avakubi, ou, pour une mission dans un autre secteur, à Bambili et Aba. Heureusement, lors des premières missions, malgré des conditions de travail très dures, l'état de santé des agents reste

en général bon, «although we get the usual few days of fever now and again», il s'agit évidemment de paludisme (souvent appelé «bilious fever») ; la fièvre hémoglobinurique («blackwater fever») est mentionnée une fois, chez un missionnaire de la région. Un cas particulier est celui du dérangement mental d'un prospecteur, dont le comportement incohérent et souvent dangereux a amené son chef à le licencier sur place ; le contexte ne permet pas d'affirmer si ce «coup de bambou» est la suite de l'alcoolisme, d'une insolation ou d'une malaria cérébrale ; en tout cas, cet agent était aussi atteint de gonorrhée, cas exceptionnel dans les archives parcourues.

Chaque agent était, dès 1910, muni d'une pharmacie portative fournie par Burrough & Welcome ; il est intéressant d'en parcourir l'inventaire ainsi que la liste de médicaments supplémentaires, dont l'abondance incite à croire qu'ils devaient servir à dispenser certains soins aux travailleurs autochtones. Pourtant, les rapports des premières missions (A1 à 3) sont pratiquement muets sur l'état de santé de la main-d'œuvre indigène. Il faut attendre l'arrivée de Cassart à la Tele pour qu'il y soit fait allusion dans les rapports administratifs : par exemple, les porteurs de «sarnes» sont affectés à l'entretien du poste ; le dépistage de la maladie du sommeil est un souci constant des responsables ; les cas de maladie se multiplient au changement de saison.

En revanche, les rapports sont plus circonstanciés en ce qui concerne le personnel expatrié : rhumatismes attribués aux brouillards de saison sèche, un cas de dysenterie prolongée et surtout fièvres fréquentes, dont trois cas au moins de fièvre hémoglobinurique : un bénin (quelques heures), un grave, qui a fini par bien tourner et un mortel (en avril 1917), en peu de jours, dont la victime, W. G. Branham, était le directeur de la mission Babeyru ; la société était dépourvue de médecin à cette époque.

4.4. Je dois encore mentionner quelques faits significatifs de la mentalité du personnel tant expatrié qu'autochtone à divers moments de la période envisagée (1909-1918).

Les premières missions n'ont eu, apparemment, que peu de problèmes concernant les Européens, mis à part le cas de dérangement mental signalé. Il n'en est plus de même à partir du moment où se développe l'activité à la Tele. Sans vouloir dramatiser, la sédentarisation semble avoir nui à la bonne entente entre certains agents ; des questions de préséance sont à l'origine de certaines palabres. On trouve dans certains rapports des réflexions parfois amères sur le zèle, l'alcoolisme et l'honnêteté des agents. Il est vrai que c'est aussi à ce moment que la société commence à faire appel à du personnel belge, alors que les chefs et la plus grande partie des agents de mine sont encore anglo-saxons. Voici un passage révélateur, qu'il ne faut peut-être pas prendre au pied de la lettre, écrit par Shaler en mars 1912 (concernant la surveillance générale de la «partie commerciale»), et où il faut sans doute voir en partie l'effet d'une méfiance due à une différence de mentalités d'ordre ethnique.

Mr Cornell or I would be only too glad to aid in every possible way, but it seems to be largely a question of having unpleasant and annoying relations with agents whose principal occupation seems to be that of lavishly spending the Company's funds and conducting themselves in a scandalous manner wherever they go. I am exceedingly sorry that my duty to the Company makes it necessary that I announce the certain failure of its commercial enterprise in the Uele, if it is to continue along the lines followed since the «debut» (sic).

Quoi qu'il en soit, il y a au moins un cas où un agent d'administration, ancien chef d'une station de l'État, recruté contre l'avis de Shaler (fondé sur son comportement antérieur) a dû être révoqué en 1912 en raison des nombreux excès commis en état d'ivresse et de ses tripotages. Un autre agent est sévèrement blâmé par son successeur pour son comportement maladroit envers l'Administration.

Les rapports sont très discrets sur la vie privée des agents. La seule allusion à leurs compagnes indigènes repérée dans tout le fonds d'archives dépouillé est un article d'un règlement de travail et de discipline de décembre 1910 de Shaler : «Les Blancs sont priés de veiller à ce que leurs servantes ne se commettent pas avec le personnel du campement». Il n'est précisé nulle part si elles sont comptées dans le personnel domestique, mais cela ne me paraît pas impossible.

Parmi les autorisations revendiquées par les chefs de colonne de 1910-1912 figurent d'une part le droit de punir les travailleurs et porteurs sans en référer aux autorités locales (en précisant que ce droit concerne les amendes et l'administration de la chicotte) et d'autre part le droit d'obtenir une escorte de 25 soldats armés d'Albini et commandés par un officier blanc. L'indiscipline constatée parmi la main-d'œuvre dès 1913 à Kanwa amène le chef de mission à demander soit à être autorisé officiellement à administrer des châtiments corporels, soit à obtenir un détachement de soldats commandés par un sous-officier blanc ; notons que ce chef d'escorte est rapidement affecté à des tâches administratives et ses hommes à des besognes au poste.

Au début, on ne trouve aucune trace de doléances concernant l'honnêteté de la main-d'œuvre, seulement des recommandations pour la surveillance des stocks, et aussi quelques vols en cours de transport. Mais, comme c'est souvent le cas, les choses se dégradent avec le temps, et le nouveau directeur de Babeyru (A. E. H. Reid) fait rapport, en mai 1917, sur des vols importants commis pour la seconde fois dans les magasins du poste ; il estime que la moitié du camp avait des doubles des clés des premiers cadenas. Le remplacement de ces derniers a amené les voleurs à récidiver avec effraction.

De même, les «Notes on physical conditions and methods at Kanwa-Tele-Dinda» (décembre 1912 ?) déclarent :

Apparently the black workmen at Kanwa do not know the value of the gold, further than simply that the white wants it... It was rather surprising, at first, to have a workman hand you a nugget as if it were so much glass...

L'auteur suppose que, dans leur esprit, l'or n'acquiert de la valeur qu'après être passé par l'amalgamation ; il suggère qu'on les maintienne dans la croyance, que l'or n'a aucune valeur pour eux, croyance qui pourrait être étendue au diamant, le cas échéant.

Mais cela finit par se gêner aussi, et l'on constate à Babeyru, en 1917, des vols aux sluices : des filières ne tardent pas à s'établir quand on s'occupe de substances précieuses !

5. Opérations forestières et commerciales

5.1. La FORMINIÈRE, comme l'indique sa raison sociale, avait aussi comme objectif une activité forestière basée sur un droit, octroyé en 1906, de choisir 11 000 km² de terres vacantes, notamment pour y planter des forêts et des cultures. Ce droit s'est manifesté (FORMINIÈRE 1956) par la concession, en 1911, de 3000 km² et de 480 km² respectivement pour ces deux objectifs ; ces surfaces étaient toutes situées dans la Cuvette centrale. Les missions de prospection du Haut-Zaïre ont eu également, sur une échelle fort modeste, des activités de cet ordre.

Les rapports périodiques, du moins au début, fournissent fort peu d'indications sur la couverture végétale : à peine quelques allusions sur la nature, forêt ou savane, des surfaces prospectées. Un texte plus explicite de Chas. A. Reid mentionne en mars 1910, à des fins utilitaires, certaines essences de la grande forêt de la Tele : on reconnaît aisément, d'après sa description (bois rouge cassant et putrescible), l'essence dominante, le *Macrolobium dewevrei*, avec des indications sur ses usages possibles ; il est plus difficile d'identifier un bois dur jaune à longue fibre pouvant convenir pour servir de semelles à des appareils, et un grand arbre tendre et spongieux utilisable dans le sluicing.

D'une manière générale, les rapports soulignent la présence de surfaces marécageuses, d'ailleurs forestières. Ils mentionnent fidèlement l'existence d'herbe à caoutchouc («rubber vine»). Ils déplorent la pénurie de main-d'œuvre disponible, liée à l'obligation, pour les indigènes, de s'acquitter de l'impôt en caoutchouc ; le paiement de l'impôt en espèces, instauré au cours de la période étudiée, rend au contraire disponible le caoutchouc de cueillette et permet des espoirs d'activité commerciale.

L'activité minière, la construction de camps et la création de cultures vivrières ne vont pas sans une certaine déforestation. Les chefs de mission se plaignent des taxes sur les défrichements et sur le bois coupé ; l'envoi d'un géomètre pour délimiter les plantations et mesurer le bois utilisé dans les constructions inspire (avril 1912) des réflexions amères :

... it seems to me that the tax question is becoming rather important... It looks to me as if instead of fastening the exploitation of the mineral wealth of the Congo, the State wishes to eat up all possible profits accruing from an exploitation in taxes

ou encore (octobre 1912) :

... you will have to pay for everything cut, even the brushwood.

L'exploitation sous couvert forestier est décrite dans les «Notes on physical conditions and methods at Kanwa-Tele-Dinda» : on se borne à éliminer le sous-bois et les petits arbres et, après extraction du gravier tout autour des grands arbres, on enlève ce qui reste entre les racines. Signalons encore que le préposé aux cultures est appelé indifféremment «agent forestier» ou «agent de plantations».

5.2. C'est en 1911 que l'on relève les premiers signes d'une activité commerciale, si l'on excepte la vente occasionnelle de vivres excédentaires. Ce fait est lié, notamment, à l'abandon par l'État de l'imposition en caoutchouc, remplacé par une taxe en espèces ; du coup, la région est ouverte au commerce.

Dans une lettre du 30 octobre 1911, Shaler énumère les articles qui ont la faveur des indigènes : bottines, costumes, chapeaux et montres pour les hommes, pagnes et bracelets de cuivre rouge pour les femmes, ainsi que machettes et hoes ; «ils sont d'accord pour payer des prix même élevés pour des objets de qualité qui leur plaisent». Shaler suggère à la société d'envisager une activité commerciale dans un avenir proche.

Peu après, J. Geets, agent d'administration, propose (12 décembre 1911) à la Société de créer un établissement commercial à Panga, basé sur le caoutchouc disponible et la présence de plus de 8 000 contribuables, imposés à 9 F par an, à Panga et Bomili. Le 11 janvier 1912, il suggère d'être chargé de l'organisation commerciale de l'Aruwimi, y compris un service de transports. Il va même jusqu'à bloquer à son nom (mais à l'intention de la FORMINIÈRE) trois terrains d'un hectare, respectivement à Banalia, Yambuya et Panga. Mais la Société, sans le décourager, n'est pas d'accord pour qu'il se rende en Europe préparer le nécessaire (personnel et matériel) ; il ne jouit d'ailleurs pas de l'appui de Shaler.

Celui-ci, en mai 1912, donne un avis négatif sur l'idée de J. Jadot d'ouvrir des factoreries à Yambuya et Banalia. Par contre, il mentionne l'ouverture d'un poste commercial à Kanwa en juillet 1912. J. R. Evens, son successeur, souligne (5 juillet 1913) que les travailleurs y dépenseront pratiquement toute leur paye s'ils y trouvent des articles bon marché ; il mentionne la concurrence de deux firmes commerciales dans le secteur. J'ai mentionné (paragraphe 4.2.) le marché hebdomadaire de Kanwa, où les travailleurs dépensent les sommes qui leur sont données en lieu et place des rations en nature ; il ne s'agit pas, à proprement parler, d'une opération commerciale.

Mais, entre temps, une organisation purement commerciale est mise en place par la FORMINIÈRE en 1912 dans l'Uele ; cette mission, basée à Zobia, possède un personnel distinct de celui qui s'occupe de prospection minière, malgré certaines mutations ; Shaler souhaite d'ailleurs manifestement ne pas se laisser distraire de ses activités minières. La mission commerciale, qui gère des factoreries, a néanmoins certains contacts avec le siège de Kanwa, qui bénéficie certainement de son aide pour son approvisionnement en vivres. Le directeur commercial Schoofs visite Kanwa en

juin 1912, et Shaler lui remet tous les documents et archives relatifs aux opérations commerciales, en assurant la Société que toutes les relations entre la «partie minière» et la «partie commerciale» seront empreintes de cordialité et de coopération ; il est question de l'ouverture d'une factorerie à Bombwa.

Les notes préparatoires au conseil de la Société du 13 janvier 1913 font état d'achats au cours des trois premiers trimestres de 1912 par les postes commerciaux du Lac Léopold II, de l'Équateur et de l'Uele (sans les ventiler malheureusement) :

caoutchouc	28 758 kg
ivoire	1 134 kg
copal	94 157 kg

REMERCIEMENTS

La présente communication a été élaborée au Département de Géologie et de Minéralogie du Musée royal de l'Afrique centrale (Tervuren), que l'auteur remercie de son hospitalité et de son assistance.

RÉFÉRENCES

- FORMINIÈRE 1956. Forminière 1906-1956. — Ed. L. Cuypers, Bruxelles.
- LAVREAU, J. 1978. Vue d'ensemble sur les gisements aurifères du Haut-Zaïre. — Rapp. 1978, Dépt. Géol. et Minér., Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, pp. 71-95.
- MISRA, A. & RAUCQ, P. 1986. Les gisements de fer du Haut-Zaïre. — Rapp. 1985-86 Dépt. Géol. et Minér., Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, pp. 173-186.
- RAUCQ, P. 1975. Les formations ferrugineuses de la Tele (Haut-Zaïre), note préliminaire, 1974. — *Ann. Soc. géol. Belg.*, 98 : 123-139.

ADDENDUM

A l'issue de l'exposé qui précède, un confrère s'est intéressé à l'évolution de la participation des intérêts américains dans le capital de la FORMINIÈRE, pour en déduire l'influence éventuelle sur la marche de la société. A partir du Mémorial FORMINIÈRE (1906-1956) et d'indications reçues de notre confrère M. C. Fieremans, il est possible d'apporter quelques précisions sur cette question.

Lors de la création de la société en 1906, son capital comportait 7000 actions de capital de 500 F et 7000 actions de dividende sans désignation de valeur. La moitié des actions de chaque type étaient considérées comme la rémunération des apports miniers et des concessions forestières, à raison de 35,7% pour l'État Indépendant du Congo et 14,3% pour la Fondation de la Couronne, l'autre moitié, effectivement payée, se répartissant comme suit :

- Fondation de la Couronne : 8,29%
- Groupe américain T. F. Ryan et D. Guggenheim : 25% (soit 50% du total payé)
- Société Générale de Belgique : 16,71%

Le groupe Ryan-Guggenheim resta actionnaire de la Forminière jusqu'à sa dissolution en 1966 (avec 3 représentants dans son conseil d'administration de 8 membres), sa participation n'atteignant plus que 17% à ce moment. Il était également associé aux activités de la Société Forestière et Commerciale du Congo FORESCOM.

Juste avant l'indépendance, sous la pression de son actionnaire principal le Congo Belge, la FORMINIÈRE avait dû opter pour le droit congolais ; elle créa alors une société de droit belge INTERFOR (Société Internationale Commerciale et Financière de la Forminière), à laquelle elle avait fait apport de ses avoirs non liés à l'exploitation minière, en ce compris son portefeuille. Le groupe Ryan-Guggenheim se retrouva avec une participation de quelque 38% dans le capital d'INTERFOR, rebaptisée Compagnie Industrielle et Forestière (INDUFOR) en 1969 ; cette participation, qui en faisait le principal actionnaire privé (comme à la FORMINIÈRE), correspond en fait à son importance par rapport au total attribué en 1906 à la Fondation de la Couronne et aux souscripteurs privés (25% sur 64,3% du capital).

Le groupe américain a cédé sa participation en 1972, après la vente par INDUFOR de ses intérêts dans le secteur du diamant.

A noter que la FORMINIÈRE avait cessé dès 1959 d'effectuer (par contrat) l'ensemble des travaux miniers dans la concession de la Société Minière du BECEKA (devenue par la suite Société Minière de Bakwanga, puis MIBA). Dans la région du Kasai, les activités, fortement perturbées depuis les troubles de juillet 1960, avaient définitivement cessé début 1962.

Dans le Haut-Zaïre, c'est en 1922 que la FORMINIÈRE créa la Société Minière de la Tele et lui confia la mise en valeur de ses gisements aurifères ; à noter que la Minière de la Tele y effectuait, comme au Kasai, des travaux dans des concessions de tiers, comme la Compagnie du Kasai C.K. et la SURONGO (INTERFINA). Le groupe Ryan-Guggenheim n'a jamais été intéressé qu'indirectement aux activités minières dans le nord-est, comme actionnaire de la FORMINIÈRE.

La mutation qui a vu le remplacement progressif du personnel anglo-saxon par des agents belges et le changement de style de vie et d'activités ne sont donc nullement liés à des fluctuations de participation dans le capital ; elles semblent être la conséquence du changement politique intervenu (consolidation et organisation du pouvoir colonial) et de l'expérience acquise par un nombre toujours plus important de cadres et techniciens belges.

La lèpre dans le Tiers Monde *

par

M. F. LECHAT **

MOTS-CLÉS. — Lèpre ; Tiers Monde ; Vaccination.

RÉSUMÉ. — On estime à 15 millions le nombre de malades de la lèpre dans le monde. A ce titre, la lèpre constitue un important problème de santé publique, surtout par les infirmités qu'elle provoque. La maladie est largement répandue sur le globe, mais sa distribution n'est pas homogène. Jusqu'à présent, il n'a pas été possible de cultiver *in vitro* l'agent pathogène, *Mycobacterium leprae*, découvert cependant dès 1873 par Hansen en Norvège. L'inoculation à la souris, au tatou, et même récemment au singe Mongabey, a toutefois ouvert de nouvelles perspectives pour la thérapeutique expérimentale, de même que pour la mise au point éventuelle d'un vaccin. La découverte de l'action des sulfones contre *M. leprae*, en 1941, a suscité de grands espoirs pour lutter efficacement contre la maladie. Des campagnes de masse ont été entreprises depuis lors. L'apparition d'une résistance médicamenteuse aux sulfones compromet cependant aujourd'hui ces efforts menés depuis 35 ans. Il a fallu dès lors recourir à une nouvelle approche, basée sur la polychimiothérapie, ce qui ne va pas sans difficultés logistiques considérables. Des efforts sont menés en parallèle pour mettre au point et vérifier l'activité de nouveaux vaccins. La lutte contre la lèpre est indissociable de la recherche. L'éradication de la lèpre est sans doute un rêve utopique, sauf dans des conditions très particulières. Par contre, le contrôle de la maladie sur une grande échelle peut être envisagé dans les pays où les mesures qui s'imposent sont appliquées.

SAMENVATTING. — *Melaatsheid in de Derde Wereld.* — Het aantal melaatsen in de wereld wordt op 15 miljoen geschat. Op dit vlak is de melaatsheid een belangrijk probleem van volksgezondheid, vooral door de lichaamsgebreken die zij veroorzaakt. De ziekte komt veel in de wereld voor, maar de verspreiding ervan is niet homogeen. Tot op heden is het niet mogelijk geweest de ziekteverwekkende *Mycobacterium leprae in vitro* te cultiveren, alhoewel het reeds in 1873 in Noorwegen door Hansen ontdekt werd. De inenting van de muis of het schildvarken en zelfs onlangs de Mongabey aap, heeft echter nieuwe perspectieven geopend voor de experimentele therapie, alsook voor het eventuele op punt stellen van een entstof. De ontdekking in 1941 van de werking van de sulfonen tegen *M. leprae* heeft veel hoop verwekt om de ziekte doeltreffend te bestrijden. Uitgebreide campagnes werden sindsdien ondernomen. Het verschijnen van een medicamenteuze weerstand aan de sulfonen compromitteert

* Communication présentée, sur invitation du Bureau, à la séance de la Classe des Sciences naturelles et médicales tenue le 22 avril 1986. Publication décidée à la séance du 24 juin 1986.

** Département d'Épidémiologie et de Médecine préventive, École de Santé publique, Université Catholique de Louvain, Clos Chapelle aux Champs 30, B-1200 Bruxelles (Belgique).

echter vandaag de inspanningen die sedert 35 jaar geleverd werden. Er diende dus naar een nieuwe benadering gezocht te worden, gebaseerd op de polychimiotherapie, hetgeen met onmetelijke logistische moeilijkheden gepaard gaat. Terzelfdertijd worden inspanningen geleverd om nieuwe entstoffen op punt te stellen en om de werking ervan na te gaan. De strijd tegen de melaatsheid is niet te scheiden van het onderzoek. Het uitroeien van de melaatsheid is ongetwijfeld een utopische droom, behalve in zeer bijzondere omstandigheden. Integendeel kan de controle op grote schaal van de ziekte ondernomen worden in de landen waar de noodzakelijke maatregelen toegepast worden.

SUMMARY. — *Leprosy in the Third World.* — Leprosy with its approximately fifteen millions patients is an important health problem by the deformities it causes. While the disease is widespread world-wide, its distribution is not homogeneous. Although the pathogenic agent, *Mycobacterium leprae*, was identified as early as 1873 by Hansen in Norway, cultivation *in vitro* has not succeeded. Inoculation to mice, armadillos and, eventually, Mongabey monkeys is now offering new prospects for experimental therapy as well as for the development of a vaccine. The discovery of the sulfone drugs as an effective agent against *M. leprae*, in 1941, has made possible leprosy control raising great expectations. Large scale campaigns were undertaken over the last 35 years. However, the emergence of drugresistance is now jeopardizing these long term efforts. Leprosy control requires therefore an approach based on multiple drug therapy, which raises great logistic problems. Concurrently, active efforts are carried out to develop and test new vaccines. Research is an essential component of leprosy control. Eradication of the disease is probably an utopic aim, except under special conditions, while control on a large scale can be contemplated in countries where appropriate measures are applied.

*
* *

La lèpre, dit-on, atteint quinze millions de personnes dans le monde. Chiffre constant, chiffre simple, chiffre magique. A vrai dire, nul n'en sait rien. L'Atlas de la Lèpre que nous avons colligé pour les associations bénévoles, et les statistiques publiées par l'Organisation Mondiale de la Santé, font état de quelque six millions de malades recensés. Où sont les autres ? Dans les pays où les informations font défaut, dans ceux où les malades échappent au dépistage, ou bien là où il n'existe pas de lutte organisée ?

Première remarque : on parle beaucoup de priorités en Santé Publique. La lèpre est-elle une priorité, quand on la compare à d'autres problèmes de santé dans le Tiers Monde ; schistosomiase, 300 millions de personnes atteintes ; onchocercose, un quart de la population aveugle dans certains villages du Sahel ; paludisme en réexpansion ; malnutrition surtout, famine. Je le pense, car les priorités ne s'expriment pas seulement en chiffres, mais en souffrances humaines. Rien qu'au plan des mutilations, sans traitement, un quart des malades développent des infirmités très graves. La lèpre est la plus importante cause d'infirmité des membres dans les pays en développement. Parmi les maladies transmissibles, elle est l'une des trois causes majeures de cécité.

On avait coutume de dire jusqu'à tout récemment que la Chine comptait pour une grande part dans le solde des malades non comptabilisés. L'Inde, avec ses 650 millions d'habitants, déclare 4 millions de lépreux ; la Chine, avec plus d'un milliard, devait bien en cacher une demi-douzaine de millions. Le fait est que la Chine n'en compte plus que 100 000 à 200 000, le chiffre ayant été réduit au tiers en 30 ans.

La distribution géographique de la lèpre n'est pas homogène, même si la maladie est ubiquitaire. Les régions les plus atteintes sont le continent africain, au sud du Sahara, le sous-continent indien, Inde, Bengladesh, Pakistan, Birmanie, et l'Indonésie. L'Amérique, indemne croit-on jusqu'à la Conquête — Pizarre en aurait été atteint — compte quelque 500 000 malades, dont 200 000 au Brésil, et 4000 à Cuba où la maladie se maintient en dépit d'efforts acharnés des services médicaux. Il existe d'autres foyers plus localisés : Japon, Espagne, Turquie, et bien entendu les Acadiens de Louisiane. Aucun pays n'est épargné — et j'entends épargné de lèpre autochtone — sinon quelques pays d'Europe Occidentale dont le nôtre (il existe des cas importés), ainsi que le Chili (à l'exception de l'île de Pâques). Elle a quasiment disparu de la Scandinavie, qui a constitué un foyer important jusqu'au début du siècle. Il restait 6 malades en Islande en 1956, et 7 malades en Norvège en 1962 (contre 8000 recensés entre 1850 et 1900). Ceci en dit long sur les effets probables du développement socio-économique.

La lèpre est causée et transmise par un bacille, *Mycobacterium leprae*, un proche cousin au plan taxonomique du bacille de la tuberculose. Isolé par Hansen chez des lépreux en Norvège en 1873, le bacille, le premier à être reconnu comme responsable d'une maladie humaine, est aussi le seul qui a résisté à tous les efforts de culture en laboratoire, de même que, jusqu'à relativement récemment, aux essais d'inoculation à l'animal.

Les essais d'inoculation à l'homme ont également échoué. S'il y a bien des relations d'inoculations accidentelles, lors d'autopsies, ou à la suite de tatouages, les inoculations délibérées se sont presque toutes soldées par un échec. La plus célèbre de ces expériences, menée à Molokai par un certain Dr Mouritz, fit l'objet d'une brillante communication à cette même Académie, alors Institut Royal Colonial Belge, par notre regretté collègue le professeur Albert Dubois en 1952.

Il existait à Molokai — relate Dubois — une classe d'êtres humains qui n'ont guère leur correspondant sous les cieux congolais, les «Kokuas». Il s'agissait d'hommes ou femmes sains aidant volontairement les lépreux. Or ces sujets tenaient — plus souvent semble-t-il pour des raisons utilitaires que sentimentales — à être assurés de finir leurs jours au settlement. Ils simulaient la maladie et souhaitaient en être affectés.

En fait, on parlait de les expulser. Sujets d'expérience tout trouvés pour Mouritz, qui ne paraît guère s'être encombré de problèmes de considérations éthiques. Bref, ce médecin inocula 15 «Kokuas» avec des produits de sérosité riches en bacilles, sans résultats.

L'absence de modèle de laboratoire a longtemps entravé l'étude de la transmission de la lèpre. Il n'existe pas de réservoir animal, ou si celui-ci existe, il semble jouer

un rôle nul ou tout à fait accessoire. On a récemment isolé la mycobactérie aux États-Unis chez un singe Mongabey importé du Nigéria, et quelques cas ont été récemment associés chez l'homme au contact avec des tatous au Texas, où dans la campagne les courses de tatous constituent un passe-temps privilégié.

On a tout lieu de croire que la transmission est directe, sans intervention de vecteurs, par contact entre malade porteur de bacilles et personne susceptible. Mais par quelle voie est transmis le bacille, et dans quelles conditions, on l'ignore. Ceci pose tout le problème de la contagiosité. Maladie très contagieuse, ou maladie peu contagieuse, ou encore maladie, comme on l'a dit, moins contagieuse que la tuberculose ? Ce sont là des questions non pertinentes, car le concept de contagiosité est vide de sens. La transmission des maladies infectieuses, ou de manière plus générale, la dynamique des maladies dans des populations, comme disent les épidémiologistes, est un phénomène multidimensionnel, où interviennent les facteurs de l'hôte, les facteurs du terrain propres à l'agent pathogène, le bacille, et les facteurs d'environnement du milieu. Doull a mené à cet égard en 1936 une étude longitudinale qui reste l'un des grands classiques de l'épidémiologie. A Cebu, aux Philippines, le taux d'incidence es quatre fois plus élevé chez les personnes vivant en contact quotidien, dans la même maison, avec des lépreux atteints de la forme bacillifère de la lèpre que chez les contacts domiciliaires de malades sans bacilles décelables. La différence est statistiquement significative. La lèpre est deux fois plus fréquente chez ces derniers que chez les personnes exposées de façon fortuite à la maladie dans le milieu habituel (la prévalence y était d'environ 2 malades sur mille dans la population). La différence ici n'est pas significative (tableau 1).

Tableau 1

Taux d'incidence par 1000 personnes-années
en fonction du contact domiciliaire (Philippines, 1936)

Contact domiciliaire		Pas de contact domiciliaire
de multibacillaire	6,23	0,83
de paucibacillaire	1,60	

Il en ressort que, parmi les malades de la lèpre, seuls transmettent la maladie ceux atteints de la forme la plus sévère, dite lèpromateuse, aux symptômes bien discernables. Les conclusions sur le plan des mesures d'isolement sont évidentes, comme le sont les conséquences économiques. En effet, la forme dite contagieuse ne représente qu'une proportion relativement faible de malades.

Et encore, seul un petit nombre parmi ceux qui sont directement exposés aux malades réputés contagieux contractent la maladie. L'expérience de Colonia Tovar, au Vénézuéla, est frappante à cet égard. Dans cet isolat génétique, peuplé d'un bon millier d'immigrants de la Forêt Noire arrivés vers 1850, la prévalence de lèpre atteignait, voici une vingtaine d'années, 10 pour cent. Le risque de trouver un conjoint de malade lui-même atteint de lèpre ne dépasse que de peu la prévalence

générale, et peut être facilement expliqué par des mariages préférentiels entre malades. La transmission ne semble dès lors pas requérir des contacts étroits, et l'absence de lèpre chez une grande proportion des individus exposés suggère une résistance d'origine génétique chez 95% ou plus de la population.

On a cependant signalé des épidémies de lèpre. La plus célèbre est celle survenue dans les années vingt, à Nauru, aujourd'hui République de Nauru. Dans cette île du Pacifique, indemne jusqu'alors, la lèpre fut introduite par une émigrante venue d'un autre archipel, qui mourut peu après de la grippe espagnole. Quelques années plus tard, sa servante développa la maladie, qui se répandit alors, atteignant le tiers de la population en une dizaine d'années. Paradoxe, la très grande majorité des malades fut atteinte de la forme paucibacillaire, réputée non contagieuse. La lèpre a ensuite disparu de l'île.

La lèpre, on le voit, pose une série d'énigmes. Il est fort possible que l'infection soit aisée et généralisée dans les pays endémiques, mais que seuls certains individus, par suite de conditions immunologiques mal connues, contractent la maladie sur l'une ou l'autre de ses formes. L'absence jusqu'à tout récemment d'une épreuve immunologique simple, sérologique ou cutanée, permettant de reconnaître l'infection latente et non exprimée sous forme clinique, n'a pas facilité l'approche du problème. L'utilisation des anticorps monoclonaux et l'identification d'un antigène spécifique de *M. leprae*, le phénoglycolipide PGL-1, vont désormais révolutionner les études épidémiologiques, car il deviendra possible de cerner la distribution de l'infection lépreuse, de définir ses conditions de transmission, et de repérer les personnes à haut risque en vue d'une vaccination qui s'annonce à l'horizon des prochaines années.

Qu'en est-il de la lutte contre la maladie ?

C'est en 1941 que Faget, à la léproserie de Carville en Louisiane, procède à des essais audacieux menés d'emblée chez l'homme et découvre l'activité thérapeutique des sulfones. Il n'aurait pu procéder autrement, car il n'existait pas, et il n'existe pas encore, de moyen de cultiver *M. leprae in vitro*, et les inoculations à la souris d'abord, ensuite au tatou, puis au singe, ne datent respectivement que de 1960, 1972, et 1983. Et pourtant, les sulfones étaient connues depuis 1907. Ceci souligne de manière on ne peut plus éclatante l'importance de la recherche. Faute de modèles de laboratoire adéquats, les sulfones sont restées sur l'étagère pendant plus de 30 ans, alors qu'elles auraient pu guérir des millions de malades croupissant dans les léproseries. Ceci est une leçon qui doit être méditée par les organismes philanthropiques qui parfois ont tendance à considérer la recherche comme un luxe exercé au détriment des malades.

L'apparition des sulfones a bouleversé la lutte contre la lèpre. Il devenait désormais possible de soigner, et même, à condition que le traitement soit prolongé pendant des années, de guérir les malades. Les études menées par Doull aux Philippines avaient par ailleurs démontré que la plus grande partie des malades, ceux que l'on nomme aujourd'hui paucibacillaires, ne constituaient pas une source d'infection et pourraient dès lors être traités en ambulatoires. En Afrique, ceci représente 95% des malades.

De grandes campagnes mobiles furent lancées, en Afrique de l'Ouest, en Afrique centrale, au Congo belge, où l'on estimait le nombre de malades aux environs de 240 000, 2 et même 3% de la population étant atteinte dans certaines régions : Équateur, Kasai, Uele, Maniema. Un des grands pionniers de ces campagnes fut le Dr Franz Hemerijckx, à qui je dois ma formation en lèpre sur le terrain, celui que l'on a nommé le Moïse de la lèpre. Arrivé en 1927 au Sankuru, il fonda la léproserie de Tshumbe Sainte Marie qui comptait en 1952 plus de 1400 malades, puis, fut chargé en 1954 de lancer les activités de la Fondation belge contre la Lèpre en Inde. Il y transposa le système qu'il avait développé au Kasai, créant le Centre de Lutte contre la Lèpre de Polambakkam, où plus de 45 000 malades furent dépistés et traités de 1955 à ce jour, et qui servit de modèle pour la mise sur pied d'une série de réseaux similaires qui, telle une mosaïque, couvrent aujourd'hui toute l'Inde méridionale.

L'exemple d'Hemerijckx et de quelques autres fut suivi dans de nombreux pays, particulièrement en Afrique. En camions, mobylettes, pirogues, bicyclettes, mule, avion, chameau, les sulfones ont été distribués à des millions de malades, rassemblés souvent dans ces «cliniques sous les arbres» fréquemment décrites.

On avait cru pouvoir éradiquer la maladie, mais la lèpre, avec son incubation fort prolongée, ne s'éradique pas en un tournemain, quel que soit le dynamisme et l'enthousiasme de ceux qui la traitent. Le modèle épidémiométrique de simulation que nous avons développé à partir des données de Polambakkam montre qu'il faut, dans des conditions optimales d'organisation telles celles du sud de l'Inde, 12 ans pour réduire l'incidence de moitié (figure 1).

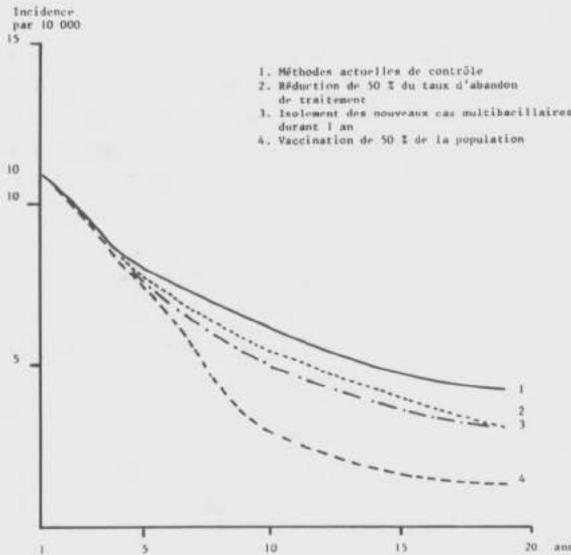


Fig. 1. — Simulation de l'incidence sur 20 ans.

Les résultats de ces grandes campagnes, menées parfois à la manière militaire, n'ont guère été évalués en profondeur. On voulait agir d'abord et réfléchir ensuite, et l'on était si convaincu de l'efficacité des mesures mises en œuvre, que l'évaluation était souvent reportée à plus tard. Le fait est cependant qu'aujourd'hui, dans de nombreuses régions d'Afrique, sans que la lèpre soit devenue rare, loin de là, du moins le nombre de nouveaux cas détectés diminue fortement. Comment expliquer ce paradoxe ? On incrimine l'effondrement des structures, l'absence du dépistage, le manque de confiance ou la crainte des malades. Pour ma part, encore que les données objectives fassent défaut, me basant sur les données modélisées, je serais tenté de croire que le déclin est réel et reflète avec retard les résultats des efforts entrepris voici 30 ans.

Toutefois, voici que dans les années soixante, on s'aperçoit, un peu tard à vrai dire, que certaines souches de *M. leprae* sont résistantes aux sulfones. Phénomène coutumier de sélection de souches mutantes, mais que les lèprologues, emportés par leur enthousiasme, peut-être aussi par leur isolement scientifique, avaient omis dans leurs calculs (figure 2).

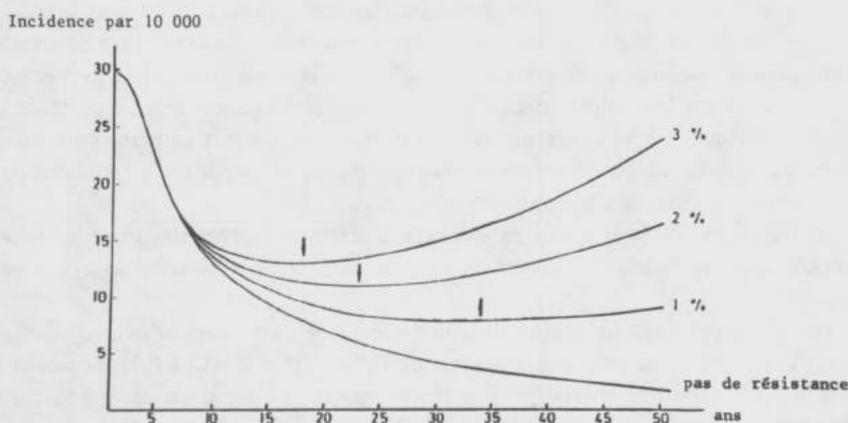


Fig. 2. — Prédiction de l'incidence pour les deux types de lèpre avec 1-2-3% de résistance secondaire.

Aujourd'hui, la résistance secondaire aux sulfones a été découverte partout où elle a été recherchée. Dans certaines régions, jusqu'à 30% des nouveaux malades dépistés sont atteints de résistance primaire. Il est donc inutile de les traiter par les sulfones. Heureusement, d'autres médicaments se sont révélés actifs : la clofazimine et la rifampicine, en particulier. La monothérapie sulfonée est donc remplacée partout par une chimiothérapie multiple, dont on espère qu'elle préviendra l'émergence de souches résistantes. A raison de dix mille milliards de bacilles chez un individu lépromateux, la chance de voir apparaître un mutant résistant simultanément à trois

médicaments est réduite. Le problème ne réside toutefois pas tant dans la mise au point de médicaments que dans la nécessité absolue d'une nouvelle logistique. Les sulfones étaient bon marché, peu toxiques, aisées à transporter. Il suffisait de les administrer une fois par semaine, voire une fois par mois en injection. Les nouveaux médicaments sont coûteux, et requièrent une supervision étroite. En contrepartie, il devient possible de guérir les malades en 6 mois à 2 ans, alors qu'il s'agissait, avec les sulfones, d'un traitement à vie, tout au moins pour les cas multibacillaires.

Quant à la stratégie du futur, elle repose peut-être sur la vaccination. Depuis 1973, comme je l'ai mentionné, on inocule la lèpre au tatou à neuf bandes, ce petit animal du Mexique et d'Amérique centrale, qui a envahi la Floride et le Texas voici 50 ans environ. On récolte ainsi des quantités phénoménales de mycobactéries. On peut donc envisager la préparation sur une grande échelle d'un vaccin, soit un vaccin spécifique, soit une combinaison de bacilles tués et de BCG. Cette dernière combinaison vaccinale, mise au point et expérimentée par Convit au Vénézuéla, semble prometteuse. Un vaste essai clinique portant sur 200 000 personnes débutera cette année encore au Malawi ; on estime qu'il durera 10 ou 12 ans, car on ne peut espérer, vu l'incidence relativement faible de l'affection clinique et la durée d'incubation des cas, recueillir un nombre suffisant de cas en une période plus brève.

C'est ici que la situation se complique. Si en vérité le tatou inoculé livre de grandes quantités de bacilles, les tatous sauvages capturés, et aussi ceux qui se font écraser par milliers sur les routes de Louisiane, se sont à l'occasion révélés porteurs de bacilles, jusqu'à 10^{12} bacilles par tatou. Le problème est fort embarrassant, car le vaccin spécifique est préparé à base de bacilles recueillis chez le tatou en laboratoire, et les animaux inoculés proviennent de la nature.

Par ailleurs, Portaels a mis en évidence d'autres mycobactéries chez les tatous inoculés en laboratoire. L'importance d'une telle découverte n'échappera à personne.

Le développement de vaccins, de même que les essais de chimiothérapie multiple, sont coordonnés au sein des programmes IMMLEP et THELEP menés dans le cadre du Programme spécial pour la Recherche et la Formation sur les Maladies tropicales de la Banque Mondiale, du Programme des Nations-Unies pour le Développement, et de l'OMS, auquel la Belgique apporte chaque année une contribution financière importante. Par ailleurs, une fondation belge, les Amis du Père Damien — Damiaan Aktie, outre ses projets sur le terrain, en Afrique centrale, en Inde, en Chine et dans plusieurs autres pays, soutient activement ces recherches.

La lèpre aujourd'hui est en pleine mouvance. Modèle pour les études immunologiques, défi pour la nouvelle stratégie des Soins de Santé Primaires, on assistera à des bouleversements importants d'ici les prochaines années.

Sera-t-il possible de l'éradiquer ? Je ne le pense pas, et d'ailleurs l'éradication est, sauf circonstances exceptionnelles comme pour la variole, un slogan plus qu'un objectif. Tout au moins, dans une série de pays, on peut l'éradiquer comme problème majeur de santé, pour autant que les thérapeutiques aujourd'hui recommandées, à

savoir la polychimiothérapie, soient appliquées, mais ceci est un autre problème, financier, logistique, psychologique, politique, qui dépasse le cadre de cet exposé.

Il serait intéressant de suivre cette évolution dans des pays comme la Chine et quelques autres, en mettant au point des indicateurs épidémiologiques appropriés. L'expérience pourra servir à diriger la lutte dans les autres régions où la lèpre est encore un problème.

On peut espérer qu'alors la lèpre s'éteindra progressivement, comme ce fut le cas en Europe.

**KLASSE VOOR TECHNISCHE
WETENSCHAPPEN**

**CLASSE DES SCIENCES
TECHNIQUES**

Zitting van 25 april 1986

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de directeur van de Klasse, de H. A. Sterling, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. F. Bultot, J. Charlier, E. Cuypers, J. De Cuyper, H. Deelstra, I. de Magnée, P. Fierens, G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, A. Prigogine, M. Snel, R. Sokal, B. Steenstra, R. Thonnard, werkende leden; de HH. A. François, J. Michot, R. Tillé, J. Van Leeuw, R. Wambacq, geassocieerde leden; de H. M. Lakhsassi, corresponderend lid, alsook de H. P. Raucq, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. P. Evrard, A. Jaumotte, J. Lamoen, A. Monjoie, J. Roos, R. Snoeys, R. Spronck, F. Suykens, A. Van Haute, alsook de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

Stranding en redding van een bulkcarrier van 90 000 tdw in de monding van de Schelde

De H. E. Cuypers stelt hierover een mededeling voor.

De HH. A. Sterling, G. Heylbroeck, H. Deelstra, J. Charlier en J. Van Leeuw nemen deel aan de bespreking.

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

Mededelingen der Zittingen

Gezien de financiële toestand van de Academie verbeterd is, heeft de Bestuurscommissie, in haar zitting van 19 maart 1986, besloten het maximum aantal bladzijden voorzien voor de mededelingen in de *Mededelingen der Zittingen* van 16 tot 20 bladzijden op te voeren.

Vervanging van de Vaste Secretaris

Gezien de afwezigheid van de H. J.-J. Symoens van 7 tot 23 mei 1986 heeft de Bestuurscommissie tijdens haar zitting van 19 maart 1986, de H. E. Cuypers, werkend lid van de Klasse, voor deze periode aangeduid als vast secretaris *ad interim*.

Embleem van de Academie

In haar zitting van 19 maart 1986 heeft de Bestuurscommissie het voorstel goedgekeurd om een wedstrijd met prijs in te richten voor het tekenen van een embleem van de Academie.

Séance du 25 avril 1986

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur de la Classe, M. A. Sterling, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. F. Bultot, J. Charlier, E. Cuypers, J. De Cuyper, H. Deelstra, I. de Magnée, P. Fierens, G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, A. Prigogine, M. Snel, R. Sokal, B. Steenstra, R. Thonnard, membres titulaires ; MM. A. François, J. Michot, R. Tillé, J. Van Leeuw, R. Wambacq, membres associés ; M. M. Lakhsassi, membre correspondant, ainsi que M. P. Raucq, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales.

Absents et excusés : MM. P. Evrard, A. Jaumotte, J. Lamoën, A. Monjoie, J. Roos, R. Snoeys, R. Spronck, F. Suykens, A. Van Haute, ainsi que M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

«Stranding en redding van een bulkcarrier van 90 000 tdw in de monding van de Schelde»

M. E. Cuypers présente une communication à ce sujet.

MM. A. Sterling, G. Heylbroeck, H. Deelstra, J. Charlier et J. Van Leeuw prennent part à la discussion.

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

Bulletin des Séances

Vu l'amélioration de la situation financière de l'Académie, la Commission administrative a, en sa séance du 19 mars 1986, décidé de porter de 16 à 20 le nombre maximum de pages des communications à publier dans le *Bulletin des Séances*.

Remplacement du Secrétaire perpétuel

Vu l'absence de M. J.-J. Symoens du 7 au 23 mai 1986, la Commission administrative a, en sa séance du 19 mars 1986, désigné M. E. Cuypers, membre titulaire de la Classe, en qualité de secrétaire perpétuel *ad interim* pour cette période.

Emblème de l'Académie

En sa séance du 19 mars 1986, la Commission administrative a adopté l'idée d'organiser un concours doté de prix pour le dessin d'un emblème de l'Académie.

De leden van de drie Klassen worden verzocht hun suggesties aan de Vaste Secretaris te laten geworden, die aan de leden enkele voorbeelden van emblemen van andere instellingen toesturen die als basisidee kunnen dienen.

Academische onderscheiding

Tijdens de plechtigheden ingericht ter gelegenheid van de dertigste verjaardag van de Universiteit van Lubumbashi, zal deze laatste op 21 mei 1986 aan de H. P. Fierens het diploma en de onderscheidingstekens uitreiken van *doctor honoris causa*. Samen met de Vaste Secretaris wenst de Klasse hem geluk hiermee.

Biografische inlichtingen

De Geological Society of Finland heeft een speciaal nummer gepubliceerd van haar *Bulletin* gewijd aan prof. Th. G. Sahama, erecorrespondent van de Klasse, overleden te Helsinki op 8 maart 1983.

Deze aflevering (57, Part 1-2, uitgegeven in 1985) bevat een volledige bibliografische lijst van de werken van onze betreurde Confrater.

De zitting wordt gegeven te 16 h 20.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

Les membres des trois Classes sont invités à adresser des suggestions au Secrétaire perpétuel, qui fera parvenir aux membres quelques exemples d'emblèmes d'autres institutions, pouvant servir de base de réflexion aux membres.

Distinction académique

A l'occasion des cérémonies qui marqueront le trentième anniversaire de l'Université de Lubumbashi, celle-ci décernera le 21 mai 1986 le diplôme et les insignes de docteur *honoris causa* à M. P. Fierens.

La Classe s'associe aux vives félicitations que lui exprime le Secrétaire perpétuel.

Renseignements biographiques

La Geological Society of Finland a publié un numéro spécial de son *Bulletin* dédié à la mémoire du prof. Th. G. Sahama, correspondant honoraire de la Classe, décédé à Helsinki le 8 mars 1983.

Ce fascicule (57, Part. 1-2, publié en 1985) contient une liste bibliographique complète des œuvres de notre regretté Confrère.

La séance est levée à 16 h 20.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Zitting van 30 mei 1986

(Uittreksel van de notulen)

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

Zijn bovendien aanwezig: De HH. F. Bultot, H. Deelstra, I. de Magnée, P. De Meester, G. Froment, G. Heylbroeck, A. Jaumotte, A. Lederer, R. Leenaerts, A. Prigogine, R. Sokal, B. Steenstra, R. Thonnard, werkende leden; de HH. E. Aernoudt, A. François, A. Monjoie, F. Pietermaat, R. Snoeys, R. Tillé, J. Van Leeuw, geassocieerde leden; de H. J. Comhaire, lid van de Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen, en de HH. H. Nicolaï en P. Raucq, leden van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. J. Charlier, J. De Cuyper, J. Delrue, P. Evrard, P. Fierens, J. Roos, M. Snel, A. Van Haute en de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

«Une étude de micro-centrales hydroélectriques au Togo et au Bénin»

De H. R. Sokal stelt hierover een mededeling voor.

De HH. A. Prigogine, P. De Meester, A. Lederer, J. Comhaire en A. Sterling nemen deel aan de bespreking.

De Klasse besluit deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 479-497).

«Niveaux et débits du fleuve Zaïre à Kinshasa (Régime — Variabilité — Prévision)»

De H. F. Bultot stelt een studie voor van F. Bultot et G. L. Dupriez, getiteld zoals hierboven.

De HH. R. Sokal, J. Van Leeuw, I. de Magnée, H. Nicolaï, A. Lederer en A. Sterling komen tussen in de discussie.

De Klasse besluit dit werk te publiceren in de Verhandelingenreeks.

Jaarlijkse wedstrijd 1986

Geen enkel werk werd ingediend als antwoord op de vijfde en zesde vragen van de wedstrijd 1986.

Séance du 30 mai 1986

(Extrait du procès-verbal)

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

Sont en outre présents : MM. F. Bultot, H. Deelstra, I. de Magnée, P. De Meester, G. Froment, G. Heylbroeck, A. Jaumotte, A. Lederer, R. Leenaerts, A. Prigogine, R. Sokal, B. Steenstra, R. Thonnard, membres titulaires ; MM. E. Aernoudt, A. François, A. Monjoie, F. Pietermaat, R. Snoeys, R. Tillé, J. Van Leeuw, membres associés ; M. J. Comhaire, membre de la Classe des Sciences morales et politiques, et MM. H. Nicolaï et P. Raucq, membres de la Classe des Sciences naturelles et médicales.

Absents et excusés : MM. J. Charlier, J. De Cuyper, J. Delrue, P. Evrard, P. Fierens, J. Roos, M. Snel, A. Van Haute et M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

Une étude de micro-centrales hydroélectriques au Togo et au Bénin

M. R. Sokal présente une communication à ce sujet.

MM. A. Prigogine, P. De Meester, A. Lederer, J. Comhaire et A. Sterling prennent part à la discussion.

La Classe décide de publier cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 479-497).

Niveaux et débits du fleuve Zaïre à Kinshasa (Régime – Variabilité – Prévision)

M. F. Bultot présente une étude de F. Bultot et G. L. Dupriez, intitulée comme ci-dessus.

MM. R. Sokal, J. Van Leeuw, I. de Magnée, H. Nicolaï, A. Lederer et A. Sterling interviennent dans la discussion.

La Classe décide de publier ce travail dans la collection des Mémoires.

Concours annuel 1986

Aucun travail n'a été introduit en réponse aux cinquième et sixième questions du concours 1986.

Eretkens

Bij koninklijk besluit van 18 januari 1985 werden volgende eretekens toegekend aan :

De H. P. De Meester : Commandeur in de Orde van Leopold II ;

De H. G. Heylbroeck : Grootofficier in de Kroonorde ;

De H. A. Van Haute : Commandeur in de Leopoldsorde.

Informatiedag

De Vaste Secretaris herinnert er de leden aan dat de Informatiedag over de Problemen van het Leefmilieu in de Derde Wereld, die de Academie organiseert in samenwerking met het Bureau van de Verenigde Naties te Brussel, zal plaats vinden in het Paleis der Academiën op zaterdag 7 juni 1986.

De zitting wordt geheven te 17 h 15.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

Distinctions honorifiques

Par arrêté royal du 18 janvier 1985 ont été accordées les distinctions suivantes à :

M. P. De Meester : Commandeur de l'Ordre de Léopold II ;

M. G. Heylbroeck : Grand officier de l'Ordre de la Couronne ;

M. A. Van Haute : Commandeur de l'Ordre de Léopold.

Journée d'information

Le Secrétaire perpétuel rappelle aux membres que la Journée d'information sur les Problèmes de l'Environnement dans le Tiers Monde, que l'Académie organise en collaboration avec le Bureau des Nations Unies à Bruxelles, aura lieu au Palais des Académies, le samedi 7 juin 1986.

La séance est levée à 17 h 15.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Une étude de micro-centrales hydroélectriques au Togo et au Bénin *

par

R. SOKAL **

MOTS-CLÉS. — Bénin ; Micro-centrales ; Togo.

RÉSUMÉ. — La caractéristique particulière du golfe de Guinée, qui donne brusquement à la ligne côtière une orientation ouest-est, se traduit par un changement notable des conditions climatiques pour le Togo et le Bénin. Le climat devient du type soudanien et même sahélien au nord des deux pays et la pluviosité moyenne tombe à environ 1000 mm par an. Dans ces conditions, la totalité de l'écoulement des fleuves du Togo et du Bénin se produit pendant 3 à 4 mois de l'année, le restant étant caractérisé par un étiage particulièrement faible. Ce type de régime hydrologique exige de forts volumes d'emmagasinage pour régulariser le débit et conduit à des aménagements fort coûteux. Malgré ces conditions générales défavorables, des solutions intéressantes ont été trouvées dans le choix de sites potentiels microhydrauliques grâce à des conditions hydrogéologiques particulières de certains petits bassins.

SAMENVATTING. — *Een studie over hydro-electrische micro-centrales in Togo en in Benin.* — De bijzondere karakteristiek van de Golf van Guinea, die plots aan de kustlijn een West-Oost oriëntatie geeft, uit zich door een merkbare verandering van de klimatologische omstandigheden voor Togo en Benin. In het Noorden van de twee landen wordt het klimaat van het Soedanese en zelfs van het Saheliaanse type en de gemiddelde regenval daalt tot ongeveer 1000 mm per jaar. In die omstandigheden gebeurt de volledige afwatering van de stromen van Togo en Benin gedurende 3 à 4 maanden van het jaar, de rest van het jaar wordt gekenmerkt door een zeer lage waterstand. Dergelijk hydrologisch regime vereist een groot volume aan waterreservoirs om het debiet te regulariseren en leidt tot zeer dure bouwwerken. Ondanks deze ongunstige algemene omstandigheden werden er interessante oplossingen gevonden in de keuze van de potentiële microhydraulische plaatsen dank zij buitengewone hydrogeologische omstandigheden van sommige kleine bekkens.

SUMMARY. — *A study of hydraulic micro-power stations in Togo and Benin.* — The special characteristic of the Gulf of Guinea that changes suddenly the African coastal line towards a West-East orientation induce a considerable change in the climatic conditions of Togo and Benin. The climate becomes of the Sudanian and even Sahelian type in the North of the two countries. Average annual rainfall decreases to 1000 mm. Under such conditions the total runoff of the main rivers of Togo and Benin takes place during 3 to 4 months, the balance

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences techniques tenue le 30 mai 1986.

** Membre titulaire de l'Académie ; Electrobél, place du Trône 1, B-1000 Bruxelles (Belgique).

of the year is characterized by particularly shallow low-waters. This type of hydrological conditions requires big storage reservoirs for flow regulation and leads to very costly projects. Despite of these unfavorable general conditions, interesting solutions have been found for potential micro-hydropower sites thanks to specific hydrogeological circumstances of some small river basins.

Introduction

Aux mois de janvier-février 1986, une petite équipe d'experts belges fut chargée par la Banque Ouest-Africaine de Développement (B.O.A.D.) dont le siège est à Lomé, d'évaluer pour le Togo et le Bénin les possibilités de la production d'énergie électrique par des petites centrales hydrauliques autonomes destinées à satisfaire des besoins collectifs localisés et caractérisés par une demande continue dans l'année.

L'étude a donc procédé à l'identification d'emplacements potentiels pour ces petites centrales, tout en déterminant les effets induits au point de vue hydro-agricole, eau potable, pêche et environnement. Cette étude a été poussée jusqu'au stade de préfaisabilité des sites investigués, comportant les plans d'avant-projet sommaire des aménagements, les coûts estimatifs, l'analyse offre-demande et les évaluations économiques. Elle constitue ainsi une base solide pour les projets rentables, dont la réalisation concrète serait envisagée dans le futur.

Généralités

SITUATION ÉCONOMIQUE.

Le Bénin et le Togo sont deux petits pays voisins en forme de couloir, allant du sud vers le nord et situés dans le Golfe de Guinée. Les caractéristiques principales de ces pays sont résumées au tableau 1.

A la lecture de ce tableau, on peut dire d'une façon générale que ces pays traversent actuellement une période de crise économique et financière due principalement aux facteurs suivants :

- La crise économique mondiale, se traduisant au cours de ces dernières années par une baisse des cours de certaines matières premières (phosphates, cacao...) et une diminution des termes de l'échange ;
- Le poids de la dette externe ;
- La fermeture des frontières des grands pays voisins tels que le Ghana et le Nigeria qui a réduit l'activité commerciale interrégionale ;
- La gestion déficiente des sociétés d'État.

Eu égard à cette situation et aux séquelles de la sécheresse catastrophique de 1983-1984, les deux pays ont entrepris une politique volontariste de redressement pour sortir de leurs difficultés présentes, portant surtout sur la relance de l'agriculture et de l'industrie, ainsi que sur une meilleure gestion du secteur public. Comme ces

actions ne peuvent porter leurs fruits qu'à moyen et long terme on peut, dans la meilleure des hypothèses, compter pour le reste de la décennie un taux de croissance du PIB très modéré, de 2 à 3% maximum par an. Ceci représente, comparé aux taux d'accroissement de la population, une stagnation du revenu *per capita*, et par conséquent de la demande solvable intérieure.

Tableau 1
Caractéristiques principales du Bénin et du Togo

Indicateur	Unité	Bénin	Togo
Superficie	km ²	112 622	56 000
<i>Démographie</i>			
Population	millions	3,82	2,81
Densité	hab/km ²	34,0	49,6
Croissance annuelle	%	2,8	2,1
Population urbaine	%	18	21
<i>Économie</i>			
P.I.B. par habitant	FCFA	90 000	125 000
Croissance	%	± 0 (1)	± 0 (1)
Dette publique extérieure	% du PIB	± 60%	± 100%
<i>Énergie</i>			
Consommation énergie commerciale par an	millions de t équivalent charbon	0,182	0,555
Consommation énergie électrique par an	GWh	162	434
Consommation par habitant et par an	kWh	42,4	154

(1) Estimation 85.

LE SECTEUR ÉNERGIE ÉLECTRIQUE.

Les chiffres de consommation par habitant et par an, respectivement de 42,4 kWh pour le Bénin et 154 kWh pour le Togo, situent ces 2 pays parmi les pays en voie de développement (PVD) les plus faiblement électrifiés du monde. Il faut remarquer que l'électrification s'est jusqu'ici concentrée préférentiellement sur les zones côtières, qui bénéficient d'une interconnexion avec le barrage de Akasombo de la Volta-River Authority (VRA). La zone maritime absorbe ainsi plus de 90% de l'achat et de la production de l'électricité.

Le service électrique aux consommateurs résidentiels est limité aux populations urbaines (22-28% de la population dans les grandes villes, et 4 à 10% dans les petites villes électrifiées). En ce qui concerne l'électrification rurale proprement dite, elle est voisine de 0%. Le taux d'électrification résidentielle très bas des deux pays est reflété par le tableau 2.

Tableau 2

Nombre d'abonnement «Basse Tension» pour l'exercice 1984

	Bénin	Togo
Raccordements	43 059	37 208
Composition moyenne par ménage	5,2	5,2
Personnes bénéficiant de l'électricité	223 907	193 482
Part de la population globale	5,8%	7%

En réalité, ces pourcentages sont légèrement plus élevés à cause de la production privée et municipale aléatoire qui existe par endroits.

Dans les deux pays, les investissements publics dans le secteur de l'énergie électrique sont importants et représentent respectivement 3% et 7% du PIB projeté, majoritairement dans le cadre d'une stratégie binationale commune, à la fois hydroélectrique et thermique.

Au point de vue institutionnel, 3 sociétés publiques existent dans le secteur.

- Deux sociétés nationales, la SBEE et la CEET, dont l'objectif est de produire, transporter et distribuer l'énergie électrique dans leurs pays respectifs (La SBEE assure en plus la distribution d'eau potable au Bénin).
- La société binationale CEB (Communauté Électrique du Bénin), créée aux termes d'un traité passé en 1968 entre le Togo et le Bénin, pour jouer le double rôle de société publique pour les deux pays. La CEB jouit en principe du monopole de la production et du transport de l'énergie produite par toutes les installations construites après la date du traité. Échappent à ce monopole les petites centrales (de moins de 100 kVA), les centrales des autoproducteurs et la distribution.

En pratique, ni les statuts de la SBEE ni ceux de la CEET ne font mention du mandat confié à la CEB. Cette dernière ne remplit que partiellement son rôle ; elle est devenue fournisseur en gros de l'énergie électrique au Togo et au Bénin, utilisant les importations provenant de la VRA au Ghana comme seule source d'approvisionnement.

La SBEE et la CEET ont continué à entretenir une capacité de production de réserve dans les zones côtières et à s'occuper de leur propre capacité de production dans les centres locaux de l'intérieur.

Plus récemment, la CEB est devenue le maître de l'ouvrage de l'aménagement de Nangbeto sur le fleuve Mono et du réseau interconnecté y associé. Cet aménagement aura une capacité maximale de 120 MW à répartir entre le Togo et le Bénin.

Géologie et hydrogéologie

INTRODUCTION.

Morphologiquement, le territoire du Togo et du Bénin n'est pas très varié, puisqu'il s'agit d'une portion du continent africain très ancienne, qui ne fut jamais rajeunie, ni par les mouvements orogéniques, ni par d'importantes dislocations : en particulier, elle s'étend sur la périplaine constituée par le versant méridional guinéen, de la dorsale (ou de l'anticlinal) qui sépare le bassin de la Volta et du Niger et que marque une ligne de vieux reliefs (les monts du Togo, prolongement de la chaîne de l'Atacora). Ceux-ci traversent le territoire en oblique, ils en constituent l'élément morphologique le plus caractéristique et jouent un rôle prédominant.

GÉOMORPHOLOGIE.

Dans la géologie du Togo et du Bénin, on peut distinguer plusieurs zones (figure 1) : au sud et à l'est, un secteur précambrien constitué par les plus vieilles formations du socle continental : micaschistes, gneiss, quartzites, etc. avec des intrusions granitiques ; une zone paléozoïque à l'ouest et au nord, comprenant une région plissée au contact de massifs anciens (monts du Togo, chaîne de l'Atacora) et une région tabulaire qui fait partie du bassin voltaïque.

Dans l'ensemble, le territoire peut être divisé en zones qui se succèdent de façon régulière du sud au nord :

La zone côtière, basse et sablonneuse, est protégée par une série de cordons littoraux de un à deux kilomètres, séparant l'océan d'une région de marais, d'étangs et de lacs qui s'allongent parallèlement à la côte.

Ils ne communiquent avec la mer qu'à travers l'embouchure du Mono, à la frontière du Bénin et celle de l'Uémé, près de Cotonou.

Au-delà de la plaine littorale s'étend, sur trente à quarante kilomètres de profondeur, une zone de collines qui s'élèvent progressivement de quelques dizaines de mètres au voisinage de la mer, à environ 200 m, là où affleurent les formations précambriennes.

Plus à l'intérieur, le relief, tout en conservant son aspect sénile, s'élève encore et prend la forme d'un haut plateau.

Vers 400 m d'altitude apparaissent les formations paléozoïques d'où émergent les reliefs les plus élevés du territoire, les monts du Togo, qui traversent le pays du nord-nord-est au sud-sud-ouest et représentent les vestiges d'un soulèvement ancien séparé du reste des hautes terres par une série de failles parallèles. Les monts du Togo traversent tout le pays, tandis que le massif de l'Atacora, de même orientation, s'étend sur le nord-ouest du Bénin et la région nord-est du Togo, délimitée du sud à l'ouest par le cours supérieur de la Kara, un affluent de gauche de l'Oti. Les monts du Togo qui s'élèvent à une altitude moyenne de 700 m et culminent au mont Agou (1020 m), ne constituent pas à proprement parler une chaîne et se présentent

morphologiquement comme une série de hauts plateaux formés surtout de quartzites, séparés par les dépressions.

Le massif de l'Atacora présente le caractère d'une chaîne plus homogène dont la hauteur des sommets varie entre 400 et 750 m.

En résumé, la géologie du Togo et du Bénin (figure 1) peut être macroscopiquement divisée en deux unités géologiques principales dans lesquelles sont regroupées des formations de composition et d'âge différents. Du nord au sud, on trouve les formations du socle ancien qui s'étendent entre les latitudes 11° et 6°30' N environ.

Au sud d'une ligne orientée nord-est sud-ouest, ces formations s'abaissent en direction de la mer et sont recouvertes de formations superposées plus jeunes.

CARACTÉRISTIQUES HYDROGÉOLOGIQUES DU SOCLE CRISTALLIN.

Les caractéristiques hydrogéologiques sont difficiles à définir étant donné le caractère accidentel qui prévaut aux conditions de gisement des nappes aquifères en milieu fracturé et fissuré. Le caractère est tout aussi variable pour les couches superficielles d'altération qui résulte de phénomènes évolutifs comprenant entre autres, l'érosion régressive actuelle. Le développement de l'altération est lié à l'humidité, à la nature de la roche et à l'intensité de la fracturation. L'érosion dégressive a éliminé les produits de l'altération sur de grandes surfaces. La diversité de formations géologiques joue également un rôle prépondérant sur la nature et l'importance de l'altération.

En résumant les études, on peut dire que le socle dahoméen est un domaine de formation à fort métaphorisme dont l'âge est assez diversifié. Il est constitué par des formations géologiques de nature pétrographique très variée, formations résultant de la reprise de matériaux anciens, variés eux aussi, métamorphisés à des degrés divers, avec ou sans apport (paragneiss et orthogneiss acides et basiques, gneiss migmatiques, mignatites et granitoïdes).

Les reconnaissances ont mis en évidence que, suivant les différentes phases de leur évolution géologique et leur degré d'altération, les faciès ont des comportements hydrogéologiques très différenciés qui peuvent s'exprimer en débit ponctuel des ouvrages et des taux de réussite. Ces différenciations dépendent des caractéristiques du réseau de fractures qui affectent chaque formation. Les caractéristiques de ces réseaux sont déterminés par le type de roche, par le biais de son comportement mécanique, et par l'intensité et les directions des contraintes tectoniques.

L'absence d'une nappe superficielle continue dans l'altération et l'artésianisme des eaux circulant dans les fractures du socle implique l'existence d'une nappe généralisée et captive.

Les eaux sont accumulées et circulent dans le socle à la faveur d'un niveau plus ou moins dense de fractures et d'ouvertures variables. Elles sont maintenues captives sous l'altération argileuse du socle. En dépit d'un colmatage généralisé en tête des fractures, par suite d'un développement préférentiel et d'une évolution des poussées

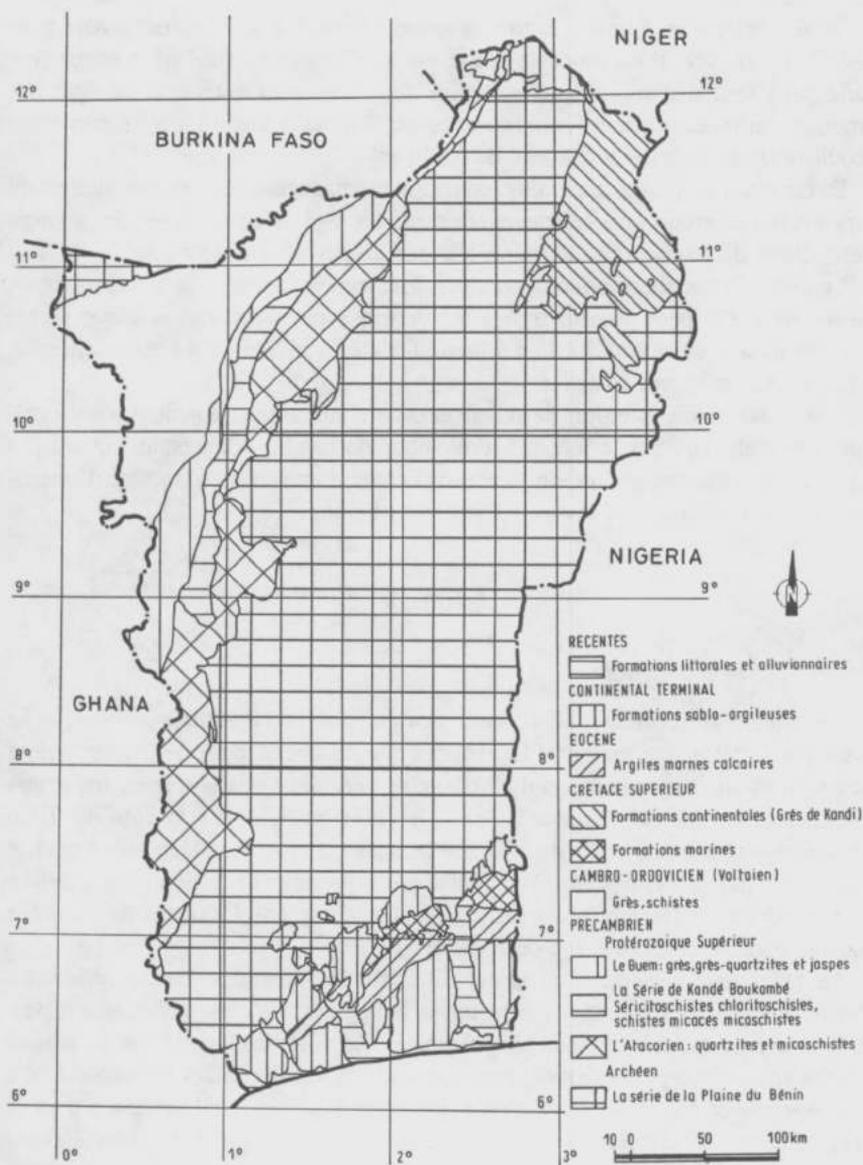


Fig. 1. — Carte géologique régionale (Togo et Bénin).

de l'altération, des pertes se produisent à la faveur de discontinuités plus ou moins perméables du toit.

Du fait des pertes à travers le toit, le terme semi-captif conviendrait mieux pour définir cet aquifère. Il est probable que le niveau d'équilibre actuel de la nappe (qui varie peu) résulte d'une longue évolution dont les stades antérieurs ne sont pas étrangers au modèle actuel (explication partielle de la superposition fréquente des écoulements superficiels aux zones de fractures).

En conclusion peuvent apparaître, en région montagneuse — et ceci est intéressant lors de la recherche de sites de micro-centrales hydroélectriques — des sources débouchant de réservoirs souterrains, tels que décrits dans cette partie.

Le débit de ces sources n'est pas alors directement fonction de la superficie du bassin versant et peut persister avec une intensité soutenue durant la saison sèche.

C'est pour cette raison que l'on a limité l'étude hydrologique à l'atacorien en ce qui concerne le massif cristallin.

Pour cette même question de relief nécessaire aux aménagements hydroélectriques, on n'étudiera pas le réseau hydrologique du bassin sédimentaire côtier, tout en ne contestant pas son importance dans l'étude d'un schéma directeur d'aménagement des ressources en eaux du Togo et du Bénin.

Hydrologie

ÉTUDES DES PRÉCIPITATIONS.

Le climat togo-béninois diffère assez peu de celui de l'ensemble guinéen, si ce n'est par sa pluviosité moindre. Le rentrant que dessine le golfe de Guinée tend à atténuer les apports saisonniers d'air d'origine océanique et à laisser les influences continentales s'exercer librement. Ainsi, les précipitations sur la côte du Togo sont-elles inférieures à celles de la façade littorale du Ghana, si bien qu'à Lomé, il tombe 900 mm de pluie par an. Vers l'intérieur, la présence des reliefs fait augmenter considérablement les précipitations, puisqu'elles atteignent 1500 mm en moyenne dans la zone montagneuse sud-occidentale.

Le relief joue également un grand rôle dans la répartition des températures, l'altitude créant des conditions climatiques tempérées. En règle générale, on peut diviser le pays en deux régions bien distinctes : le nord, caractérisé par un régime pluvial voisin du type soudanien, avec une seule saison des pluies correspondant à l'été boréal (de mai à octobre), c'est-à-dire au passage du soleil au zénith dans la région, et une saison sèche ; le sud, caractérisé par un régime subéquatorial, avec deux saisons humides (mars-juin et septembre-octobre) alternant avec deux saisons sèches.

Les analyses hydrologiques ont été effectuées à partir des indications fournies par les pluviomètres et les limnigraphes dont 121 furent observées par l'ORSTOM pendant 49 ans.

La production d'électricité à partir de l'hydraulique nécessite de plus la connaissance des précipitations nettes. Les isohyètes de précipitations nettes sont présentées à la figure 2.

L'évapo-transpiration potentielle a été évaluée à l'aide de la formule de Penman, soit directement à partir des données météorologiques lorsqu'elles le permettaient, soit par l'interpolation des données disponibles.

La figure 3 montre une carte des isohyètes de précipitations brutes. La figure 4 montre la distribution mensuelle et annuelle des précipitations nettes pour quelques stations.

Comme on le voit, l'évapo-transpiration potentielle est très importante (plus de 50% de la pluviosité brute), ce qui se traduit par un régime des rivières caractérisé par une forte période de crues durant environ 4 mois, le reste de l'année correspondant à un étiage très faible.

Critères de base de la méthodologie et choix des zones

Comme conclusion des considérations exposées ci-avant, les critères retenus pour l'étude sont les suivants :

— *Critère théorique : débit \times hauteur de chute.*

Ce critère est étroitement lié au régime hydrologique. La quasi-totalité de l'écoulement des cours d'eau du Bénin et du Togo se produit pratiquement durant quatre mois de l'année. Ce type de régime hydrologique exige de grands et coûteux volumes d'emmagasinage pour régulariser le débit, surtout compte tenu des pertes par évaporation importantes.

La mission a donc pris en général une option d'aménagement de hautes chutes, s'accommodant d'un débit proportionnellement réduit. De plus, des considérations hydrogéologiques ont été prises en compte pour sélectionner des sites alimentés d'une façon pérenne par une nappe phréatique. Néanmoins, un site basse chute, dont la réalisation est prévue dans le cadre d'une retenue agro-pastorale, a également été examiné.

— *Critère de proximité.*

L'expérience permet de dire que les sites valables doivent se situer à une distance raisonnable des centres de consommation, en vue de rester dans les limites économiques imposées par le coût des lignes de transport. La sélection des sites a pris en compte une distance raisonnable.

— *Critère d'isolement.*

La sélection des sites a pris en compte des centres non encore desservis par la distribution publique officielle, soit dépourvus de moyens de production, soit disposant de moyens aléatoires et intermittents pour quelques heures d'éclairage par jour.

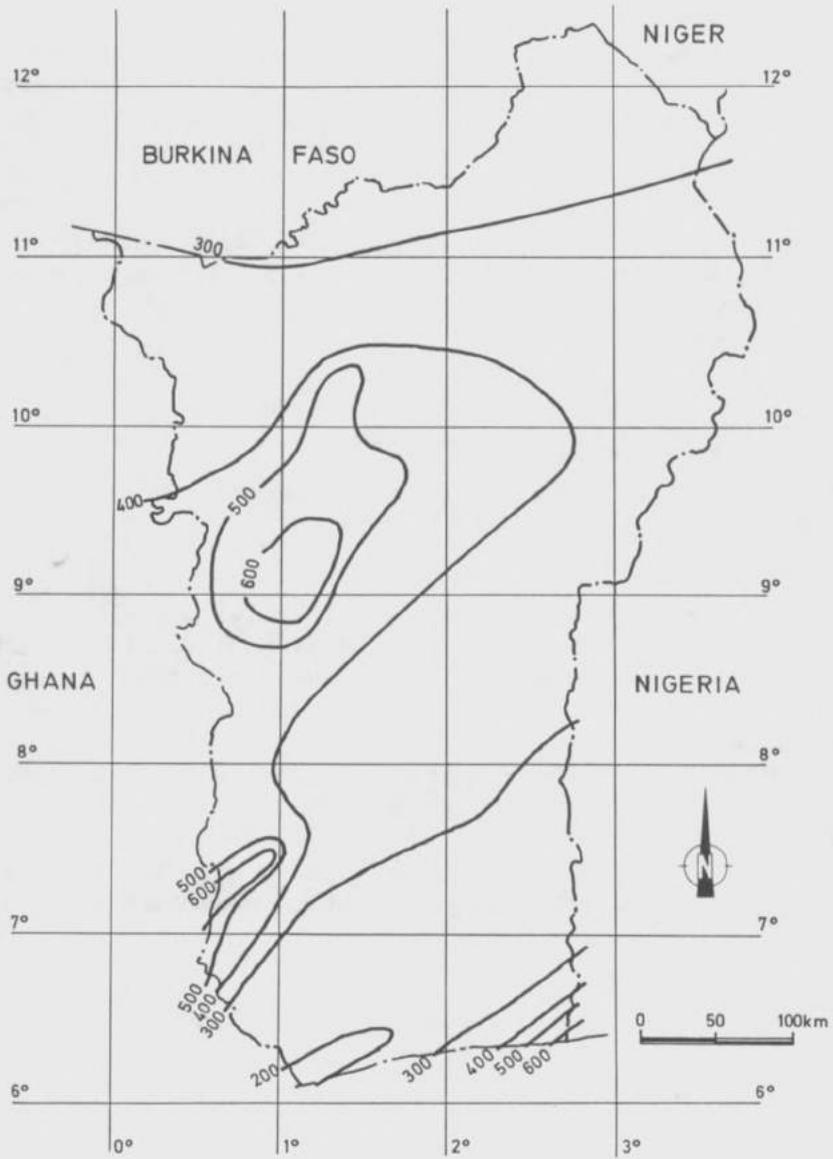


Fig. 2. - Carte des isohyètes. Précipitations nettes.

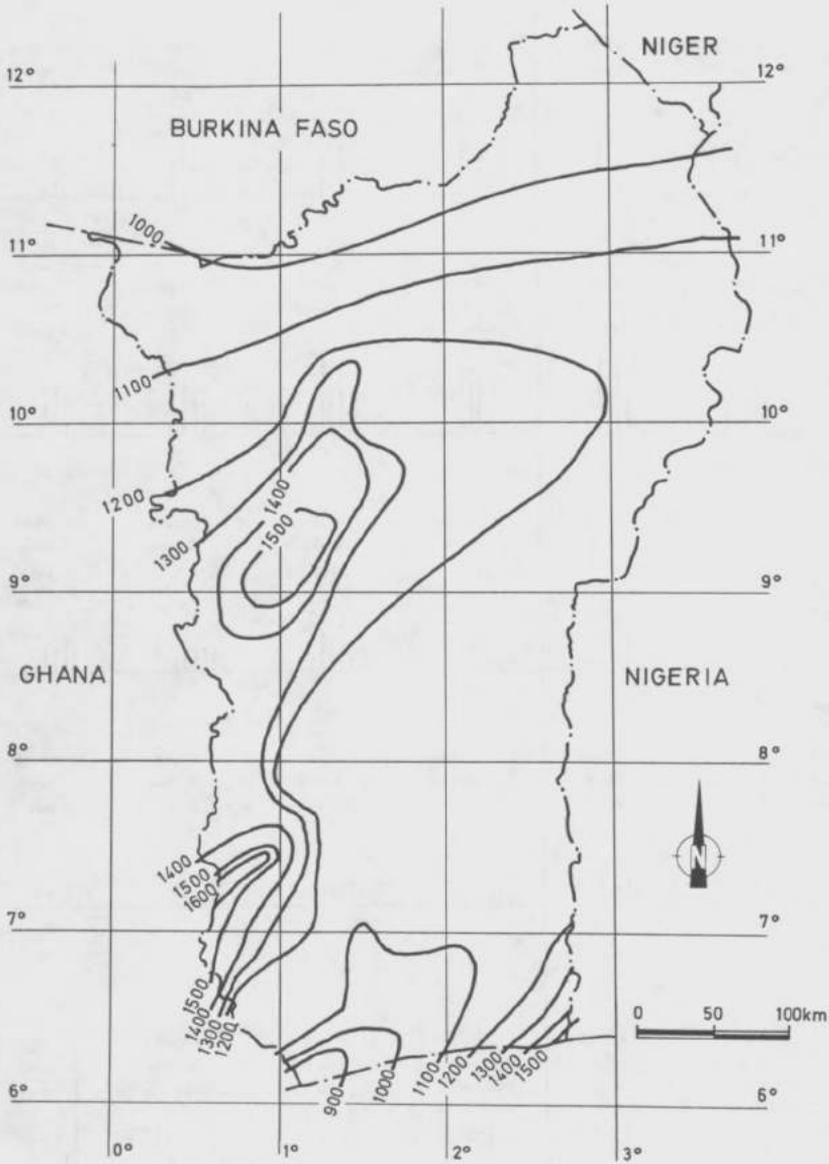


Fig. 3. - Carte des isohyètes. Précipitations brutes.

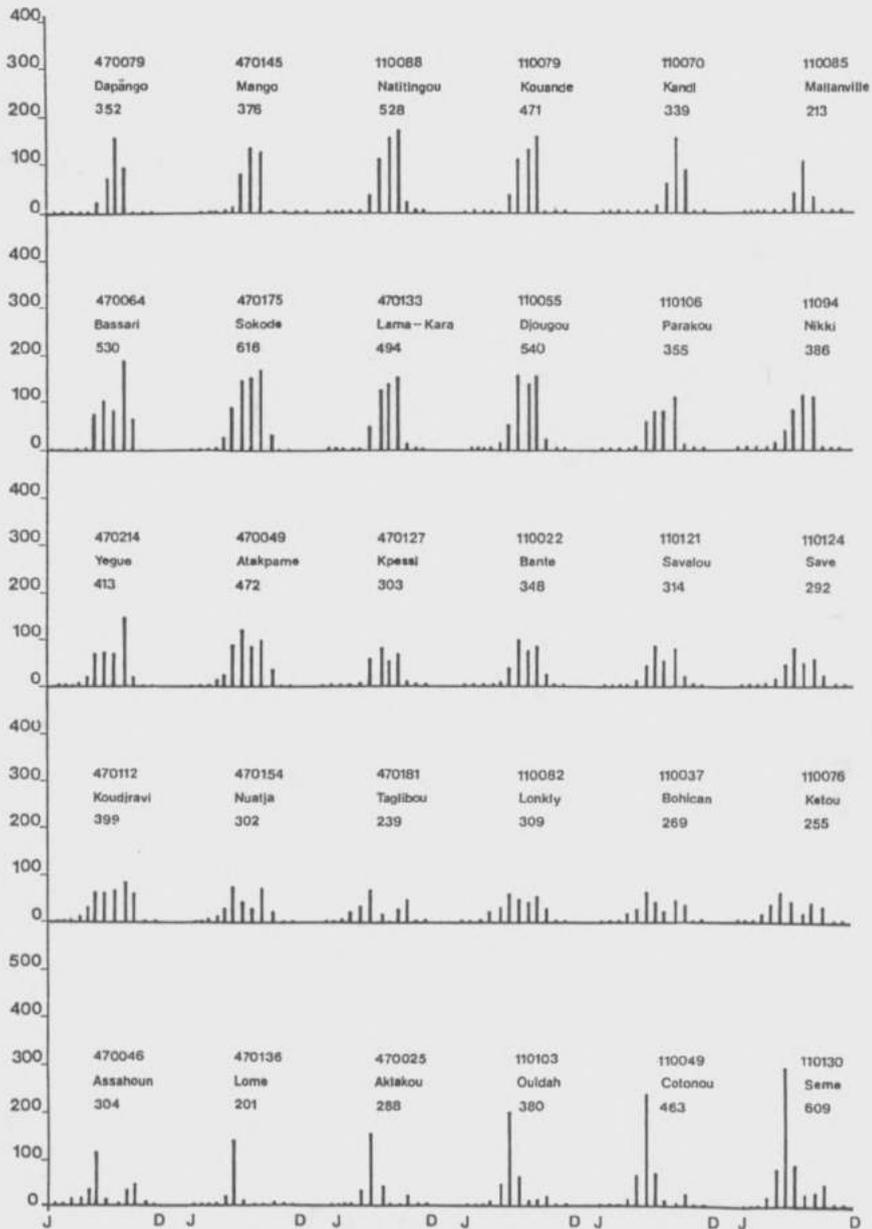


Fig. 4. — Précipitations nettes moyennes mensuelles et annuelles (1951-1980).

— *Critère des effets socio-économiques induits.*

Dans la mesure du possible, l'étude a évalué les effets socio-économiques secondaires induits par la maîtrise de l'eau créée par l'aménagement : eau potable et irrigation notamment.

Le choix des zones s'est donc principalement porté sur des régions où les conditions hydrologiques, topographiques, géologiques et hydrogéologiques concourent pour produire des hautes chutes à débit pérenne. Pour ce dernier point, les caractéristiques hydrogéologiques sont prédominantes et l'Atacorien est une des formations géologiques présentant des failles et fissurations tectoniques favorables à l'accumulation de nappes captives tout en conservant une morphologie montagnaise*. Les zones choisies tiennent donc compte du caractère éminemment favorable des formations de l'Atacorien et sont dès lors :

- Au Bénin : la province de l'Atacora ;
- Au Togo : le bord ouest de la région des plateaux.

A l'intérieur de ces zones, 5 sites ont été retenus au total (3 au Bénin et 2 au Togo).

- Pour le Bénin : la cascade de Tanougou près de Tandietta ; les cascades de la rivière Yeripao, près de Natitingou ; le site de Donga près de la ville de Djougou (ce dernier site a été retenu en fonction d'un important projet de retenue agro-pastorale).
- Pour le Togo : la cascade de Akroa-Tomegbé, déjà signalée par plusieurs rapports ; les cascades de Govié-Atigba, peu connues mais recommandées par la Direction du Génie Rural comme pérennes.

Choix technico-économique

ÉTUDE TECHNIQUE DES SITES.

L'étude technique des sites s'est effectuée sur les fonds de plans au 1/50 000, agrandis au 1/10 000 et complétés par les données de l'interprétation des photographies aériennes et des levés topographiques et altimétriques exécutés sur le terrain.

La conception des barrages s'est faite ainsi au 1/100.

L'optimisation de l'emplacement des aménagements s'est effectuée par maximisation du produit hauteur de chute \times bassin versant tout en respectant les impératifs de la topographie locale et en réduisant les longueurs excessives des conduites forcées. Les débits d'équipement ont été déterminés d'après l'excellente et nombreuse documentation recueillie par l'équipe qui a permis les calculs de corrélation

* Ce phénomène est encore peu connu et peu étudié. Il a été cependant systématiquement exploité par la mission.

pluviométrie-débit, en tenant compte de l'évaporation et de l'évapotranspiration. Ces calculs ont été complétés par les mesures de débit effectuées sur place pour les écoulements pérennes dus aux conditions hydrogéologiques de l'Atacorien.

Les estimations de coût sont basées, en ce qui concerne le génie civil, sur les prix unitaires réalistes et récents obtenus par la mission. Les prix des équipements ont été estimés suivant des normes basées sur des adjudications internationales actuelles.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES.

Les études économiques ont pris en compte :

- Une solution de référence diesel conçue d'une façon robuste et bien plus performante que la majorité des installations de l'intérieur des deux pays ;
- Une analyse offre-demande réaliste, basée sur les enquêtes socio-économiques réalisées sur les sites et tenant compte de la solvabilité de la demande ;
- Les calculs économiques comportent :
 - 1° Le coût marginal de la production hydraulique ;
 - 2° La comparaison hydraulique à la solution de référence sur une période d'exploitation de 15 ans et donnant :
 - Les résultats globaux actualisés ;
 - Le ratio bénéfice/coût ;
 - Le taux de rendement sur capital (R.O.R.) ;
 - Le taux de rentabilité interne (T.R.I.) comparatif de l'exploitation, de l'aménagement et de la solution de référence.
- Une grande attention a été portée aux effets socio-économiques induits qui ont été décrits d'une manière détaillée. Dans deux cas (Akroa-Tomegbé et Govié-Atigba), ils ont été chiffrés par la méthode du taux de rentabilité marginal (effets induits en phase de régime).

Résultats de l'étude par site

Chaque site ayant donné lieu à un dossier de préfaisabilité complet au point de vue technique, économique et socio-économique, nous croyons utile de donner ici une fiche résumée de chaque dossier (les populations concernées sont les estimations pour la fin du siècle).

Togo A — Aménagement de Akroa-Tomegbé

Coordonnées géographiques.

Longitude 7° 30' 55" N

Latitude 0° 37' 25" E

Population concernée : 33 500

Solvabilité : plus élevée que la moyenne.

Conditions géologiques et géotechniques.

Bonnes : gneiss en gros bancs.

Type d'aménagement.

Haute chute avec réservoir d'accumulation saisonnière. Exploitation continue.

Potentiel.

Altitude de barrage	500 m
Niveau de la retenue	513,5 m
Altitude de l'usine	270 m
Chute brute	230 m
Débit d'équipement	0,25 m ³ /s
Puissance garantie	370 kW
Coefficient de charge	0,5
Énergie produite	1,6 GWh/an

Coût : 332,6 millions FCFA.

Intérêt économique par rapport à la solution de référence diesel.

— Coût marginal du kWh produit :	22,63 FCFA
contre :	48,60 FCFA
— Résultat bénéficiaire actualisé à 8% sur 15 ans :	143 134 740 FCFA
• Ratio bénéfice/coût	1,525
• Taux de rentabilité économique (R.O.R.)	17,1%
• Taux de rentabilité interne (T.R.I.)	13,62%

Retombées socio-économiques.

Importantes : eau potable

 irrigation

 artisanat et commerce.

Taux de rentabilité interne marginal : 19,74%

Remarque importante.

La capacité de cet aménagement peut être double pour un projet similaire sur un bassin voisin, celui de la rivière Agnoua La Gnoua débouchant à Kpete-Bena.

Togo B — Aménagement de Govié-Atigba

Coordonnées géographiques.

Longitude 0° 42' E

Latitude 7° 9' 30" N

Population concernée : 15 000

Solvabilité : bonne.

Conditions géologiques et géotechniques.

Bonnes : gneiss, quartzites et micaschistes.

Type d'aménagement.

Haute chute avec bassin de régularisation journalière. Exploitation continue.

Potentiel.

Altitude de barrage	700 m
Altitude de l'usine	320 m
Chute brute	380 m
Débit moyen mensuel minimum	0,03 m ³ /s
Débit d'équipement	0,06 m ³ /s
Puissance garantie	148 kW
Coefficient de charge	0,5
Énergie produite	0,65 GWh/an

Coût : 102,8 millions FCFA

Intérêt économique par rapport à la solution de référence diesel.

— Coût marginal du KWh produit :	26,70 FCFA
contre :	54,4 FCFA
— Résultat bénéficiaire actualisé sur 15 ans à 8% :	48 284 074 FCFA
· Ratio bénéfice/coût	1,491
· Taux de rentabilité économique (R.O.R.)	17,3%
· Taux de rentabilité interne (T.R.I.)	14,19%

Retombées socio-économiques.

Importantes : eau potable
 irrigation

Taux de rentabilité interne marginal : 21,37%

Bénin A — Aménagement du Yeripao-Natitingou

Coordonnées géographiques.

Longitude 1° 29' 10" E

Latitude 10° 18' 50" N

Population concernée : environ 100 000.

Solvabilité : faible.

Conditions géologiques et géotechniques.

Bonnes : gneiss en gros bancs.

Type d'aménagement.

Haute chute avec régularisation journalière.
Exploitation mixte hydro-diesel.

Potentiel.

Altitude du barrage	551 m
Altitude de l'usine	431 m
Chute brute	120 m
Débit moyen mensuel minimum	0,06 m ³ /s
Débit d'équipement	1,28 m ³ /s
Puissance installée	1000 kW
Coefficient d'utilisation	0,6
Énergie produite	3,25 GWh/an

Coût : 477 millions FCFA.

Intérêt économique par rapport à la solution de référence diesel.

— Coût marginal du KWh	17,57 FCFA
— Avantage économique de l'exploitation mixte hydro-diesel sur une période de 15 ans à 8% an.	
· Résultat bénéficiaire actualisé :	455 566 154 FCFA
· Ratio bénéfice/coût	2
· Taux de rentabilité économique (R.O.R.)	22,8%
· Taux de rentabilité interne (T.R.I.)	18,52%

Retombées socio-économiques.

Importantes : irrigation
 agro-industriel
(remise en marche d'une usine de concentré de tomates).

Bénin B — Aménagement de Tanougou

Coordonnées géographiques.

Longitude 1° 22' E
Latitude 10° 48' 30" N

Population concernée : environ 20 000.

Solvabilité : très faible.

Conditions géologiques et géotechniques.

Bonnes : gneiss et micaschistes.

Type d'aménagement.

Moyenne chute avec bassin d'accumulation journalière.
Exploitation mixte : hydro-diesel.

Potentiel.

Altitude du barrage	320 m
Altitude de l'usine	258 m
Niveau de la retenue	325 m
Chute brute	62 m

Débit d'équipement	0,75 m ³ /s
Puissance installée	300 kW
Coefficient d'utilisation	0,5
Énergie produite	0,75 GWh/an
<i>Coût</i> : 105,69 millions FCFA.	

Bénin C — Aménagement de Donga

Coordonnées géographiques.

Longitude 1° 56' 30" E
Latitude 9° 42' 50" N

Population concernée : environ 100 000.
Solvabilité : très faible.

Conditions géologiques et géotechniques.

Bonnes : gneiss en gros bancs.

Type d'aménagement.

Aménagement à buts multiples : agro-pastoral et hydro-électrique basse chute.
Exploitation mixte : hydro-diesel.

Potentiel.

Altitude du barrage	326 m
Altitude de l'usine	316 m
Chute brute	10 m
Débit d'équipement	9,23 m ³ /s
Puissance installée	600 kW
Coefficient d'utilisation	0,5
Énergie produite	1,3 GWh/an
<i>Coût</i> : 322,39 millions FCFA.	

Conclusions

L'étude, à l'aide de cinq exemples bien choisis, prouve la factibilité de l'intégration de micro-centrales hydrauliques dans la politique de l'équipement des centres isolés à l'intérieur du Togo et du Bénin, et ceci souvent d'une manière extrêmement rentable tant au point de vue du coût d'exploitation qu'au point de vue des effets socio-économiques induits.

Tout porte à croire que ces exemples ne sont pas uniques et que l'étude peut avoir un effet multiplicateur non négligeable grâce à la diversité des situations qu'elle présente :

- 2 stratégies :
 - Production hydraulique continue (Togo) ;
 - Production combinée hydraulique-diesel (Bénin).

- 3 types d'aménagement :
 - Haute chute avec réservoir à retenue saisonnière (Akroa-Tomegbé) ;
 - Haute chute avec régulation journalière (Govié, Atigba, Yeripao, Tanougou) ;
 - Basse chute liée à une retenue à buts multiples (Donga).
- 3 types de turbines :
 - Pelton : Akroa-Tomegbé, Govié-Atigba, Yeripao ;
 - Banki (à flux radial) : Tanougou ;
 - Straflo (à flux axial) : Donga.

C'est pratiquement une méthodologie complète pour des études futures dans ce domaine.

Le choix des meilleurs sites fut un problème, étant donné la rentabilité économique des cinq sites et les retombées socio-économiques importantes pour chacun d'eux. Ce choix s'est finalement porté :

- Au Togo, sur Akroa-Tomegbé (sans exclure Govié-Atigba pour des raisons de disponibilités financières).
- Au Bénin, sur Yeripao-Natitingou en raison de sa rentabilité immédiate.

La mission exprime toutefois le souhait que les conclusions pour Tanougou et Donga soient prises en considération par les autorités concernées dans le cadre des projets de développement intégré régionaux.

Zitting van 27 juni 1986

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de directeur van de Klasse, de H. A. Sterling, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : De HH. F. Bultot, J. Charlier, I. de Magnée, P. De Meester, P. Fierens, Mgr L. Gillon, de HH. A. Lederer, R. Leenaerts, R. Sokal, B. Steenstra, A. Van Haute, werkende leden ; de HH. J. Delrue, A. François, J. Michot, J. Roos, R. Snoeys, R. Tillé, J. Van Leeuw, geassocieerde leden ; de H. P. Raucq, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen.

Afwezig en verontschuldigd : De HH. J. De Cuyper, H. Deelstra, A. Deruyttere, P. Evrard, G. Heylbroeck, A. Jaumotte, A. Prigogine, F. Suykens ; de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

«The role of non-conventional machining methods in mechanical manufacturing»

De H. R. Snoeys stelt een mededeling voor over dit onderwerp.

De HH. A. Lederer, P. De Meester, A. Sterling en J. Roos nemen deel aan de bespreking.

De Klasse nodigt de spreker uit duidelijker het verband te leggen tussen het onderwerp en de overzeese gebieden en besluit op deze voorwaarde deze studie te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 503-525).

«Le premier chemin de fer en Perse»

De H. A. Lederer stelt een mededeling voor over dit onderwerp.

De H. A. François komt tussen in de bespreking.

De Klasse nodigt de spreker uit zijn studie te illustreren met een kaart die de grenzen van de besproken periode aangeeft en besluit dit werk te publiceren in de *Mededelingen der Zittingen* (pp. 527-546).

Informatiedag Academie-Verenigde Naties

De Vaste Secretaris deelt mee dat de informatiedag over de leefmilieuproblemen in de Derde Wereld, die doorging op 7 juni 1986, een reël succes was.

Indien de drie Klassen akkoord gaan zou, op aanvraag van het Bureau van de Verenigde Naties te Brussel, in 1987, internationaal jaar van de woongelegenheden voor daklozen, een nieuwe informatiedag kunnen georganiseerd worden.

De Klasse gaat hiermee akkoord.

Séance du 27 juin 1986

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur de la Classe, M. A. Sterling, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. F. Bultot, J. Charlier, I. de Magnée, P. De Meester, P. Fierens, Mgr L. Gillon, de HH. A. Lederer, R. Leenaerts, R. Sokal, B. Steenstra, A. Van Haute, membres titulaires ; MM. J. Delrue, A. François, J. Michot, J. Roos, R. Snoeys, R. Tillé, J. Van Leeuw, membres associés ; M. P. Raucq, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales.

Absents et excusés : MM. J. De Cuyper, H. Deelstra, A. Deruyttere, P. Evrard, G. Heylbroeck, A. Jaumotte, A. Prigogine, F. Suykens ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

«The role of non-conventional machining methods in mechanical manufacturing»

M. R. Snoeys présente une communication à ce sujet.

MM. A. Lederer, P. De Meester, A. Sterling et J. Roos prennent part à la discussion.

La Classe invite l'orateur à expliquer davantage l'importance du sujet pour les pays d'Outre-Mer et décide à cette condition la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 503-525).

Le premier chemin de fer en Perse

M. A. Lederer présente une communication à ce sujet.

M. A. François intervient dans la discussion.

La Classe invite l'orateur à illustrer son étude d'une carte reprenant les frontières de l'époque et décide la publication de ce travail dans le *Bulletin des Séances* (pp. 527-546).

Journée d'information Académie-Nations Unies

Le Secrétaire perpétuel signale que la journée d'information sur les problèmes de l'environnement dans le Tiers Monde, qui a eu lieu le 7 juin 1986, a été un réel succès.

A la demande du Bureau des Nations Unies à Bruxelles, une nouvelle journée pourrait être organisée avec l'accord des trois Classes de l'Académie en 1987, année internationale du logement des sans-abri.

La Classe marque son accord.

Erelidmaatschap

Mgr. L. Gillon werd bevorderd tot erewerkend lid bij koninklijk besluit van 16 april 1986.

Geheim Comité

De werkende en erewerkende leden verenigd in geheim comité, verkiezen bij geheime stemming in hoedanigheid van :

Werkend lid : De H. R. Tillé ;

Geassocieerd lid : De H. P. Goossens ;

Corresponderende leden : De HH. B. Godin en J.-J. Lefebvre.

De zitting wordt gegeven te 17 h 10.

Honorariat

Mgr L. Gillon a été promu au grade de membre titulaire honoraire par arrêté royal du 16 avril 1986.

Comité secret

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

Membre titulaire : M. R. Tillé ;

Membre associé : M. P. Goossens ;

Membres correspondants : MM. B. Godin et J.-J. Lefebvre.

La séance est levée à 17 h 10.

The role of non-conventional machining methods in mechanical manufacturing *

by

R. SNOEYS **

KEYWORDS. — Mechanical manufacturing ; Non-conventional machining.

SUMMARY. — The non-conventional machining techniques can be classified according to the form of the applied energy. Mechanical, electrochemical, chemical and thermo-physical non conventional methods can be distinguished. The non-conventional machining techniques may come into the picture as possible alternative machining methods for following reasons :

1. Machinability of hard workpiece material ;
2. Workpiece shape complexity ;
3. Automation of data communication ;
4. Surface integrity and precision requirements ;
5. Miniaturization objectives.

In the last few years some interesting developments have been observed in Japan, US and several European countries emphasizing the relative importance of these techniques for material removal.

SAMENVATTING. — *De rol van de niet-conventionele bewerkingsmethoden in de mechanische produktie.* — De niet-conventionele bewerkingsmethoden kunnen ingedeeld worden naargelang de verschijningsvorm van de aangewende energie. Mechanische, electro-chemische, chemische en electro-thermische methoden worden hierbij onderscheiden. De niet-conventionele bewerkings technieken kunnen een volwaardig alternatief vormen o.m. wegens volgende redenen :

1. Werkbaarheid van hard materiaal ;
2. Vorm-complexiteit ;
3. Een meer geautomatiseerde informatiestroom ;
4. Oppervlakte-integriteit en nauwkeurigheidseisen ;
5. Miniaturizatie.

Recent werden in Japan, de VS en diverse landen van Europa een aantal interessante ontwikkelingen vastgesteld welke op een stijgende relatieve belangrijkheid wijzen van deze nieuwere technieken voor materiaal verwijdering.

* Paper read at the meeting of the Section for Technical Sciences held on 27 June 1986.

** Associated Member of the Academy ; Departement Werktuigkunde, Faculteit der Toegepaste Wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven, Celestijnenlaan 300b, B-3030 Heverlee (Leuven) Belgium.

RÉSUMÉ. — *Le rôle des méthodes d'usinage non conventionnelles dans la fabrication mécanique.* — Les méthodes d'usinage non conventionnelles peuvent être classées selon la forme d'énergie appliquée. L'on distingue des méthodes mécaniques, chimiques, électro-chimiques et électro-thermiques. Ces méthodes peuvent être des alternatives valables pour les raisons suivantes :

1. L'usinabilité des matériaux très durs ;
2. La complexité de la géométrie à réaliser ;
3. Une automation accrue du transfert d'information ;
4. L'intégrité de surface et les exigences de précision ;
5. Les tendances à la miniaturisation.

On a observé récemment des développements intéressants au Japon, aux E.U. et dans divers pays d'Europe, indicateurs d'un accroissement de l'importance relative de ces techniques pour l'enlèvement de matière.

1. Introduction

The basic techniques required for the manufacturing of various types of tools and dies are considered to be a key element for the mechanical manufacturing industry not just for industrial countries, but also for a whole range of nations eager to become more independent in terms of the production of various tools. Because of the nature of tool materials, they typically show material characteristics as high strength, high degree of hardness and high wear resistance. As a result, those tool materials are quite difficult to machine or to shape by classical means. No wonder that a number of non-conventional machining (NCM) processes emerged where mechanical properties of the material are no longer relevant in terms of machinability.

A number of developing countries have paid special attention to this group of machining processes. Some of them are not just importing specialized machines, knowledge and expertise, but are also actively involved in some ambitious research programs. Just to name a few examples : The Machine Tool Research Institute of the Machine Building Industry in Suzhou, China, is headed by Mr. Cai Xian, with a total staff of some 320 people, 80 of them with a university degree. This research centre is involved exclusively in research programs on physico-electrical machining processes, especially electro-discharge machining and ultra sonic machining.

Another Chinese Institute involved in this kind of activities is the Machine Tool Research Institute of the 1st Ministry of Machine Building in Miyun, near Beijing. It is a very large institute (2000 people) ; a team of some 25 people is working in the field of electrodischarge machining.

Also in other developing countries, like Indonesia, Thailand, Korea, Formosa and India, some work on non-conventional machining is in progress. The Belgian «ABOS», for example, started a pilot center, the Machine Industry Developing Center (MIDC) in Bandung, Indonesia, some 15 years ago. Here technicians as well

as engineering students from ITB (Technical Institute Bandung) are introduced in various applications of electro-discharge machining. Dr. J. P. Kruth from the «Katholieke Universiteit Leuven», who spent almost three years in Bandung, initiated some research on electro-discharge machining in ITB some five years ago. Obviously, it would be of interest to highlight those machining processes and especially to comment on some trends and indications where and why non-conventional machining processes may play an increasingly important role in the world of mechanical manufacturing.

As an example, one might concentrate on one of the most important non-conventional machining techniques, such as Electro Discharge Machining (EDM). Examples of recent developments, selected from a few other processes, are considered as well to explain some of the observed trends.

2. Classification of non-conventional machining techniques

The non-conventional machining techniques can be classified according to the appearance of the applied energy. The medium in which the energy transfer takes place and the type of energy source are also of fundamental importance. Mechanical, electro-chemical, chemical and electro-thermal non-conventional processes can be distinguished (fig. 1).

MECHANICAL MACHINING PROCESSES

Ultra-Sonic Machining (USM).

In USM a high frequency generator (20...100kHz ; 0.1...40 kW) is applied to a magnetostrictive or piezoelectric transducer to obtain a mechanical vibration at the same frequency. The tool is attached to a concentrator, applied to enhance the energy density. A slurry with abrasive particles is fed between tool and workpiece. Concentration, grain size and hardness of the abrasive slurry affect stock removal, surface roughness and surface quality (KREMER *et al.* 1981). Other crucial parameters are the frequency and amplitude of vibration. The two main hypotheses for disintegration of the workpiece material are direct impact and cavitation erosion.

Water-Jet Machining (WJM).

In Water-Jet machining (WJM), the workpiece material is removed by the mechanical impact of a high velocity water jet. One of the most crucial elements of WJM equipment is the nozzle, in which the water pressure (300...400MPa) is transformed into the high velocity water jet (600...900m/s). The construction and geometry of the nozzle seem to be critical, because of its influence on the jet profile, and the nozzle wear. A conventional type sapphire nozzle and a newly developed metallic nozzle are compared in KOENIG & WULF (1984). The new design yields smaller gaps with almost vertical side-walls.

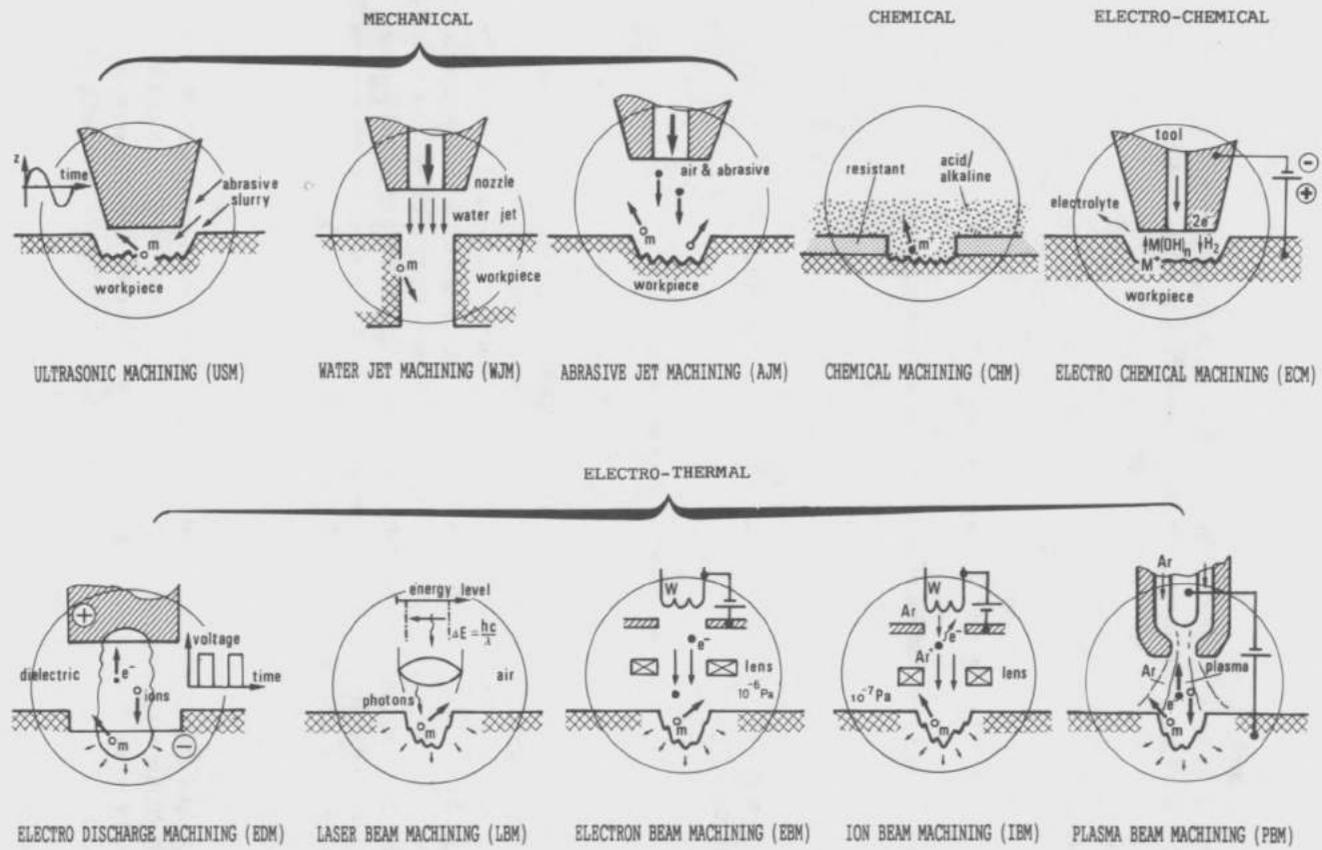


Fig. 1. — Classification of non-conventional machining methods, based on appearance of energy.

Abrasive Jet Machining (AJM).

In Abrasive Jet Machining (AJM) the workpiece material is removed by mechanical impact of a high velocity air jet with abrasive particles. AJM is a rather slow process (...10 mg/min...); however, it is quite cheap, forces on the workpiece are limited and no thermal problems occur because of the cooling effect of the expanding air. Most often, aluminium oxide or silicon carbide powders are used as abrasive medium. Close control of the abrasive jet process is possible. Nozzles are made of tungsten carbide or synthetic sapphire, with circular openings from 0.15 to 2 mm diameter. The main parameters influencing the material removal rate and surface quality are air pressure, size of the abrasive particles (...60 μ m...), spray angle, tool to work distance (2...15 mm) and feed rate (0...2 mm/s) (VENKATESH 1984).

CHEMICAL MACHINING

The material removal in Chemical Machining (CHM) is based on a chemical reaction between workpiece and etching fluid. On areas where a mask covers the surface no chemical reaction and thus no material removal occurs. The process is used for the removal of thin layers (max. a few μ m). Sometimes CHM may be in competition with ECM; CHM may be preferred for manufacturing small or middle sized series. For very large series the relative masking costs become too important. CHM may also be preferred when very large workpieces have to be machined because of the large electric currents involved in ECM. For ultra small parts, the electric connection causes problems in ECM; sometimes a floating workpiece may be used in such cases. Although the process is less complex than ECM, machining results still depend on experimental work in mask-making; the composition of the etching reagent is another item requiring practical experience.

ELECTRO-CHEMICAL MACHINING

The material removal in Electro-Chemical Machining (ECM) is based on the anodic dissolution during electrolysis (WILSON 1971). The tool electrode is used as a cathode while the workpiece is the anode. The electrolysis process takes place in a salt solution. The feed rate v_f corresponding to the material removal rate ranges between 0.5 to 10 mm/min when applying a current density of 10 to 1000 A/cm². The major advantages are the absence of tool wear as well as any thermal load on the workpiece. Additionally, ECM accuracy is improved when applying higher material removal rates. The major problem is "overcut", i.e. the undesired and uncontrolled electro-chemical overdissolving of the workpiece. The working gap is indeed governed by a complex set of parameters, of which the electrolyte flow is one of the most crucial. Recent developments concentrate on increased dimensional accuracy. Lately, ECM is implemented also for mass production of small high-precision components (accuracy better than 10 μ m) (DE REGT 1986).

ELECTRO-THERMAL TECHNIQUES

Electro Discharge Machining (EDM).

Electro Discharge Machining is an electro-thermal process in which the material removal is achieved by electric discharges occurring between an anode (mostly tool electrode) and a cathode (workpiece), submerged in a dielectric fluid. Due to the very high power concentration (10^5W/mm^2 - 10^7W/mm^2) a minute volume of workpiece material may be removed by melting and evaporation. Part of the total energy is also absorbed by the tool electrode yielding some tool wear. This wear can be reduced to 1% or less of the material removal with an adequate selection of tool and workpiece material and appropriate generator settings (SNOEYS & VAN DIJCK 1973). Important problems in EDM are indeed tool wear and machining accuracy; the low material removal rate typical for EDM is urging for more autonomous working machines. EDM can be classified into die-sinking and wire-cutting; it is extensively used for precision machining in die and mould making and for manufacturing prototypes.

Due to the introduction of Numerical Control, the accuracy of die-sinking machines could be enhanced. The production of workpieces with an allowance of $5\ \mu\text{m}$ became possible in die sinking. Wire cutting EDM (Wire-EDM) is basically a numerically controlled (NC) technique in which the workpiece geometry is generated by a traveling wire. Shape accuracy in Wire-EDM, in a working environment with temperature variations of about 3°C , can be about $4\ \mu\text{m}$. If temperature control assures $\pm 1^\circ\text{C}$, the obtainable accuracy is about $1\ \mu\text{m}$ (SAITO 1984).

Laser Beam Machining (LBM).

LASER is an abbreviation of "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation". A highly collimated, monochromatic and coherent light beam is generated and focused on a small spot. High power densities can thus be obtained (10^6W/mm^2).

A large variety of lasers is presently available on the market (solid-, semiconductor-, molecular-...type Lasers in pulsed and/or continuous mode). Metal-working remains an important part of laser applications: cutting, drilling and surface heat treatment.

Other application fields are non-destructive testing, measuring systems (compact disc), telecommunication with fiber optics (Yano Research Institute 1984), medical applications, military applications, printing and graphics devices etc. The market scale of the laser industry in Japan was about \$ 1 billion in 1983 (Yano Research Institute 1984). Sales for lasers, laser services and support equipment in the U.S.A. are expected to reach \$ 5 billion by the end of the decade (KRAUSKOPF 1984).

Electron Beam Machining (EBM).

Electron beam processing has been used in industry since the 1960's, initially in nuclear and aerospace welding applications. Small hole drilling, cutting, engraving and heat treatment represent a set of modern applications often used in semiconductor manufacturing, as well as in various micromachining areas. In EBM, electrons are released from a heated tungsten or tantalum filament (30-150 kV). A Wehnelt-electrode controls the convergence and the intensity of the beam. A series of electromagnetic lenses focus the beam on the target in a vacuum chamber (.1 Pa). According to recent investigations (TANIGUCHI 1984) stock removal by EBM is performed by splashing bubbles produced in a subsurface layer by electrons penetrating to a depth of a few microns under the target surface. The main advantages of the process are the high degree of automation, the high productivity, the possibility to machine almost any material and the attainable high precision.

A typical application of EBM refers to multi-small hole drilling. Very small diameters ($< 50 \mu\text{m}$) can be drilled at high rates (BOEHME 1983).

Ion Beam machining (IBM).

The process has applications in many areas, including fine patterning using masks, texturing surfaces, surface cleaning and smoothing etc. An application for shaping lenses is reported in TANIGUCHI (1984). Adjusting the thickness of thin films and membranes without affecting the surface finish represents another application (JOLLY *et al.* 1983). Ion Beam Milling through masks is a technique used for example for the accurate production of shallow grooves. Similarly, microsieves may be formed for the production of ion source grid components (JOLLY *et al.* 1983). Ion Beam texturing is applied for enhanced bonding of surfaces, especially for fluoropolymers, and also for increasing the surface area of capacitors (BANKS 1981).

More recently, Ion Beam Machining techniques such as Plasma Etching, Reactive Ion Etching (RIE), Reactive Ion Beam Etching (RIBE) etc., have become industrially available. They are of special interest for the semiconductor industry for machining patterns, even in the submicrometer field. Ion beams offer a number of substantial advantages compared to the classical wet chemical etching. Indeed, it is possible to machine almost any material with a very accurately controlled material removal (dimensions $< 100 \mu\text{m}$). Further, the angle of incidence of the ion beam is fully controllable, resulting in good wall characteristics and surface finish.

Plasma beam machining (PBM).

A plasma is an electric conductive gas state; it can be obtained by an electric discharge between an anode and cathode yielding an ionized gas at high temperature (...20,000°C). A typical plasma torch is constructed in such a way that the plasma is constricted in a narrow column with a diameter of the order of 1 mm. Plasma Arc Beam and Plasma Jet Beam are applied for cutting and welding of electrically

conductive and non-conductive materials respectively. The parameters are the gas flow rate, the nozzle diameter and the power supplied to the arc (current 5-1000 A, voltage 100-250 V). The gases used are Argon, Helium or Nitrogen.

3. Motives for application

The above mentioned non-conventional machining techniques may come into the picture as possible alternative machining methods for a number of reasons, the main ones being :

1. Machinability of workpiece material ;
2. Workpiece shape complexity ;
3. Automation of data communication ;
4. Surface integrity and precision requirements ;
5. Miniaturization objectives.

This will be illustrated by indicating some recent developments and trends.

MACHINABILITY

In modern manufacturing practice a more frequent use of harder, tougher or stronger workpiece materials is noticed ; materials, in other words, which are much more difficult to machine with traditional methods. Reference is made to all kinds of high strength thermal resistant alloys, to various kinds of carbides, fiber reinforced composite materials, stellites, ceramic materials, various composite modern tool materials etc. The introduction of new ways of machining is stimulated because of the high cutting force levels observed. In some particular cases, those levels may simply not be sustained by the workpiece. Therefore more attention is directed towards machining processes in which mechanical properties of the workpiece (mechanical strength, hardness, toughness etc...) do not impose any limits. In electro-physical processes the "cutability" limits are indeed more associated with material properties such as thermal conductivity, melting temperature, electrical resistivity, atomic valence etc...

SHAPE COMPLEXITY

Geometrical restrictions, design requirements, problems related to accessibility during machining or what could be conveniently defined as "shape complexity", state another set of reasons for an increased interest in using one of the more recently developed material removal processes. To give a rather simple example : it is quite easy to drill a circular hole with conventional techniques ; however, to drill a square hole or just any other cross-sectional shape would be impossible with normal drilling equipment. For Electro Discharge Machining or Electro Chemical Machining on the contrary, the cross sectional shape of the hole is of little concern. To cut some

pattern of grooves with a depth of a few microns would be some difficult task in conventional machining. A chemical machining operation using some kind of masking procedure could yield a simple solution.

AUTOMATED DATA TRANSMISSION

In mechanical production the automation of data communication is crucial. With a more automated information flow, a considerable reduction of the throughput time can be achieved, yielding decreased production costs, reduced inventory etc. This aspect has been one of the reasons of the considerable success of the introduction of NC-machines and later of CAD/CAM and CIM techniques. With some non-conventional machining methods, those techniques may be integrated much easier. Wire-EDM is an obvious example. NC controlled LASER or Electron Beam cutting are also applied partially because of the improved automation in data transmission. Developments to supervise the LBM-process by means of adaptive control are mentioned in KRAUSKOPF (1984). Due to the enhanced flexibility, LASER processing can be applied even for prototype or small batch manufacturing. There are many other types of applications in which the use of non-conventional machining methods drastically reduces the number of successive elementary machine jobs. A carbide die plate for example could be machined from one piece using spark erosion; the classical way would require at least two pieces fitted together and produced separately on a profile grinder.

PRECISION REQUIREMENTS

The trend of precision requirement as indicated by TANIGUCHI (1983), refers to nano-machining for tomorrow's ultra high precision machining (fig. 2). This kind of precision may be obtained by removing atoms or molecules, rather than chips. Machining operations like sputtering ion beam machining etc. would be possible candidates. The distortion of the surface layer due to mechanical or thermal action may be another reason to call upon some of those non-conventional machining techniques.

MINIATURIZATION AND MICROMACHINING

Trends toward reducing the workpiece dimensions already exist for some time. Ultra small diameter holes (10...100 μm) would not be possible to drill with conventional techniques. Electro Discharge Machining, LASER Beam Machining, Electron Beam Machining or even Micro Electro Chemical Machining techniques are now frequently applied for such purposes.

Micromachining has recently become an important issue, further reducing possible attainable workpiece dimensions. Various techniques developed for the production of micro electronic circuitry may be used for manufacturing extremely

The development of achievable machining accuracy

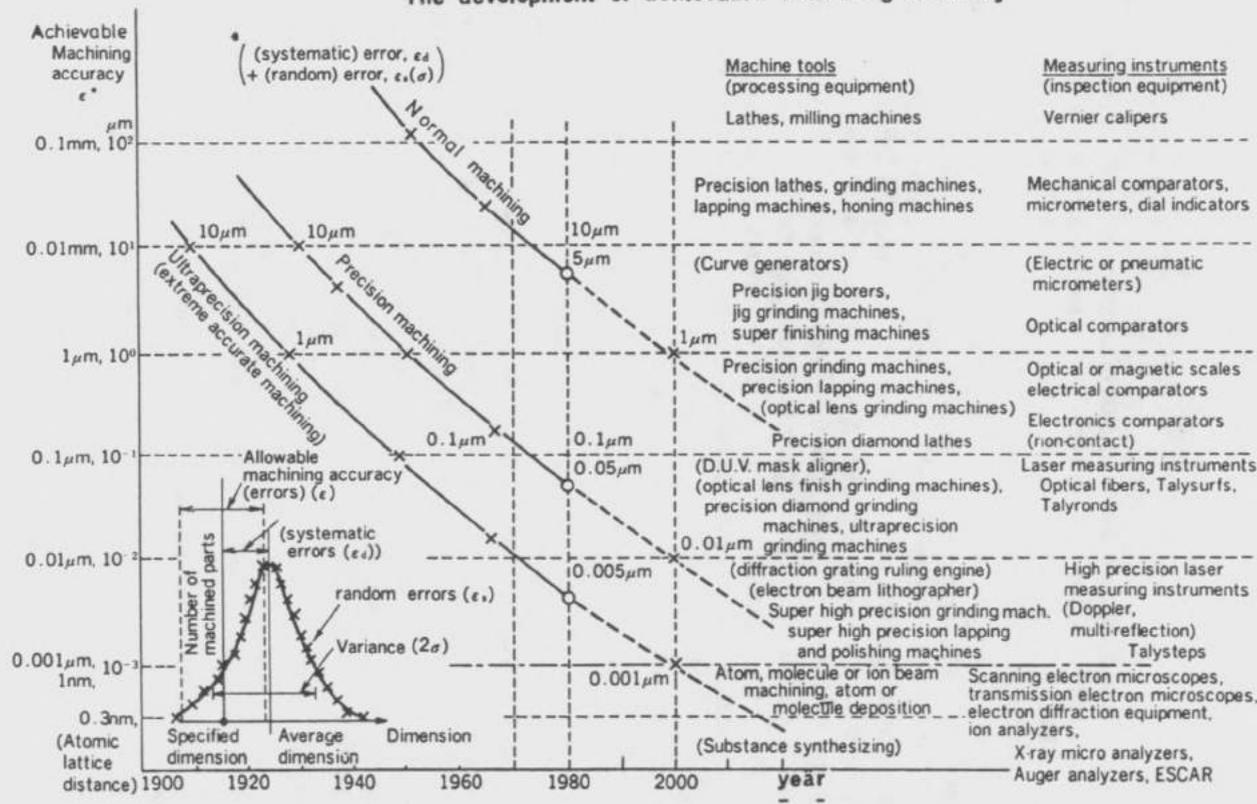


Fig. 2. — Observed trend of precision requirements.

small items. Especially in the area of sensors, an integration of mechanical parts with the electronic circuitry may become a new possibility bringing the design and production of various sensors onto the verge of drastic cost reductions.

4. Trends in Electro Discharge Machining

Basically, two main types of EDM machines are used in practice, die-sinking machines and wire cutting machines (fig. 3).

The various motives mentioned in par. 3 will be highlighted by reviewing recent trends observed in EDM-Machining.

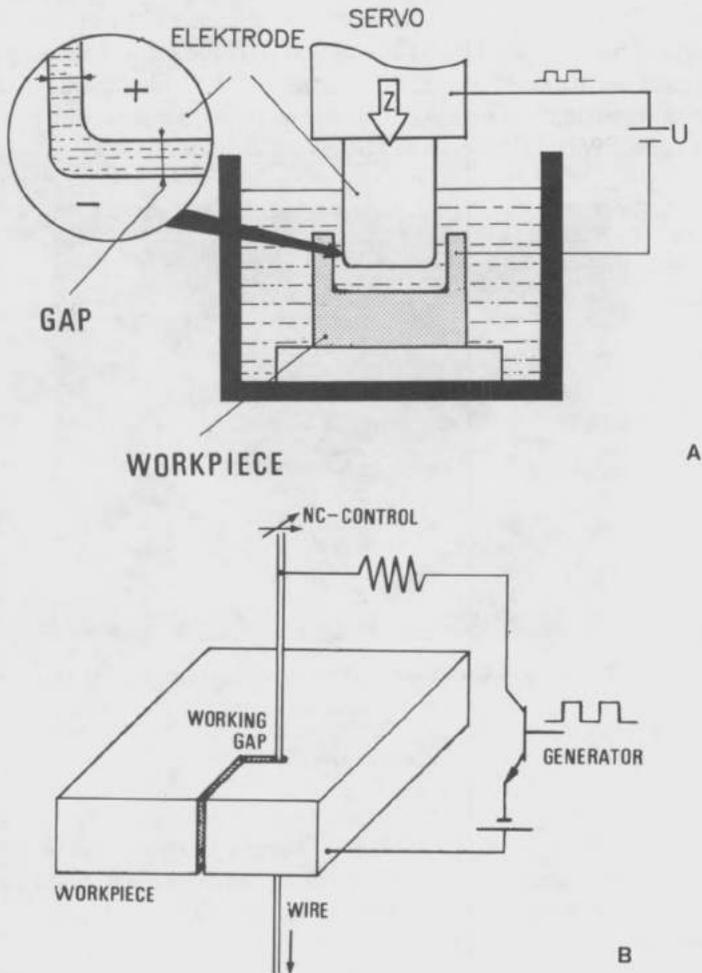


Fig. 3. - Principle set-up for die-sinking (A) and Wire-EDM (B).

MACHINABILITY

Generally, the process is a slow material removal process, requiring well trained operators. The stock removal is governed by the thermal characteristics of both workpiece and tool material. Therefore, all kinds of electrically conductive materials too hard to cut by conventional methods, may be machined by EDM.

The enhanced interest for ceramics in a wide area of industrial applications, contributed to a renewed attention for some non-conventional machining methods like ultrasonic machining, laser beam machining and electro-discharge machining. In the case of EDM, it concerns electro-conductive ceramics such as SiC, Si_3N_4 -TiN, ZrB_2 etc. (DEKEYSER & SNOEYS 1986). Figure 4 shows a micro hole (diameter $33 \mu m$) in TiB_2 - B_4C ceramic with a thickness of $45 \mu m$.

Polycrystalline Diamond (PCD) and natural diamond for wire drawing dies and cutting tools are machined with EDM (WIJERS 1982). Cutting speeds of about half the cutting speed on tool steel can be obtained on tungsten carbide with a PCD layer, using a normal Wire-EDM machine (DEKEYSER & SNOEYS 1986).

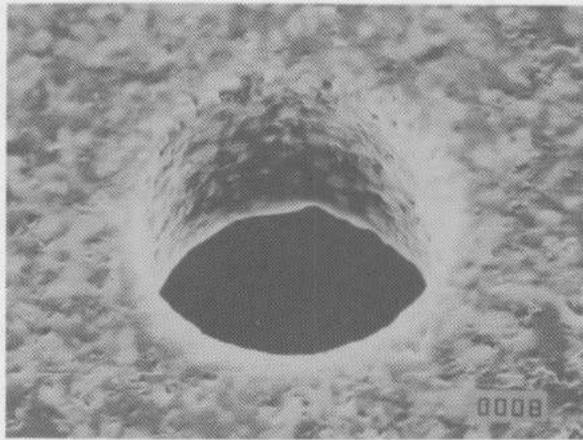


Fig. 4. — Micro Hole in TiB_2 - B_4C machined by EDM. Diameter $33 \mu m$, thickness $45 \mu m$ (MASUZAWA 1986).

SHAPE COMPLEXITY

The viability of EDM die sinking machines for machining complex shapes has been enlarged by improved CNC-control. Various kinds of relative movements between tool electrode and workpiece are introduced. As a result, EDM die-sinking possibilities are extended towards EDM-milling (fig. 5a).

Recent Wire-EDM machines are equipped with a 4 to 6 axis NC-control. Tapering of the workpiece up to 30° is fully integrated. It yields a fast and flexible machining method especially for intricate geometries (fig. 5b).

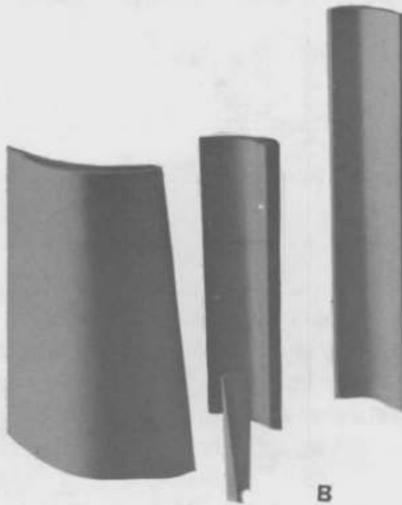
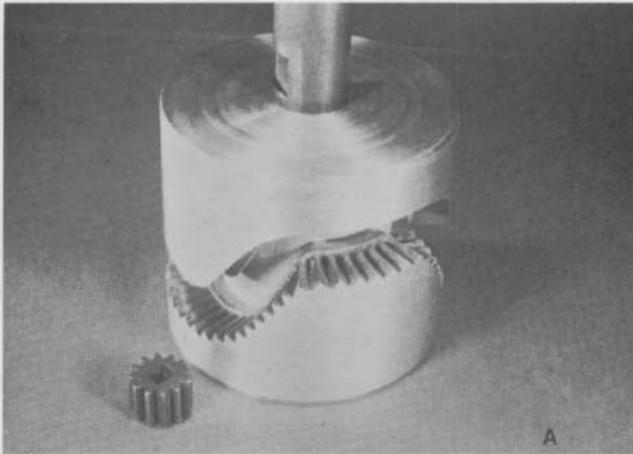


Fig. 5a. - Complex workpiece machined with CNC-die sinking EDM using simultaneously X-, Y-, Z- axis and additional A-axis (rotation of the workpiece). At the left side, the wire-cut created tool electrode.

Fig. 5b. - Intricate geometry of a workpiece manufactured by Wire-EDM.

The development of planetary EDM (fig. 6) contributed significantly to the extension of the capability of die sinking machines in terms of required number of tool electrodes, efficiency, surface roughness and taper- or corner errors.

Planetary EDM is an extension of the usual die-sinking, in such a way that on the vertical feed movement of the tool electrode an orbital motion is superposed, with a radius from a few tens to some hundreds of microns.

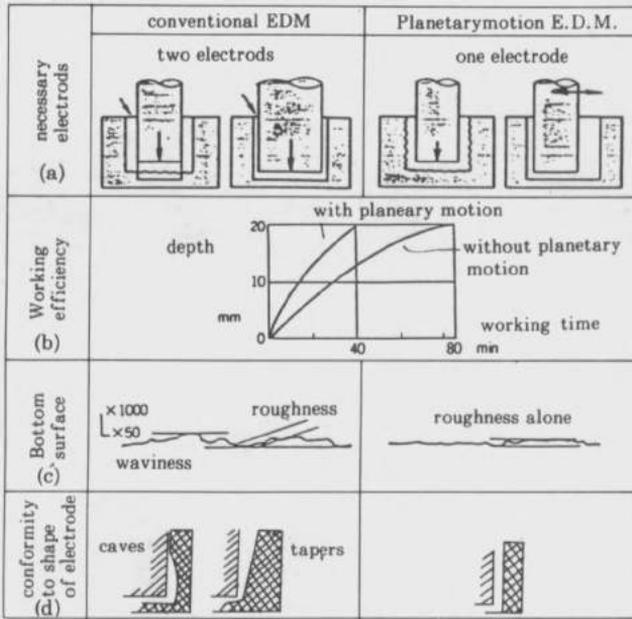


Fig. 6. - Advantages of planetary EDM (SAITO 1984).

The introduction of automatic high precision tool changers with a repeatability error of $3 \mu\text{m}$ enables to split up complicated tool electrodes in a number of simple shaped electrodes. This turns out to be quite useful for the machining of plastic moulding dies expected to become at the same time increasingly complicated in shape and requiring a higher accuracy. To meet the latter requirement, automatic compensation for the tool wear may be introduced (fig. 7).

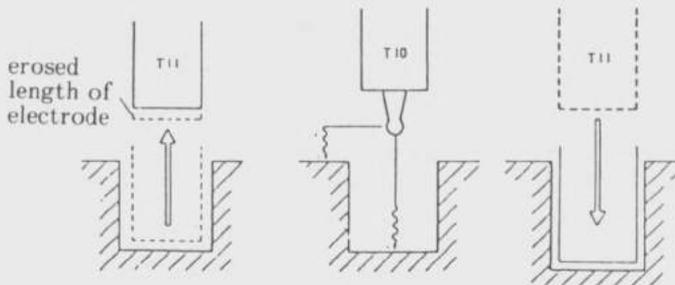


Fig. 7. - Principle of automatic tool wear compensation (SAITO 1984).

AUTOMATION

Adaptive Control and Optimization techniques (KRUTH 1979, DAUW 1985) together with the numerical control features, yield an increased process efficiency and allows enhanced unmanned machining (up to 48 hours and more). The implementation of tool wear sensors (WECK & SLOMKA 1985) results also in an improved accuracy.

A similar set of measures applies for wire cutting machines. The adaptive control strategies here are intended to reduce the risk of wire rupture and thus to increase the stand-alone-capability of those machines. To demonstrate how much this automation in EDM contributed to the deployment of the EDM-techniques, fig. 8 surveys the Japanese EDM-market in the last twenty years. The yearly sales increase during the last ten years was roughly 4 to 5 times larger than in the preceding period, obviously because of the introduction of NC technology in die-sinking as well as in wire cutting machines.

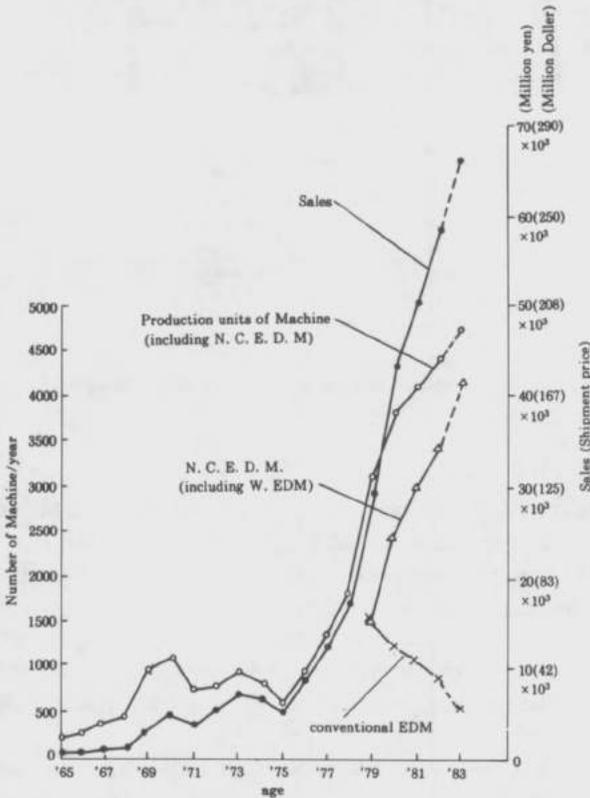
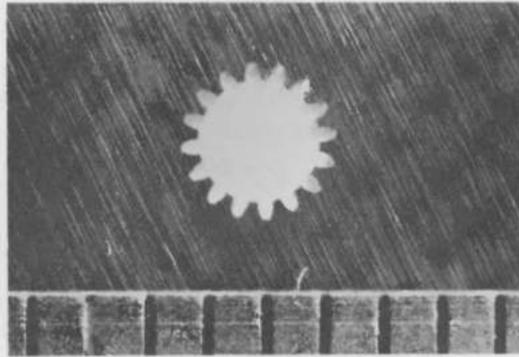


Fig. 8. - The Japanese market evolution for EDM (SAITO 1984).

PRECISION

Fig. 9 gives some idea of the possibilities of wire EDM. It concerns a 5 mm thick internal gear with modulus 0.15, made in carbide and produced with a tungsten wire of diameter 30 μm . The positioning precision of NC-controlled wire-EDM machines may often be in the order of a few micrometers.



Wire	0.03 ϕ tungsten
module	0.15
Work piece	thickness 5mm sintered tungsten carbide alloy
length of profile	10.2mm
machined time	60min
minimum Radius	R. 0.05mm

Fig. 9. — Fine precision machining of a small involute gear.

Wire cutting speeds of 200 mm^2/min are being reported in a 60 mm thick tool steel specimen, with a surface roughness $R_{\text{max}} = 24 \mu\text{m}$ (KISHINAMI *et al.* 1985). This results from the use of high performance generators (voltage pulses with a frequency of 20-40 KHz, and peak currents of 200 to 400 Ampère). The application of special coated wires has also contributed to an increase of the machining speed. Workpieces up to 350 mm can be machined now with a linearity error on the straightness of roughly 20 μm . Surface roughnesses of $R_a = 1.4 \mu\text{m}$ are possible after finishing (BAUMGARTNER 1985).

Fine die-sinking EDM is now available with EDM polishing; even brilliant surface finishing is possible. These polished surfaces may be required for aesthetic purposes but also for a number of functional reasons as well.

MICROMACHINING

To illustrate the high precision as well as the sometimes unexpected type of Wire-EDM applications, Wire Electro Discharge Grinding can be cited (MASUZAWA *et al.* 1985) (fig. 10).

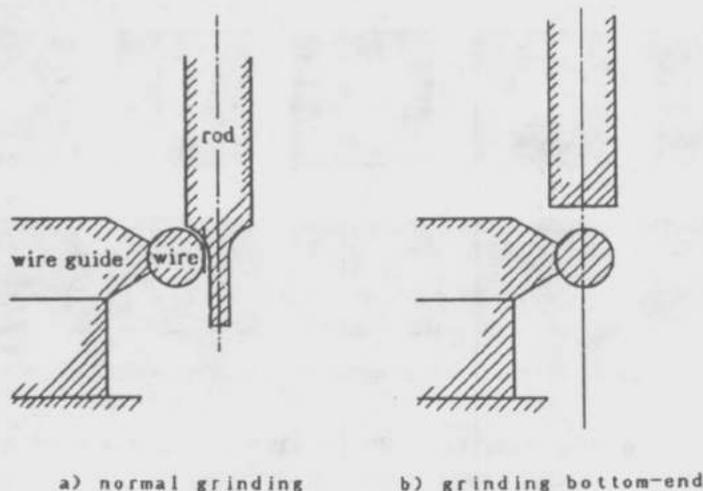


Fig. 10. - Set-up for Wire Electro Discharge Grinding (MASUZAWA *et al.* 1985).

This manufacturing method is applied for the micro machining of fine rods or needles needed in tool making in the area of microelectronics circuitry manufacturing. Fig. 10 shows the set-up for this Wire EDG. Precision of the diameter along the axis of $1 \mu\text{m}$ for a rod of $30 \mu\text{m}$ diameter is obtained. This corresponds with the precision of the NC-system. Tool wear in this case does not influence the obtainable precision.

5. Examples of trends in other machining processes

To illustrate the various motives, yielding an enhanced use of other non-conventional machining techniques, also a few examples are highlighted.

CHEMICAL MACHINING

While the processing technology of silicon integrated circuits consists of a sequence of planar processes, the fabrication of most micromechanical components relies on a 3-D structuring of the substrate. For this purpose anisotropic and selective etching as well as lithographic techniques are suited (ANGELL *et al.* 1983). The techniques of silicon microfabrication allow the manufacturing of extremely small mechanical parts. A further integration of mechanical structures with electric circuits

may open a complete new area of applications. Reference is made to the manufacturing of sensors for fluid flow, accelerometers, force transducers and so on. Anisotropic etching creates faceted holes in crystalline materials such as Silicon, depending on the orientation of the cristal planes with respect to the exposed surface (fig. 11).

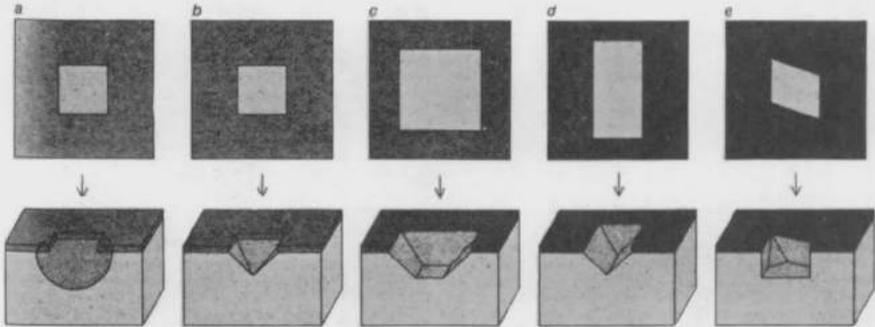


Fig. 11. - Anisotropically etched geometries in crystalline silicon.

In the case of highly Boron doped Silicon, a doping concentration effect called "selectivity", is observed. This can be effectively employed for a vertical structuring of the silicon wafers.

An idea about the growing interest in this technique in the last four or five years is given in fig. 12, illustrating the number of patents filed in Japan, USA and Europe as compared to the preceding three times longer period. It means a rate increase of 10 to 15 times. A few examples of these techniques are represented in fig. 13.

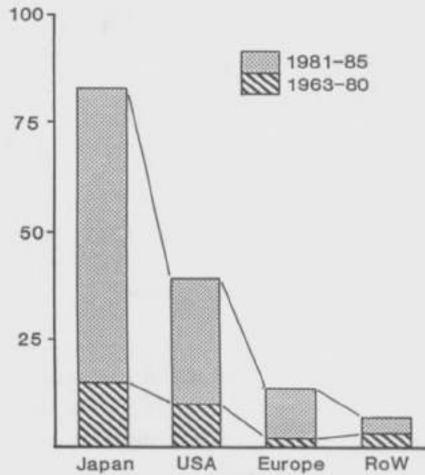


Fig. 12. - Patents filed in world patent index, for Anisotropic etching.

Fig. 13a illustrates a membrane like type of spiral spring in deflected and nondeflected position. Fig. 13b shows a vibration sensor consisting of a set of cantilever springs, with a thickness of $4\ \mu\text{m}$, each with a different resonance frequency. In this sensor an integration is obtained of an accelerometer and a mechanical type of Fourier analyzer.

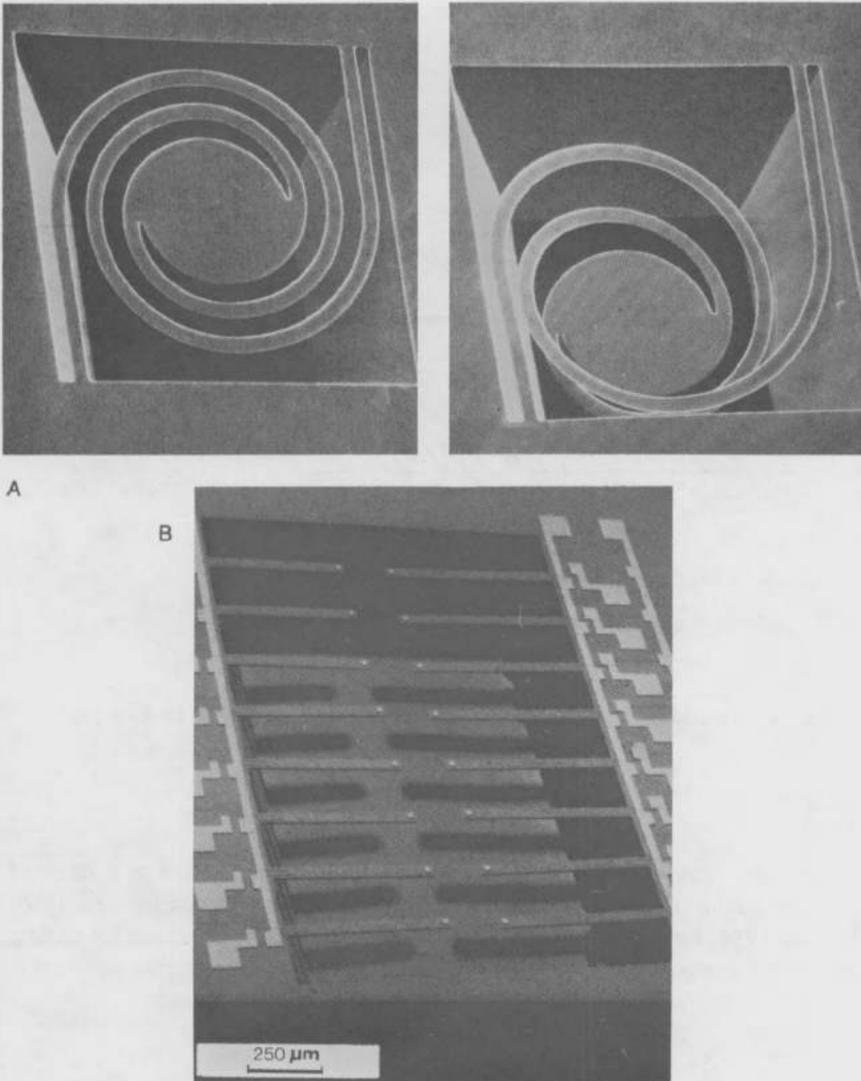


Fig. 13a. — Silicon spiral like membrane in non deflected (left) and deflected (right) state (CSEPREGI 1985).

Fig. 13b. — Silicon vibration sensor array (CSEPREGI 1985).

ELECTRO-CHEMICAL MACHINING

To solve partially the problem of the so-called "overcut", i.e. the undesired and uncontrolled over-dissolving of workpiece material, an insulation layer is used on those parts of the workpiece where no material removal is wanted. New techniques have been developed yielding extremely thin, but mechanically quite strong insulation layers enabling to produce high precision workpieces with very small overcut (VAN OSENBRUGGEN & DE REGT 1984). An example is given in fig. 14 illustrating new precision applications of ECM.

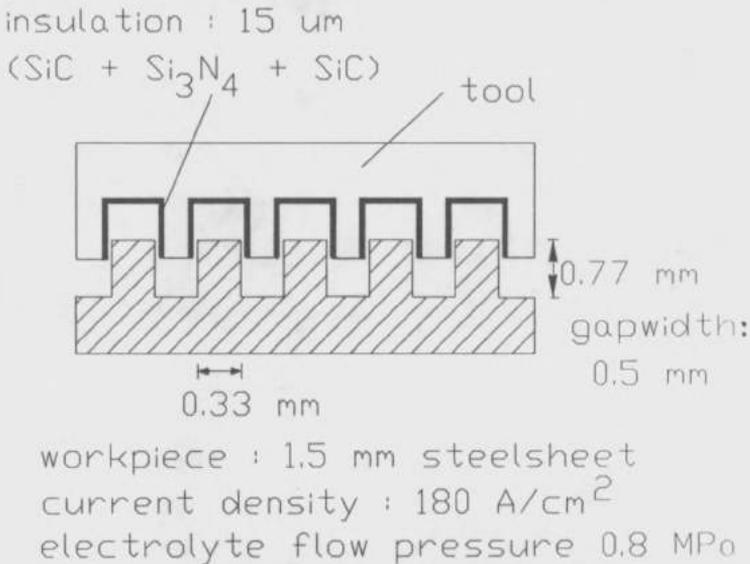


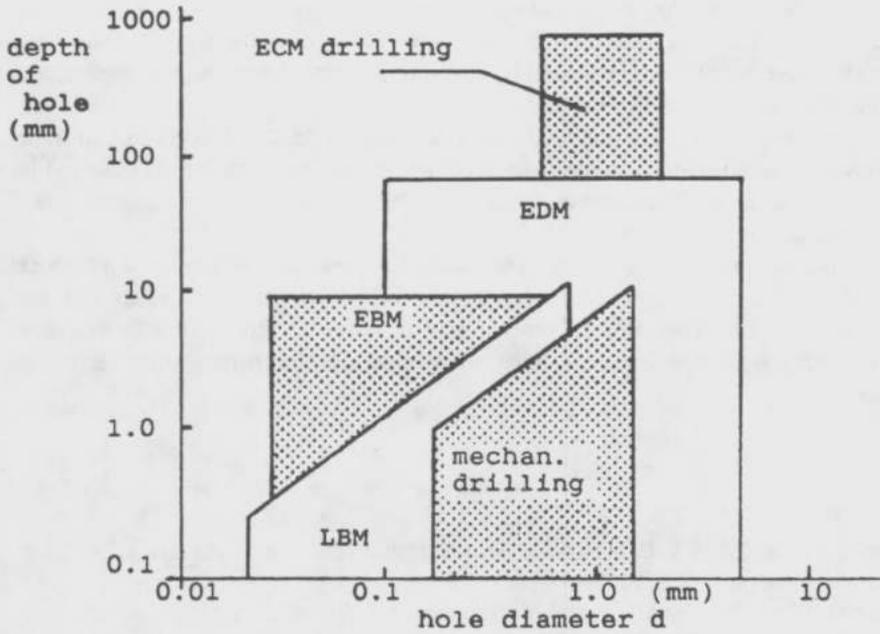
Fig. 14. - Precision machining example using ECM (VAN OSENBRUGGEN & DE REGT 1984).

LASER BEAM MACHINING

The Laser finds also an increasing number of applications often as a result of the combination of a laser gun and numerically controlled contouring or a robot (KOENIG 1984, KRAUSKOPF 1984). In fig. 15 some alternative processes for drilling small holes, are compared in terms of attainable precision and machining speed.

6. Conclusions

Non-conventional machining methods are sometimes competitors with more classical material removal techniques. An economical comparison may indicate or justify the selection.



	attainable precision	machining speed
EDM	0.01mm	
mechan. drilling	>0.02mm	
ECM-drilling	0.1d	
LASER	0.06d-0.02d	
EBM	0.05d-0.1d	

Fig. 15. - Comparison of various techniques to produce small holes (KOENIG 1984). (Machining precision is expressed in mm or as a fraction of the hole diameter d).

The motivations for the implementation of non-conventional machining techniques have often to be looked for in a somewhat broader perspective. Five points are highlighted especially: machinability, shape complexity, automation, precision and miniaturization.

The trends in non-conventional machining may be dealt with according to these classes of motivation. This has been illustrated by means of the trends observed in Electro Discharge Machining and also with a few examples in other non-conventional machining techniques.

For a growing number of developing countries it becomes imperative to introduce some of those non-conventional machining techniques because it often is a key element in the production of tools. Some of these countries are even boosting research programs to ensure a more independent position from western technologies.

REFERENCES

- ANGELL, J. B., TERRY, S. C. & BARTH, P. W. 1983. Silicon micromechanical devices. — *Scient. American*, Apr. 1983, pp. 36-47.
- BANKS, B. A. 1981. Nasa Technical Memorandum 81721.
- BAUMGARTNER, U. 1985. Immer höhere Werkstücke Schneiderodieren. — *Industrie Anzeiger*, **107** (68).
- BOEHME, D. 1983. Perforation, welding and surface treatment with EBM and LBM. — *In*: 7th International Symposium on Electromachining ISEM (12-14 April 1983).
- CSEPREGI, L. 1985. Micromechanics: A silicon microfabrication technology. — *Microelectronic Engineering*, **3**: 221-234.
- DAUW, D. 1985. On-line identification and optimization of electro-discharge machining. — Ph. D. Katholieke Universiteit Leuven, 85D1.
- DEKEYSER, W. & SNOEYS, R. 1986. Cutting of PCD. — Internal Report Katholieke Universiteit Leuven, Afdeling mechanische Constructie en Productie.
- DE RECHT, C. 1986. ECM for the production of high precision components. — *In*: 8th International Symposium on Electromachining ISEM (Moskow, June 1986).
- JENNES, M. & SNOEYS, R. 1986. Adaptive control of EDM wire cutting based on pulse analysis. — *In*: 8th International Symposium on Electromachining ISEM (Moskow, June 1986).
- JOLLY, T. W., CLAMPITT, R. & READER, P. 1983. Ion beam machines and applications. — *In*: 7th International Symposium on Electromachining ISEM (12-14 April 1983), pp. 201-210.
- KISHINAMI, T. *et al.* 1985. High speed EDM for complicated dies. — *In*: Proceedings of the Symposium on New EDM, Tokai Branch of ISME, pp. 27-35.
- KOENIG, W. 1984. *In*: Aachener Werkzeugmaschinen Kolloquium, *Industrie Anzeiger*, **106**: 56.
- KOENIG, W. & WULF, Ch. 1984. Wasserstrahl schneiden. — *Industrie Anzeiger*, **106**: 92.
- KRAUSKOPF, B. 1984. Laser machining, no longer non-traditional. — *Manufacturing Engineering* (October 1984).

- KREMER, O., SALEH, S. M., GHABRIAL, S. R. & MOISAN, A. 1981. The state of the art of ultrasonic machining. — *Annals of the CIRP*, **30** (1): 107-110.
- KRUTH, J. P. 1979. Adaptive control optimization of electro-discharge machining. — Ph. D. Katholieke Universiteit Leuven, 79D3.
- LAU, K. Y. 1985. Ultra high speed semiconductor lasers. — *In*: International Electron Devices Meeting (Washington, D.C., December 1985).
- MASUZAWA, T. 1986. Lectures on machining technology of Ceramics — EDM. — *Kogyo Zairyo* **34** (1): 117.
- MASUZAWA, T. *et al.* 1985. Wire electro discharge grinding for micro-machining. — *Annals of the CIRP*, **34** (1): 431.
- PEETERS, J. 1985. New scope for silicon. — *The PA J. Management*, **2** (1).
- SAITO, N. 1984. Recent electrical discharge machining (EDM) techniques in Japan. — *Bull. Japan. Soc. Precision Eng.*, **18** (2).
- SNOEYS, R. & VAN DUCK, F. 1973. Physico-mathematical analysis of the EDM progress. — *In*: North American Metal Working Research Conference (May 1973).
- TANIGUCHI, N. 1983. Current status in, and future trends of ultra precision machining and ultrafine materials processing. — *Annals of the CIRP*, **32** (2): 573-582.
- TANIGUCHI, N. 1984. Research on, and development of energy beam processing of materials in Japan. — *Bull. Japan. Soc. Precision Eng.*, **18** (2).
- VAN OSENBRUGGEN, C. & DE REGT, C. 1984. Electro-chemical micromachining. — *Philips Techn. Rev.*, **42** (1).
- VENKATESH, V. C. 1984. Parametric studies on abrasive jet machining. — *Annals of the CIRP*, **33** (1): 109-112.
- WECK, M. & SLOMKA, M. 1985. Adaptive Regelung des Senkerodierens. Vorschuboptimierung beim Planetaererodieren. — *VDI-Z*, **127** (nr. 9).
- WIJERS, J. 1982. Three special applications of Philips high speed sparkmachining Equipment. — *Philips Techn. Rev.*, **40** (7).
- WILSON, J. F. 1971. Practice and theory of electro-chemical machining. — Wiley, New York.
- Yano Research Institute Ltd, 1984. Japan's Laser Market and Industry.

Le premier chemin de fer en Perse *

par

A. LEDERER **

MOTS-CLÉS. — Chemins de fer ; Iran ; Perse.

RÉSUMÉ. — En 1887, des ingénieurs belges ont construit le premier chemin de fer en Perse à partir de capitaux belges et russes. La construction du matériel en Belgique fut menée à une allure record et son transport, en plein hiver, à travers la chaîne de l'Elbourz, constitue une performance remarquable. Un an après la commande du matériel, la construction de la voie du chemin de fer de Téhéran à Châh-Abdoul-Azim (12 km) était achevée et le chemin de fer desservait cette ligne. Du côté financier, l'entreprise fut catastrophique à cause de la confiance démesurée du ministre de Belgique à Téhéran, le baron d'Erp, de la naïveté du financier belge Edouard Otlet et de la roublardise du Russe Poliakoff.

SAMENVATTING. — *De eerste spoorweg in Perzië.* — In 1887 hebben Belgische ingenieurs de eerste spoorweg van Perzië gebouwd met Belgisch en Russisch kapitaal. Het vervaardigen van het materiaal in België werd zeer snel uitgevoerd en het vervoer, in volle winter, door de Elbourzbergen, blijft een merkwaardige onderneming. Een jaar na de bestelling van het materiaal, was de aanleg van de spoorweg tussen Teheran en Châh-Abdoul-Azim (12 km) beëindigd en reden de treinen. Op financieel gebied werd deze onderneming een catastrofe ingevolge het oneindig vertrouwen van de minister van België te Teheran, baron d'Erp, de argeloosheid van de Belgische financier Edouard Otlet en de gewiekstheid van de Rus Poliakoff.

SUMMARY. — *The first railway in Persia.* — In 1887, Belgian engineers built the first railway in Persia, with Belgian and Russian capital. The construction of the material in Belgium was carried out at a record speed, and its transport through the Elbourz Mountains in the middle of winter was a remarkable achievement. One year after the order for the material, the construction of the line from Teheran to Châh-Abdul-Azin (12 km) was finished and the line was in use. Financially, this project was a catastrophe because of the unbounded confidence of the Belgian minister at Teheran, Baron d'Erp, the naivety of the Belgian financier Edouard Otlet and the cunning of the Russian Poliakoff.

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences techniques tenue le 27 juin 1986.

** Membre titulaire honoraire de l'Académie ; rue de la Tarentelle 15, B-1080 Bruxelles (Belgique).

1. Introduction

L'histoire de la Perse a été très mouvementée au cours des siècles. Le pays se trouva tour à tour entre les mains de dynasties arabes, iraniennes, turques, mongoles, turcomanes et persanes. En 1779, la dynastie des Kadjars monta sur le trône, subissant longtemps l'influence de la Russie, à laquelle elle céda, en 1832, d'importants territoires.

Plus tard, elle fut soumise à celle de l'Angleterre qui s'intéressait vivement aux gisements de pétrole qui y avaient été découverts [1] *.

En fait, dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, la Russie et la Grande-Bretagne s'étaient fait attribuer chacune une zone d'influence dans l'Empire de Perse [2]. La carte reproduite à la figure 1 montre leurs limites ; au nord la zone russe, au sud-est celle de l'Angleterre, de façon à empêcher et à contrôler un éventuel débouché de la Russie vers l'océan Indien par le golfe Persique [3]. D'ailleurs, déjà alors les Russes se plaignaient d'avoir dû accepter l'existence d'un état tampon, l'Afghanistan, imposé par l'Angleterre pour leur barrer l'accès vers les mers du sud [4].

A cette époque, la Belgique n'était pas encore représentée officiellement à Téhéran et c'est Son Excellence Monsieur de Ballay, ministre résident de la République française à Téhéran, et le personnel de sa légation qui étaient chargés de la défense des intérêts belges en Perse lorsque furent entamés les pourparlers relatifs à la création d'un réseau ferré par une société ayant son siège en Belgique [5].

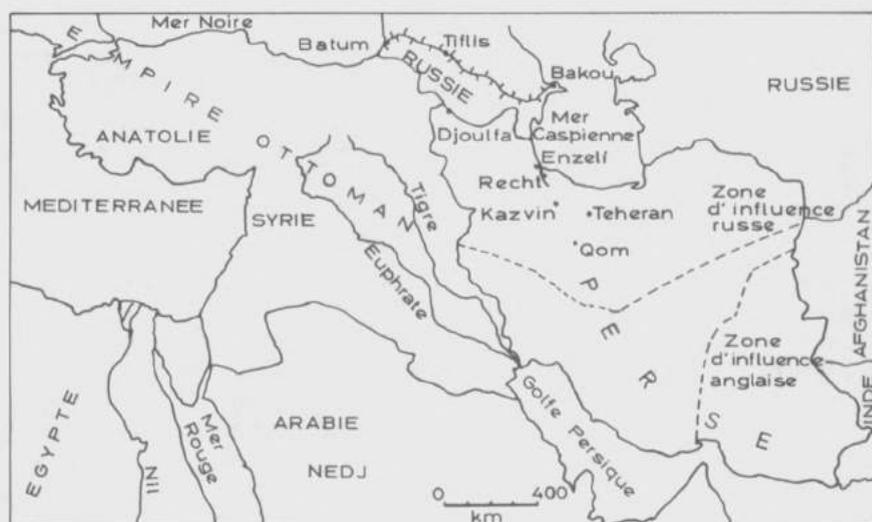


Fig. 1. — Carte de la Perse et des pays limitrophes.

* Les chiffres entre crochets [] renvoient aux notes et références, pp. 544-546.

2. Début de la «Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse»

La «Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse» avait été constituée le 17 mai 1887 à Bruxelles au capital de 2 000 000 F par des capitalistes belges, dont le leader était Edouard Otlet, et des capitalistes russes, dont L. S. Poliakoff, banquier à Moscou [6].

Préalablement à la constitution d'une société dont l'exploitation devait être entreprise dans un pays aussi lointain, les deux financiers principaux avaient délégué un de leurs administrateurs, l'ingénieur Fernand Guillon, afin d'examiner l'affaire sur place. Il devait obtenir la prorogation des délais de construction, l'autorisation de pénétrer avec le chemin de fer dans la capitale et la reconnaissance par le Gouvernement Impérial Persan de la Société de droit belge à constituer. Guillon, arrivé le 25 avril 1887, se mit de suite au travail ; ses démarches furent couronnées de succès puisque dès les premiers jours du mois de mai il avait obtenu :

- 1) Un firman impérial prorogeant de six mois le délai d'exécution des travaux ;
- 2) L'approbation anticipée du transfert de la concession à une Société belge ;
- 3) La cession gratuite par S.M.I. le Shâh-in-Shâh des terrains de la Couronne touchés par la ligne ;
- 4) L'autorisation de traverser les fortifications et de pénétrer dans la ville sur 1200 m environ et d'établir la gare terminus à 150 m de la grande rue de circonvallation qui entourait le Bazar, c'est-à-dire, au centre même du mouvement le plus intense de la capitale [7].

C'était un beau succès à l'actif de Guillon, car ce n'était pas chose aisée d'obtenir la création d'une ligne de transport dans un pays où il fallait le consentement de la Russie et de l'Angleterre, d'autant plus que le projet devait être exécuté en zone d'influence russe. En effet, si l'Angleterre se montrait très conciliante à l'égard de la Belgique, il n'en n'était pas de même de la Russie et la présence de Poliakoff dans le conseil d'administration avait certainement constitué un facteur favorable. En effet, ce dernier était un banquier important à Moscou [8].

Dès que la nouvelle des succès obtenus par Guillon à Téhéran parvint à Bruxelles, le Conseil se mit immédiatement à l'œuvre, passa commande des rails, donna ordre d'acquérir les terrains et de commencer les travaux de terrassement.

Guillon rentra en Belgique le 27 juin 1887 et, dès son retour, il se préoccupa de la fourniture du matériel roulant, quatre locomotives à vapeur et trente-six voitures, ainsi que de l'outillage et du matériel divers pour équiper les ateliers [9].

Le 25 août 1887, le Conseil constituait à Téhéran le Comité administratif prévu par les statuts. Au sein de celui-ci se trouvait un Belge résidant à Téhéran, le général baron de Norman, haut dignitaire à la cour du Shâh [10].

3. La ligne du chemin de fer

La ligne du chemin de fer à établir était destinée à relier Téhéran à Châh-Abdoul-Azim, une ville située à 12 km environ au sud de la capitale. Elle avait été créée sur les ruines de l'ancienne bourgade de Raghès, qu'on disait être la patrie de Zoroastre.

Son nom lui avait été donné à la suite de l'inauguration d'une mosquée renfermant le tombeau d'un martyr persan vénéré qui se nommait Châh-Abdoul-Azim. Autour de la mosquée rayonnaient de larges allées plantées d'arbres ; on y trouvait des bazars, des bains et un grand caravansérail car, en même temps qu'un lieu de grand pèlerinage religieux, c'était aussi un lieu de distraction. Les habitants de Téhéran devaient, selon les règles de leur religion, visiter au moins deux fois par semaine le tombeau de l'imam-martyr. De ce fait, les relations entre les deux villes étaient très actives, d'où l'intérêt d'établir entre elles un moyen de transport moderne.

Depuis le voyage du Shâh-in-Shâh en Occident, il était question de relier ces villes par un chemin de fer, mais il avait fallu longuement lutter contre les anciens à l'esprit conservateur. Le Parti du Progrès, qui comptait parmi ses chefs le général belge baron de Norman et quelques hauts dignitaires de la cour, finit par triompher et la concession avait été attribuée au français, ingénieur et aventurier, Fabius Boital, qui l'avait cédée à la nouvelle société belge, avec l'agrément du gouvernement impérial.

La ligne partait du cœur même de la ville de Téhéran et la gare était établie le long du boulevard qui entourait le bazar. Elle avait l'aspect des gares européennes et comportait un salon réservé au Shâh-in-Shâh et aux membres de sa suite. D'un côté de ce salon, se trouvait la salle d'attente réservée aux femmes, et de l'autre, celle pour les hommes. En effet, en Perse, les femmes étaient voilées, mais elles pouvaient circuler librement seules et passaient ordinairement leur journée au bain ou à la promenade. Comme elles étaient très voyageuses, elles constituaient un important potentiel de clientèle pour le futur chemin de fer, pourvu qu'on leur réservât des voitures séparées, selon l'usage du pays.

La ligne sortait de Téhéran en franchissant les fossés des fortifications sur un pont de vingt-six mètres de longueur, puis traversait une plaine plantée de platanes et d'ormeaux. A l'approche de Châh-Abdoul-Azim, les coupoles dorées de la mosquée resplendissaient, se détachant dans le ciel d'azur.

Aux deux extrémités de la ligne, on avait édifié les gares avec, en annexe, les remises et les ateliers équipés d'un outillage suffisant pour l'entretien et la réparation du matériel [11].

La voie mesurait un mètre d'écartement et elle devait être réalisée en rails de 21 kg/m avec traverses en bois [12].

4. Les protagonistes de l'entreprise belge en Perse

Il est intéressant d'examiner la personnalité des principaux intervenants dans la création de la «Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse» et durant les premières années d'exploitation de la société belge.

Il y a en tout premier lieu le Français Fabius Boital, ingénieur et aventurier qui «baroudait» depuis quelques années dans la région [13]. Comme tant d'autres à cette époque en Perse, il pratiquait la chasse aux concessions obtenues du gouvernement impérial avec l'autorisation de la Russie et de l'Angleterre ; ce n'était généralement pas en vue de les exploiter, mais de les revendre avec bénéfice. C'est ainsi que Boital avait acquis notamment la concession pour la construction et l'exploitation du chemin de fer de Téhéran à Châh-Abdoul-Azim et les tramways à traction chevaline à l'intérieur de la ville de Téhéran, avec l'obligation d'en ouvrir l'exploitation pour le 31 mars 1888. Alors que les délais d'exploitation étaient devenus fort courts, Boital revendit sa concession aux Belges. Il semble cependant que le Français conservait quelque espoir de diriger un jour l'exploitation de la société, car une offre de rachat par un groupe de Français était parvenue à Otlet, qui la transmit à Poliakoff pour avis [14]. Cette offre resta cependant sans suite ; néanmoins, Boital conserva quelques intérêts dans l'affaire, car il reçut de Poliakoff cinquante actions privilégiées [15].

Les deux financiers méritent d'être mentionnés spécialement, car ils sont les protagonistes de toute cette aventure.

Eduard Otlet était un homme d'affaires connu internationalement, comptant parmi les financiers importants dès avant 1880. Il fut élu sénateur catholique d'Arlon de 1894 à 1900 ; il avait fondé un grand nombre de sociétés de transport sur rails en Europe, notamment à Madrid et à Prague, ainsi qu'en Amérique latine. En Russie, il avait financé, entre autres, les «Tramways d'Odessa» (11 mai 1880), les «Tramways de Kharkoff», (1^{er} avril 1883) et la «Compagnie des Tramways de Moscou et de Russie» (17 janvier 1885). Au moment où il s'engageait dans les affaires de Perse, il était âgé de quarante-cinq ans, donc dans la force de l'âge et ne manquant pas d'expérience [16].

Ceci n'empêche qu'il avait perdu de l'argent en 1888, dans l'affaire du canal de Panama et en 1893, dans divers investissements en Argentine et au Brésil ; c'est ainsi qu'à un certain moment, il dut passer par les conditions du financier russe [17]. Lazare Salomonovitch Poliakoff était né à Dubrowna, en Russie, en 1842 ; à partir de 1875, il avait fondé plusieurs banques à Moscou, où on le considérait comme le «Rotschild de Russie». C'était la présence d'Otlet à Moscou qui l'avait mis en relation avec des financiers russes, dont Poliakoff, et qui l'avait amené à choisir comme administrateur de la «Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse». Pour Otlet, c'était intéressant, car Téhéran se trouvant en zone d'influence russe, la présence de Poliakoff au sein du conseil d'administration était de nature à favoriser l'autorisation du gouvernement russe pour la création des lignes de transport. Mais pour le juif russe Poliakoff, c'était également avantageux, car la société belge constituait un paravent qui le mettait à l'abri des menées antisémites de la légation de Russie à Téhéran. Très rusé, Poliakoff avait délégué en Perse son neveu et son gendre tout en donnant l'assurance à Otlet qu'il n'était pour rien dans la présence de ces deux personnages à Téhéran ; ainsi, il pouvait être informé et agir en sous-main [18].

Quant à Edouard Denis, il avait été diplômé ingénieur à l'Université Libre de Bruxelles en 1884 et engagé par Otlet ; dès 1887, il devint inspecteur général de la «Compagnie des Tramways de Moscou et de Russie» et, la même année, il fut nommé directeur d'exploitation de la nouvelle société belge à Téhéran.

Ci-après, on verra que ses débuts furent brillants ; il lui fut reproché, après un certain temps, de trop s'occuper de ses intérêts personnels en achetant et en revendant des concessions industrielles. Finalement, Edouard Denis démissionna le 1^{er} juin 1892 [19].

Quant au baron Maximilien d'Erp, il était entré dans la carrière en 1868 et avait été en poste auprès du Saint-Siège à Rome, à La Haye et à Lisbonne. En 1890, il était nommé à Téhéran en qualité de consul général, ministre résident, donc avec les fonctions commerciales et diplomatiques. En 1892, il fut promu ministre plénipotentiaire et envoyé extraordinaire de 2^e classe, toujours à Téhéran où il résida jusqu'en 1895 [20].

Le baron d'Erp arriva à Téhéran le 14 mai 1890 à une époque où les luttes pour obtenir des concessions industrielles et commerciales battaient leur plein au milieu des intrigues de la Russie et de l'Angleterre auprès de la Cour impériale persane, alors que de petits pays comme la Hollande et la Belgique se débattaient pour obtenir une part du gâteau, parfois avec la complicité d'un des deux grands, mais il ne s'agissait jamais d'un geste gratuit et Poliakoff excellait à ce jeu-là [21].

Un autre Belge joua également un rôle non négligeable, du moins au début, pour obtenir que la concession attribuée à Boital puisse être reprise par la société que les Belges allaient fonder ; c'est le général baron de Norman signalé comme ingénieur, diplomate et haut dignitaire à la cour impériale du Shâh. C'était un membre actif du Parti du Progrès qui cherchait à moderniser le pays potentiellement riche, maintenu à l'écart de tout modernisme par l'action des mollahs et des ayatollahs qui jouissaient d'une grande influence sur les masses populaires [22].

Le Shâh-in-Shâh Nasr-ed-Dine, qui régna sur la Perse de 1848 à 1896, avait voyagé en France et en Angleterre ; il était favorable à la modernisation de son pays, mais il avait à lutter contre le clergé local ; il mourut d'ailleurs assassiné en 1896 [23].

Tels sont les personnages principaux grâce auxquels la réalisation du premier chemin de fer en Perse fut possible, mais il faut encore y ajouter les ingénieurs Guillon et Julien qui œuvraient sur le terrain.

5. L'acheminement du matériel jusqu'à la mer Caspienne

La construction de la voie ne posait pas de difficultés techniques ; le vrai problème était l'acheminement du matériel à pied-d'œuvre. Dès le 18 juillet 1887, la totalité des commandes nécessaires avait été passée dans des usines belges. Le 10 septembre suivant, l'ingénieur E. Denis, ancien inspecteur de la «Compagnie des Tramways de Moscou et de Russie», partait pour Téhéran, afin d'y exercer les fonctions de

directeur de l'exploitation de la nouvelle société. Deux tâches urgentes l'attendaient : veiller à l'acheminement du matériel expédié de Belgique jusqu'à Téhéran et assurer leur remontage et leur mise en service.

Déjà le 15 octobre 1887, trois locomotives et quinze wagons étaient expédiés depuis Anvers, soit moins de cinq mois après la passation des premières commandes. Sur place, à Téhéran, les travaux de terrassement et d'établissement de la voie battaient leur plein.

L'acheminement du matériel se faisait par mer à partir d'Anvers jusqu'à Batoum, via la Méditerranée, le détroit des Dardanelles, la mer de Marmara, le Bosphore et la mer Noire. L'ingénieur Julien, sur l'expérience et l'activité duquel on pouvait compter, fut dépêché à Batoum pour assurer les opérations de dédouanement et pour surveiller les réexpéditions par le chemin de fer transcaucasien jusqu'à Bakou, port russe sur la mer Caspienne. Déjà, une mauvaise surprise attendait la jeune société ; on avait escompté que le matériel passant en transit par la Russie serait exonéré de droits de douane. Mais les Russes ne l'entendirent pas de cette oreille et les Belges durent payer 150 000 F, comme si ce matériel demeurait en Russie.

En décembre 1887, la quatrième locomotive et vingt-et-un wagons, qui formaient le solde de la commande du matériel roulant, étaient embarqués à Anvers, à destination de Batoum. En plus des locomotives et des véhicules, le matériel de voie, l'équipement des ateliers et l'outillage représentaient plus de mille tonnes [24].

A Bakou, le matériel devait être transbordé sur les bateaux de la mer Caspienne, à destination du port persan d'Enzeli. Entre Téhéran et la côte méridionale de la mer Caspienne, il n'existait qu'une seule route qui partait de Recht, petite ville située au fond de la baie de Mourdad, dont le port était inaccessible aux bateaux de la ligne Bakou-Enzeli. Force fut donc de transborder les marchandises sur allèges pour les amener de l'entrée de la baie de Mourdad jusqu'au fond de celle-ci [25]. Depuis le 20 janvier 1888, une partie du matériel, après la traversée de la mer Caspienne, était entreposée à la rive persane [26].

6. Le transport terrestre

C'est à partir de Recht que la partie difficile de l'expédition commençait.

De cette ville à Téhéran, la route de trois cent cinquante kilomètres franchissait la chaîne montagneuse de l'Elbourz, dont le sommet le plus élevé culmine à 5465 m. La route en terre suivait, au départ, le cours de la rivière Charoud, pour escalader ensuite les flancs escarpés du massif montagneux jusqu'à des hauteurs comprises entre 1000 et 2000 m puis descendre la face méridionale de la chaîne de l'Elbourz, en empruntant le lit de torrents glacés et pénétrer, via Kazvin, dans une grande plaine au milieu de laquelle était située la capitale, Téhéran.

De Kazvin à Téhéran, la route était à peu près plane et aisément carrossable. C'était la voie qu'avait suivie Alexandre à la poursuite de Darius. Cependant, de Recht à Kazvin, la route dégénérait en un sentier, puis en une piste à peine tracée.

longeant des précipices. Elle se dégradait chaque année à la fonte des neiges, sans que les autorités persanes ne songeassent à y effectuer des réparations ou le moindre entretien [27].

Une grande partie des transports devait s'effectuer en plein hiver et, dans le climat continental, les chutes de neige étaient abondantes, surtout dans les cols. C'était imprévu d'y faire passer des locomotives et des voitures de chemin de fer.

La première firme contactée qui avait accepté de se charger du transport terrestre reconnut son impuissance et se récusa. Guillon s'adressa alors à une puissante maison anglaise possédant en Perse des représentants considérés comme compétents. Ceux-ci consentirent à peine à faire des essais à la commission, sans garantir la bonne fin de pareille entreprise. Force fut de recourir aux transports en régie.

Devant pareille situation, avec l'accord du Conseil, l'ingénieur Denis prit des mesures énergiques pour mener à bien l'acheminement du matériel entreposé à Recht. Dans la chaîne de l'Elbourz, les transports ne se faisaient usuellement qu'à dos de mulets ou à bras d'hommes ; il était exceptionnel de recourir à l'emploi de chariots du pays, qui étaient des véhicules fort primitifs, trainés par des bêtes de somme.

L'ingénieur Denis, avec le concours de Julien qu'il avait appelé à Recht, y organisa un atelier afin de réduire le poids et l'encombrement des colis en les divisant ; il acheta à Tiflis des trains d'artillerie qu'il fit transformer en chariots, ainsi que des bêtes de trait. Comme la piste empruntait le lit de torrents, il acquit et fit construire en Perse des bateaux spéciaux pour le passage des rivières, engagea des cochers et embaucha des ouvriers pour la réparation et l'entretien des sentiers et des pistes.

Grâce à l'ensemble de ces mesures, les transports se régularisèrent, et lorsque les Persans virent les Belges outillés et capables de se passer du concours des gens du pays, des offres affluèrent de toute part. Grâce à l'intelligence et à l'énergie dont les Belges avaient fait preuve, Denis put poursuivre sa tâche, allouant les transports en partie à forfait, en partie en régie [28].

Plus de mille tonnes de matériel des plus divers, comportant de nombreux colis lourds et encombrants, furent acheminés dans des conditions rudes de l'hiver, par les rivières torrentueuses gelées, et par les pistes enneigées de la chaîne de l'Elbourz. Qui dira les sacrifices, les souffrances endurées au cours de cette épopée dont le récit ne nous est, hélas, pas parvenu !

7. Inauguration et exploitation du chemin de fer sous direction belge

Au mois de juin 1888, Téhéran était en fête ; la voie de 12 km de longueur était achevée et la première locomotive à vapeur de Perse avait circulé le 31 mai 1888. On attendait les ordres du Shâh-in-Shâh Nasr-ed-Dine pour l'inauguration officielle de la ligne et l'ouverture de l'exploitation. Il avait marqué son vif intérêt pour cette réalisation en visitant à diverses reprises les travaux en cours de réalisation.

Les fêtes fastueuses furent célébrées le 25 juin 1888 et les Persans du Parti du Progrès y attachaient une grande importance, car ils considéraient ce chemin de fer comme le signe précurseur d'une modernisation de leur empire demeuré jusqu'alors excessivement traditionaliste. Ils espéraient voir s'ouvrir une ère nouvelle de progrès commercial et industriel et le prélude de la liaison de la Perse au réseau international européen. L'inauguration de la nouvelle voie fut saluée avec autant de fierté que ne l'avaient fait les Russes pour la ligne transcaspienne qui reliait dorénavant Boukharrah à Samarcande et à la Russie d'Europe.

Les Belges avaient aussi lieu d'être fiers car, malgré la distance et les conditions difficiles de transport, en une année environ, ils avaient réussi à construire un chemin de fer dont tout le matériel était d'origine belge. Cette réalisation laissait l'espérance de voir s'ouvrir de nouveaux débouchés au commerce et à l'industrie belges [29]. Tout le mérite en revenait aux trois ingénieurs belges F. Guillon, E. Denis et Julien.

Mais les lampions de la fête étaient à peine éteints que la dure réalité d'une exploitation occidentale dans un pays oriental traditionaliste apparaissait avec son cortège de misères.

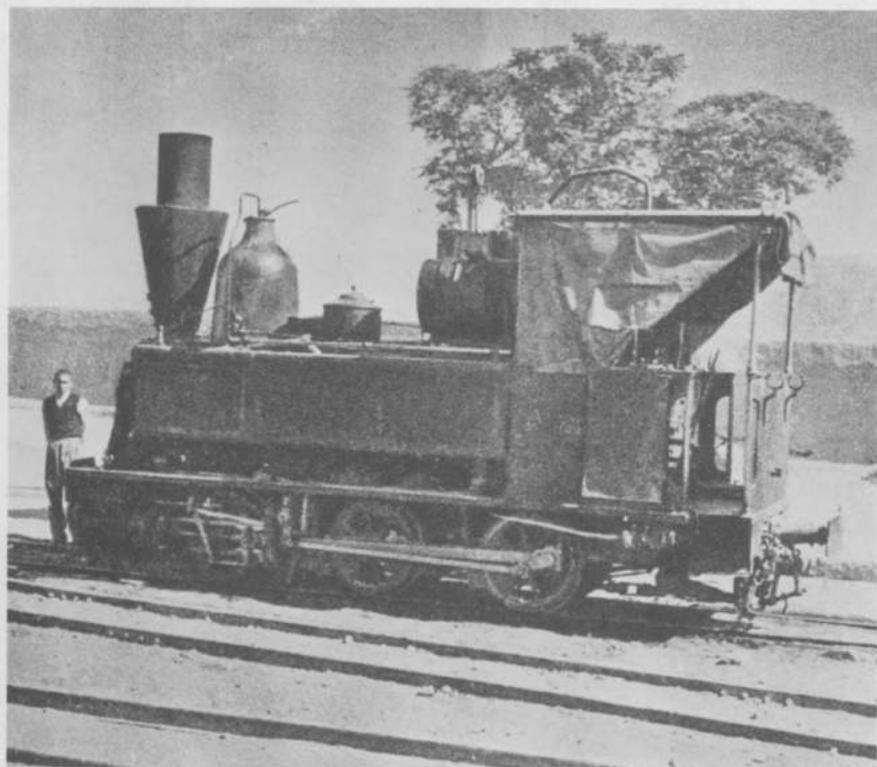


Fig. 2. — Locomotive de 1888 photographiée vers 1960.



Fig. 3. — Wagon à voyageurs en 1964.

Les autochtones n'avaient aucune idée de la conduite d'un train et se figuraient qu'on pouvait l'arrêter aussi facilement qu'une carriole attelée à des chevaux ; quelques accidents avaient déjà causé mort d'hommes et perte de bétail écrasé. Aussi, la population se montra assez rapidement hostile au nouveau mode de transport.

A l'automne 1888, lors de la fête commémorative de l'imam martyr, une foule de pèlerins se rendit à la bourgade de Châh-Abdoul-Azim. Les uns arrivaient par le chemin de fer, d'autres à pied. Malheureusement, au moment où le train entrait en gare, un piéton, qui ne faisait aucune attention, fut renversé par la locomotive et sa dépouille fut traînée jusque dans la gare. La vue du cadavre ensanglanté irrita la foule qui s'en prit au mécanicien européen ; ce dernier, pour se défendre, tira un coup de

revolver vers le public, qui se jeta sur lui pour le lyncher. La police intervint et réussit difficilement à le sauver. La gare fut saccagée et le mobilier mis en pièce ; la caisse, avec son contenu de 2000 F, disparut et cinq wagons à marchandises furent incendiés. Aucun voyageur ne fut molesté ; ils étaient d'ailleurs tous persans et musulmans, comme les émeutiers.

D'après le Ministre de Belgique à Saint-Petersbourg, une gazette allemande rapporta que la compagnie aurait demandé une indemnité de 90 000 roubles pour ces faits. Elle en aurait obtenu 16 000 et le privilège exclusif d'ouvrir à Téhéran une fabrique d'allumettes chimiques. C'était s'engager une première fois dans une voie dangereuse [30].

8. Les malheurs de l'exploitation

Le baron d'Erp, premier ministre de Belgique arrivé à Téhéran le 14 mai 1890, voyait en Perse l'occasion de nombreux débouchés pour la Belgique. Déjà avant son arrivée, Otlet et Guillon avaient accordé une confiance excessive en leurs dirigeants. Ainsi le firman délivrant la concession à la « Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse » avait été établi en deux langues, le français et le persan, seul le texte persan faisant foi. Personne n'avait pris la précaution de faire vérifier la conformité de la version avec le texte original. Or, l'original prévoyait des tramways à traction chevaline, alors que les Belges avaient escompté la livraison de matériel conçu pour la traction à vapeur pour les lignes de tramways à créer dans la ville de Téhéran ; on dut donc se contenter de tramways à traction chevaline [31].

Malgré cela, les accidents étaient nombreux à cause de l'indiscipline des Téhéranis. De plus, les vols étaient fréquents ; par exemple, en 1890, un vol de 150 t de charbon au dépôt de Téhéran, ou bien la recette du wattman enlevée par un policier. Cela allait même jusqu'à l'enlèvement des attelages parce qu'un réverbère avait été accroché et brisé.

En plus des accidents, il y avait des sabotages, par exemple, boucher les canaux d'écoulement des eaux le long de la voie.

Comme le gouvernement persan ne faisait rien pour mettre fin à ces vandalismes, le baron d'Erp s'érigea en juge d'instruction, en juge de paix, procéda lui-même aux arrestations pour conduire chez le vice-gouverneur les délinquants, en vue de les mettre en prison. Parfois, après quelques jours, le baron d'Erp convoquait un prisonnier pour le remettre en liberté. Le ministre de Belgique reconnaissait que c'était de l'arbitraire mais, disait-il, en Perse, on ne peut agir autrement à cause de l'inertie du gouvernement [32].

De son côté, l'ingénieur Denis se multipliait pour améliorer l'exploitation ; il proposa de créer des égouts pour évacuer l'eau et éviter de faire circuler les tramways dans un borborygme ; les Téhéranis s'y opposèrent. Plus fort, les Persans reprochaient à Denis d'avoir utilisé des rails à bourrelets, type chemin de fer, alors que les ennuis de circulation de leurs véhicules provenaient du pavage défectueux, si pas de

l'absence de pavage. Il fallut renoncer à installer le téléphone, car les vandales volaient les poteaux et les fils de cuivre. Les chameliers s'en prirent à leur concurrent, le tramway, qui n'était pas protégé par l'autorité. On molestait les conducteurs et on volait des chevaux impunément.

Pour augmenter la sécurité, l'ingénieur Denis équipa les voitures d'un chasse-corps et d'une cloche ; en certains points du parcours, un piqueur à cheval précédait le convoi sonnant de la trompette ou agitant un drapeau rouge pour faire écarter les passants [33].

Malgré tous ces avatars, le baron d'Erp continuait à accorder la plus grande confiance dans la Perse pour l'expansion belge. En 1890, l'ingénieur Guillon escomptait obtenir pour les Belges, qui avaient déployé de si grands efforts pour établir le premier chemin de fer, la concession d'une ligne de Recht au golfe Persique. Il espérait que ni les Russes, ni les Anglais ne s'opposeraient à cette ligne transpersane [34].

9. Espoirs et désillusions

En 1890, Otlet voyait grand et très grand. L'ingénieur Denis avait rencontré à Téhéran le ministre d'Angleterre, Sir Drummond-Wolff, qui lui avait exposé un plan grandiose de création de lignes de chemin de fer en Perse, à faire construire par un petit pays neutre, par exemple, la Belgique ou les États-Unis d'Amérique, qui en assurerait ensuite l'exploitation sous le contrôle de la Russie et de l'Angleterre. Lorsque l'affaire serait sur le point de se conclure, Otlet devait se rendre à Téhéran [35]. Cependant, ce dernier fit savoir à Denis que le voyage à Téhéran ne le tentait guère, mais il y avait l'appât de construire et d'exploiter cinq mille kilomètres de chemin de fer à deux cent mille francs le kilomètre, soit un milliard de francs ou vingt-cinq millions de livres sterling. Pour se lancer dans cette aventure, il fallait que le gouvernement de la Perse assure un intérêt de 3% avec garantie collective de la Russie et de l'Angleterre. Otlet estimait le projet du ministre d'Angleterre bien pensé et séduisant, mais il supposait une entente préalable des deux grands pays rivaux en faveur de la société belge [36].

Il semble toutefois pris d'un doute au sujet de la confiance qu'il pouvait mettre en son associé Poliakoff, car il savait que son neveu se trouvait à Téhéran négociant diverses concessions et il demanda au banquier russe s'il n'était pas sur la même affaire [37].

Sans méfiance, semble-t-il, Otlet poursuivit cette affaire dont il entretint un certain major Talbot et, du côté russe, le conseil chargé de Kilianski des négociations. Ce dernier avait recueilli les renseignements suivants :

- 1) Le succès n'était pas assuré de pouvoir constituer un consortium pour obtenir la construction ou l'exploitation du réseau persan ;
- 2) Les Russes voulaient que la ligne en direction du golfe Persique parte de Djoulfa, au sud de Tiflis, et non d'Enzeli, avec embranchement vers Téhéran ;

- 3) Pour obtenir l'adhésion du gouvernement russe et satisfaire les intérêts diplomatiques de la Perse et de l'Angleterre, le gouvernement persan devait accepter la combinaison proposée par Otlet, sous réserve de demander l'autorisation du gouvernement russe, en vertu du traité qui les liait.

Cette demande d'autorisation devait être appuyée par les Anglais, car cette adhésion était essentielle pour réussir auprès du gouvernement russe. La garantie demandée à la Perse paraissait nécessaire pour obtenir celle des Anglais et des Russes.

Otlet demandait à Denis de communiquer ces idées à Sir Drummond-Wolff, afin de s'assurer si les négociations devaient être poursuivies en Russie [38].

Il prévint Poliakoff qu'il avait informé le Conseil de son désir de voir reformer à Téhéran le comité administratif et d'y désigner son fondé de pouvoir en Perse, qui s'occupait du monopole des allumettes ; la décision n'avait pu être prise en l'absence de Guillon [39].

Otlet semblait toujours accorder une confiance assez naïve au banquier russe dont le neveu suivait vraisemblablement toutes les négociations pour l'obtention des concessions en faveur de la société belge dans le but d'en informer Poliakoff. En effet, la même année, les Russes s'étaient fait accorder pour dix ans le monopole des concessions des chemins de fer en Perse. Le 7 décembre 1891, le ministre de Russie à Téhéran, M. de Bétiou, faisait savoir qu'il s'opposait au prolongement du chemin de fer de Téhéran à Châh-Abdoul-Azim, tant en direction de Kazvin que de Qom ; ceci mettait fin aux espoirs d'Otlet et de Guillon [40].

Il est probable que de Bétiou était au courant des intentions des Belges car, dans le post-scriptum de sa lettre du 26 mai 1890, le baron d'Erp demandait de faire parvenir le courrier par une ligne française ou anglaise, presque tout le courrier qui transitait par la Russie étant ouvert [41].

Cependant, le baron d'Erp espérait toujours augmenter les intérêts belges en Perse. Comme l'autorité de l'État ne s'exerçait toujours pas pour faire respecter les règlements de police à Téhéran et que des plaintes nombreuses étaient déposées contre la société belge, alors que les incidents provenaient de l'indiscipline des Téhéranis, le baron d'Erp alla jusqu'à proposer l'établissement d'une municipalité belge à Téhéran, ce qui fut évidemment refusé. Dans sa candeur, le baron d'Erp avait escompté par ce moyen procurer du travail à de nombreux ingénieurs belges [42].

Pourtant, il aurait dû se rendre compte des aléas que couraient les firmes étrangères dans un pays où le Parti du Progrès se heurtait à un refus de modernisation de la masse excitée par le fanatisme du clergé local.

Pour protéger le matériel belge, on en arriva à devoir embarquer, en décembre 1891, cinq policiers par voiture à voyageurs et, le 5 janvier 1892, il y eut de graves troubles à Téhéran ; la gare du chemin de fer avait été attaquée par la foule menée par un soi-disant prophète. Il y eut pour 6500 F de dégâts et la circulation des trains dut être arrêtée pendant une journée entière [43].

Le 1^{er} juin 1892, le baron d'Erp écrivait que la «Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse» était mal administrée. Denis venait de donner sa démission le jour même, car il était trop occupé par de nombreuses autres charges et il fut remplacé temporairement par un ancien officier de cavalerie du nom de Valcke [44]. La société était mal engagée financièrement, car Denis avait fait des emprunts à court terme auprès de la Banque Russe ; malgré tous ses efforts, Valcke n'arrivait pas à effectuer les remboursements. De plus, la société ne comptait plus que trois employés belges [45].

Beaucoup d'affaires avaient été emmanchées en Perse à la légère ou bien elles étaient mal exploitées. Dans une étude, Madame A. Destrée cite, notamment, l'exemple de la «Société Anonyme des Verreries Nationales» fondée le 11 août 1893 avec des capitaux belges sur la foi des rapports optimistes du baron d'Erp. D'abord le monopole de la concession pour la construction d'une verrerie fut détenu par un particulier, Edouard Denis, qui le revendit à des industriels belges. Cette verrerie avait été créée dans les environs de Téhéran pour la production de verres plats, sans qu'une enquête préalable n'ait été menée sur l'espérance de vente ; or, celle-ci était faible car, dans leurs constructions, rares étaient les Persans qui utilisaient le verre à vitre. Une seule réserve dans le rapport du baron d'Erp ; le charbon était rare et cher.

Lorsqu'on passa à l'exploitation de la verrerie en mai 1895, il s'avéra, après quelques mois, que la qualité de la pierre réfractaire était mauvaise et que la soude et le quartz étaient médiocres. De plus, la production de la verrerie dut être arrêtée en hiver, car la mine de charbon était située dans la montagne aux environs de Téhéran et que les voies d'accès, à cette époque de l'année, étaient enneigées et impraticables. Les rapports du baron d'Erp pouvaient-ils être objectifs lorsqu'on apprend que lui-même avait souscrit une importante participation dans cette entreprise qui dut être liquidée après avoir consommé son capital [46].

10. La russification de la «Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse»

Un autre malheur avait accablé la «Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse». Depuis la mi-août 1892, l'exploitation avait dû être arrêtée par suite du choléra qui régnait à Téhéran, et Garnier, chef d'atelier belge, en était mort [47].

Le bruit courait dans la capitale de la Perse que le chemin de fer et les tramways seraient repris par les Russes, alors que Guillon arrivait en décembre 1892, avec de nombreux employés belges [48]. Rien d'étonnant aux bruits qui circulaient, car la Russie avait obtenu le monopole des concessions de chemins de fer en échange d'un emprunt important dont avait besoin la Perse pour éviter la banqueroute. Comme il aurait fallu de l'argent pour la remise en ordre du chemin de fer et des tramways, et qu'Otlet ne pouvait en avancer à cette époque, c'est Poliakov qui intervint.

Le 30 avril 1893, il plaçait comme directeur de la société un ingénieur russe, Bostelman, qui exerçait déjà les fonctions d'ingénieur en chef de la construction de la route reliant Téhéran à Recht, dont la concession avait été obtenue par l'astucieux Poliakoff, sans que l'Angleterre ne s'y oppose.

Mais Bostelman n'arrivait pas seul ; il avait aussi amené avec lui des ouvriers polonais dont le salaire était seulement le quart de celui des Belges. En fait, sous la direction de Bostelman, la société demeurait officiellement belge, bien que Poliakoff s'était fait attribuer la haute main sur celle-ci en échange d'une somme de 300 000 F avancée pour la remise en ordre du chemin de fer. Cela arrangeait bien Poliakoff qui restait ainsi à l'abri des menées antisémites de la légation russe à Téhéran.

Les débuts de Bostelman furent des plus prometteurs. Lors de son passage par la Belgique avant de se rendre à Téhéran, il avait commandé cinquante-deux locomotives à la Société Cockerill et aux Ateliers de Tubize pour la « Société des Chemins de fer de l'Oural » ; en outre, il passa commande de matériel divers pour les ateliers du chemin de fer à Téhéran [49].

Dix mois après son arrivée, il avait monté sur place une fonderie qu'il avait commandée en Europe et il avait animé les ateliers du chemin de fer qu'on avait laissé à l'abandon et dont on n'avait tiré aucun parti. Si la voie était en si mauvais état, c'était dû à l'incurie de ses prédécesseurs qui avaient laissé les ateliers en veilleuse. Moins d'un an après son arrivée, Bostelman avait déjà un carnet de commande de dix mois pour la fonderie et il ne demandait pas mieux que de s'entendre avec d'autres firmes, dont les Belges avaient obtenu la concession, telles la sucrerie et la société du gaz, pour leur livrer les grosses pièces de tuyauterie ou autres dont l'acheminement sur place était onéreux et hasardeux. Les bénéfices de l'atelier couvraient déjà les dépenses d'entretien du chemin de fer et des tramways [50].

Un nouvel espoir apparut en 1893, lorsque les Belges obtinrent la concession de l'exploitation de carrières proches de Téhéran, ainsi que la découverte de charbon de terre le long de la voie du chemin de fer à 4 km de Téhéran. Les transports qui en auraient résulté auraient permis de redresser la situation du chemin de fer, grâce à l'augmentation du trafic. D'autre part, le prix du charbon rendu à Téhéran aurait diminué de 75%. L'exploitation économique de la mine aurait exigé le prolongement de la voie de 1400 m, mais l'autorisation ne vint jamais [51].

Le Shah était d'ailleurs extrêmement mécontent de voir la direction de l'exploitation de la « Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse » entièrement entre les mains des Russes et il le fit savoir au baron d'Erp [52]. Malgré cela, ce dernier croyait que la découverte du charbon allait rétablir la situation du chemin de fer, constituer le salut de la société du gaz et hâter la formation de la sucrerie. Il écrivait : « Je n'ai été guidé que par un seul mobile : le charbon à bon marché pour tous, Persans et Européens, et satisfaire les intérêts de tous » [53].

L'histoire de la concession des carrières illustre la façon dont étaient traitées les affaires à Téhéran.

Déjà en 1891, Denis, tout en étant directeur de la «Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse», à l'insu d'Otlet, devint administrateur délégué de la «Société Russe de Commerce et d'Industrie» et, à ce titre, achetait des concessions, parfois pour son propre compte, et les revendait.

Le directeur russe de cette société, M. Merliness, avait discuté en 1893, le problème des carrières de pierre à chaux, de plâtre, de pierre de taille, de marbre et d'ardoise, au total, vingt-huit carrières, avec Guillon, Denis et le baron d'Erp ; il y avait en outre dans la montagne à 35 km de Téhéran, une mine de charbon dont l'exploitation, pensait-on, devait sauver la situation précaire du chemin de fer [54].

Le 18 novembre 1894, la concession de l'exploitation des carrières des environs de Téhéran fut rétrocédée par la société russe à la société belge ; ceci comportait l'établissement de 35 km de voie pour lesquelles les Belges ne reçurent jamais l'autorisation. Cet apport fut payé au moyen d'un million en actions et de cinq cent mille francs en obligations, un prix jugé trop élevé ; ainsi, la société russe, ou plutôt Poliakoff, devenait le plus fort actionnaire de la société belge [55].

Cette situation était d'autant plus invraisemblable qu'à l'origine, Denis détenait la concession des carrières à titre personnel avant de la céder à la société russe. L'intervention du baron d'Erp auprès du ministre des Affaires étrangères en faveur de Denis est assez incroyable ; il demandait qu'on mette opposition auprès de la société belge pour les sommes dues à Denis par la société russe qui n'avait pas honoré ses obligations envers l'ingénieur belge [56]. Bostelman, en sa qualité de directeur de la société belge, s'adressa à la légation de Belgique pour qu'on lui livre les carrières. Mais à cette époque, d'Erp étant absent de Téhéran, c'est le consul Henin qui assurait l'interim. Le consul fit savoir que, depuis deux ans, Denis achetait des concessions à divers propriétaires persans, agissant pour le compte de la «Société Russe de Commerce et d'Industrie». Cette dernière avait accepté les titres de propriété avec tous les risques que cela comportait. Lorsque Guillon les avait acquis, le 18 novembre 1893, pour compte de la société belge, il aurait dû, au préalable, s'assurer de l'existence des carrières. Denis affirmait que les carrières existaient réellement mais que, par suite de travaux, leurs limites auraient pu être modifiées depuis deux ans. La légation de Belgique n'avait qu'à vérifier l'authenticité des titres, ce qui était le cas ; si la société belge les avait achetés, sans autre vérification, elle n'avait qu'à s'en prendre à elle-même [57].

La société belge était négligée par Bostelman et le rapport de 1893 laissait apparaître un déficit de 143 619 F ; on avait, notamment, porté en compte une somme de 91 443,5 F pour indemniser les victimes du choléra. En réalité, cette somme avait servi à faire venir des ouvriers russes qui, pour la plupart, retournèrent chez eux, car la vie à Téhéran ne correspondait pas à ce qu'on leur avait promis. On en était arrivé au point que le baron d'Erp estimait qu'il aurait mieux valu déclarer la faillite de la société belge. Bostelman n'informait pas exactement ses mandants et l'atelier, sur lequel on comptait pour améliorer la situation financière, travaillait à activité très réduite, car la plupart des agents étaient rentrés chez eux [58].

En août 1894, le gâchis était devenu complet. Bostelman était en congé et Charters, son remplaçant, ne jouissait d'aucune autorité ; les ouvriers russes télégraphiaient directement à Bostelman sur compte de la société. Charters voulait quitter Téhéran avant le retour de Bostelman et le comptable venait de démissionner [59].

Finalement, le 1^{er} août 1895, la direction de la « Société Anonyme de Chemins de fer et de Tramways en Perse » fut officiellement transférée de Bruxelles à Moscou. Les derniers employés belges furent remerciés, la correspondance se fit en russe et l'exploitation reçut tous ses ordres de Poliakoff, bien que, officiellement, la société demeurât belge [60].

Comment avait-on pu en arriver à pareille situation ? Il apparaît qu'après l'établissement du chemin de fer de Téhéran à Châh-Abdoul-Azim, Denis avait accepté, sans l'autorisation de ses mandants, des charges ne lui permettant plus de se consacrer avec toute l'attention voulue à la direction de l'exploitation du chemin de fer et des tramways.

Après l'arrivée du baron d'Erp, ce dernier ne fit rien pour exhorter Denis à se consacrer uniquement à la tâche pour laquelle il avait été envoyé en Perse. Au lieu de conseiller à Denis de se soumettre aux injonctions d'Otlet, au contraire, il le défendit. En décembre 1891, quelques mois après son arrivée, il écrivait au ministre des Affaires étrangères :

On reproche à Denis d'être administrateur de la Société du gaz. Denis est jeune, intelligent et travailleur. La rétribution qu'on lui accorde au chemin de fer est convenable sans plus. Lorsqu'on vient en Perse pour plusieurs années, c'est pour la quitter plus riche qu'à l'arrivée. C'est pourquoi Denis, tout en accomplissant sa tâche de directeur du chemin de fer, obtient du gouvernement persan des concessions, un peu grâce à la Légation du Roi, et elles sont reprises par un syndicat belge. C'est le cas de la Société du gaz, où il peut être très utile. C'est le grief de la société du Chemin de fer contre Denis ; elle vient de le mettre en demeure de démissionner ou du Chemin de fer ou de la Société du Gaz.

Ne pourrait-on faire de Denis l'administrateur délégué du Chemin de fer où on nommerait un gérant et Denis s'occuperait des affaires du syndicat Balzer-Brugmann ?

Denis, comme administrateur délégué du chemin de fer pourrait encore lui rendre de bons services [61].

Ainsi, l'appât du gain de Denis, la confiance démesurée du baron d'Erp dans l'expansion belge en Perse et son appui aux combinaisons de Denis, la naïveté du banquier Otlet et la roublardise de Poliakoff eurent rapidement raison d'une affaire qu'il était difficile de faire survivre. Le grand bénéficiaire de cette entreprise fut le banquier russe Poliakoff qui la maintint en vie, car elle lui était utile pour ses autres combinaisons échafaudées en Perse.

NOTES ET RÉFÉRENCES

- [1] Notice sur l'histoire de Perse, *in* : Dictionnaire encyclopédique Quillet, Paris, 1969, p. 3519.
- [2] LEMAIRE DE WARZEE D'HERMALE à Davignon, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 16 juin 1911.
- [3] Carte dressée à partir de [2].
- [4] D'ERP au Prince de Chimay, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 10 déc. 1891. Cette lettre donne le résumé d'un entretien du ministre de Russie à la cour du Shah.
- [5] Rapport de l'assemblée générale du 4 juin 1888 de la «S.A. de Chemins de fer et de tramways en Perse», p. 7.
- [6] *Ibid.*, p. 4.
- [7] *Ibid.*, p. 4.
- [8] *Ibid.*, p. 8.
- [9] *Ibid.*, p. 4. Le premier chemin de fer en Perse, *L'Étoile belge* (Bruxelles), 7 juin 1898, p. 8.
- [10] Rapport de l'assemblée générale du 4 juin 1888, *op. cit.*, p. 7.
- [11] Le premier chemin de fer en Perse, *op. cit.*, p. 7.
- [12] GREINER à d'Erp, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Seraing, 25 juin 1894.
- [13] DUMOULIN, M., 1977. Les premières années de la présence belge en Perse, *Rev. belge Hist. cont.* (Gand), 8 (1-2) : 3.
- [14] OTLET, E. à Poliakoff, L., Archives générales du Royaume, Papiers Otlet, liasse 4, *s.l.*, 4 août 1889.
- [15] OTLET, E. à Boital, E., Archives générales du Royaume, Papiers Otlet, liasse 5, Bruxelles, 31 mai 1888.
- [16] DUMOULIN, M., 1977. *Op. cit.*, p. 5.
- [17] D'ERP, M. au Comte de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, note du 24 novembre 1893.
- [18] DUMOULIN, M. 1977. *Op. cit.*, pp. 6-7 ; voir aussi Archives Ministère Affaires étrangères, dossier 2889/II, note du 30 avril 1893.
- [19] OTLET, E. à Poliakoff, L., Archives générales du Royaume, Papiers Otlet, liasse 70, *s.l.*, 4 sept. 1890.
- [20] DUMOULIN, M. 1978. d'Erp (Maximilien, baron). — *Biogr. nat.* (Bruxelles), t. 12, col. 240-243.
- [21] DUMOULIN, M. 1977. *Op. cit.*, pp. 17-23.
- [22] DUMOULIN, M. 1977. *Op. cit.*, p. 14.
- [23] Nasr-ed-Dine, *in* : Dictionnaire encyclopédique. Quillet, *op. cit.*, p. 4526.
- [24] Rapport de l'assemblée générale du 4 juin 1888, *op. cit.*, pp. 4-6.
- [25] Le premier chemin de fer en Perse, *op. cit.*, p. 7.
- [26] Rapport de l'assemblée générale du 4 juin 1888, *op. cit.*, p. 5.
- [27] Le premier chemin de fer en Perse, *op. cit.*, p. 7.
- [28] Rapport de l'assemblée générale de 4 juin 1888, *op. cit.*, p. 5.
- [29] Le premier Chemin de fer en Perse, *op. cit.*, p. 7.

- [30] Asie, *L'Étoile belge* (Bruxelles), *s.d.*, (probablement en 1890), extrait de «Nouveaux temps».
- [31] DESTREE, A., *s.d.*, Quelques tentatives d'implantations industrielles et commerciales belges en Perse dans les dernières années du XIX^e siècle, doc. stencilé, Bruxelles, pp. 10-13 ; ... (?) à Davignon, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 11 février 1909, avec, en annexe, la copie certifiée conforme de la concession accordée à F. Boital.
- [32] D'ERP, M. au Prince de Chimay, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 8 décembre 1890.
- [33] DENIS, E. à d'Erp, M. : rapport concernant les tramways de Téhéran, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 11 décembre 1890.
- [34] D'ERP, M. au Prince de Chimay, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran 26 mai 1890 ; GUILLON, F. au Prince de Chimay, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Bruxelles, 28 juillet 1890.
- [35] OTLET, E. à Poliakoff, L., Archives générales du Royaume, Papiers Otlet, liasse 6, Nice, 28 janvier 1890.
- [36] OTLET, E., à Denis, E., Archives générales du Royaume, Papiers Otlet, liasse 6, Nice, 28 janvier 1890.
- [37] OTLET, E. à Poliakoff, L., Archives générales du Royaume, Papiers Otlet, liasse 6, Nice, 28 janvier 1890.
- [38] OTLET, E. à Denis, E., Archives générales du Royaume, papiers Otlet, liasse 70, *s.l.*, 28 mai 1890.
- [39] OTLET, E. à Poliakoff, L., Archives générales du Royaume, Papiers Otlet, liasse 70, *s.l.*, 4 septembre 1890.
- [40] DE BETIOU à Guillon, F., Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, *s.d.*
- [41] D'ERP, M. au Prince de Chimay, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 26 mai 1890.
- [42] D'ERP, M. au Prince de Chimay, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 9 décembre 1890.
- [43] D'ERP, M. au Prince de Chimay, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran 27 décembre 1890 et 5 janvier 1892.
- [44] D'ERP, M. à Beernaert, A., Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 1^{er} juin 1892.
- [45] D'ERP, M. à Beernaert, A., Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 23 juillet 1892.
- [46] DESTREE, A., *s.d.*, *op. cit.*, pp. 3-10.
- [47] D'ERP, M. à Balsler, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 2 septembre 1892.
- [48] D'ERP, M. à Beernaert, A., Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, 11 novembre 1892.
- [49] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/III, 30 avril 1893.
- [50] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, les 1^{er} et 24 novembre 1893 et dossier 2889/III, Téhéran, 15 septembre 1893.

- [51] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 15 et 23 septembre 1893.
- [52] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, tel. de Téhéran, 25 mai 1893.
- [53] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, 22 novembre 1893.
- [54] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 28 novembre 1893.
- [55] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 27 novembre 1893.
- [56] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, télégramme de Téhéran, 28 novembre 1893.
- [57] HENIN à Bostelman, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 13 janvier 1894 ; HENIN au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 21 janvier 1894.
- [58] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 7 juin 1894.
- [59] D'ERP, M. au Prince de Mérode Westerloo, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 15 août 1894.
- [60] D'ERP, M. à Beernaert, A., Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 18 février 1902.
- [61] D'ERP, M. au Prince de Chimay, Archives Ministère des Affaires étrangères, dossier 2889/II, Téhéran, 21 décembre 1891.

INHOUDSTAFEL – TABLE DES MATIÈRES

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen Classe des Sciences morales et politiques

Zitting van 15 april 1986/Séance du 15 avril 1986	292 ; 293
J. DELEU. — De «primitieve» denkbeelden in de oude jainaleer	297
J. RYCKMANS. — Aux origines de l'alphabet	311
Zitting van 20 mei 1986/Séance du 20 mai 1986	334 ; 335
C. SCHYNS. — Présentation de l'ouvrage de L. Croegaert : «Premières Afriques — Histoire et découvertes d'un continent»	339
Zitting van 17 juni 1986/Séance du 17 juin 1986	342 ; 343
V. Y. MUDIMBE. — Placide Tempels and African Philosophy	349

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen Classe des Sciences naturelles et médicales

Zitting van 22 april 1986/Séance du 22 avril 1986	364 ; 365
S. TOURÉ & C. H. HOSTE. — Bétail trypanotolérant et trypanotolérance. Revue des connaissances	369
Zitting van 27 mei 1986/Séance du 27 mai 1986	412 ; 413
J.-P. GOSSE. — Présentation du CLOFFA (Catalogue des poissons d'eau douce d'Afrique)	417
Zitting van 24 juni 1986/Séance du 24 juin 1986	422 ; 423
J. BOUHARMONT. — Applications de la biotechnologie aux plantes : perspectives et limites	429
P. RAUCQ. — Prospections au Congo (Haut-Zaïre) autour de 1910	439
M. LECHAT. — La lèpre dans le Tiers Monde	459

Klasse voor Technische Wetenschappen Classe des Sciences techniques

Zitting van 25 april 1986/Séance du 25 avril 1986	470 ; 471
Zitting van 30 mei 1986/Séance du 30 mai 1986	474 ; 475
R. SOKAL. — Une étude de micro-centrales hydroélectriques au Togo et au Bénin ...	479
Zitting van 27 juni 1986/Séance du 27 juin 1986	498 ; 499
R. SNOEYS. — The role of non-conventional machining methods in mechanical manufacturing	503
A. LEDERER. — Le premier chemin de fer en Perse	527

CONTENTS

Section of Moral and Political Sciences

Meeting held on 15 April 1986	292
J. DELEU. — The "primitive" conceptions in the ancient doctrine of jainism	297
J. RYCKMANS. — At the origin of the alphabet	311
Meeting held on 20 May 1986	334
C. SCHYNS. — Presentation of L. Croegaert's work : «Premières Afriques — Histoire et découvertes d'un continent»	339
Meeting held on 17 June 1986	342
V. Y. MUDIMBE. — Placide Tempels and African Philosophy	349

Section of Natural and Medical Sciences

Meeting held on 22 April 1986	364
S. TOURE & C. H. HOSTE. — Trypanotolerant livestock and trypanotolerance. A review of present knowledge	369
Meeting held on 27 May 1986	412
J.-P. GOSSE. — Presentation of the CLOFFA (Check-list of the freshwater fishes of Africa)	417
Meeting held on 24 June 1986	422
J. BOUHARMONT. — Applications of biotechnology to plants : prospects and limitations	429
P. RAUCQ. — Prospecting in the Congo (Upper Zaire) about 1910	439
M. LECHAT. — Leprosy in the Third World	459

Section of Technical Sciences

Meeting held on 25 April 1986	470
Meeting held on 30 May 1986	474
R. SOKAL. — A study of hydraulic micro-power stations in Togo and Benin	479
Meeting held on 27 June 1986	498
R. SNOEYS. — The role of non-conventional machining methods in mechanical manufacturing	503
A. LEDERER. — The first railway in Persia	527