

**MALNUTRITION
DU
TIERS MONDE**

**MALNUTRITIE
VAN DE
DERDE WERELD**

SYMPOSIUM

Bruxelles, 11 décembre 1981

Brussel, 11 december 1981

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

**KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN**

1983

**MALNUTRITION
DU
TIERS MONDE**

**MALNUTRITIE
VAN DE
DERDE WERELD**

SYMPOSIUM

Bruxelles, 11 décembre 1981

Brussel, 11 december 1981

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

**KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN**

1983

ACADÉMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

Rue Defacqz 1
B-1050 Bruxelles (Belgique)
Tél. : (02)538.02.11
C.C.P. : 000-0024401-54,
Bruxelles

Publié avec l'aide
financière du Ministère
de l'Éducation Nationale
et de la Culture Française

et du Fonds National
de la Recherche
Scientifique

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN

Defacqzstraat 1
B-1050 Brussel (België)
Tel. : (02)538.02.11
Postrekening : 000-0024401-54,
Brussel

Uitgegeven met de financiële
steun van het Ministerie van
Nationale Opvoeding en
Nederlandse Cultuur

en van het Nationaal Fonds
voor Wetenschappelijk
Onderzoek

TABLE DES MATIÈRES

INHOUDSTAFEL

Avant-propos – Voorwoord	5
J.-M. HENRY, Ouverture du Symposium – Opening van het Symposium	7
J.-P. HARROY, Introduction au thème	9
H. L. VIS, Voedingsproblematiek van de Derde Wereld	13
D. THIENPONT, L'influence des parasitoses humaines et animales sur la production alimentaire	24
C. SYS, Aktuele en potentiële produktiviteit van tropische bodems	39
J. DECELLE, Protection des cultures vivrières et des denrées emmagasinées	55
J. HARDOUIN, Possibilités actuelles dans la recherche de sources différentes d'alimentation	65
R. DUDAL, Het internationaal landbouwkundig onderzoek in de strijd tegen de honger	78

AVANT-PROPOS

A l'initiative de sa Classe des Sciences naturelles et médicales, l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer a organisé un Symposium sur le thème «Malnutrition du Tiers Monde».

La préparation en a été assurée conjointement par le Comité du Cinquantenaire présidé par M. R. Vanbreuseghem et le Comité du Symposium 1981 présidé par M. J.-M. Henry.

Le symposium s'est tenu le 11 décembre 1981 au Palais des Académies à Bruxelles et y a rassemblé de nombreux participants.

L'organisation de ce Symposium a été subventionnée par le Ministère de l'Éducation Nationale et le «Ministerie van Nationale Opvoeding», ainsi que par le Fonds National de la Recherche Scientifique. L'Académie leur en est vivement reconnaissante.

VOORWOORD

Op initiatief van haar Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen heeft de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen een Symposium ingericht met als thema "Malnutritie van de Derde Wereld".

De voorbereiding ervan werd gemeenschappelijk verzekerd door het Comité van het Vijftigjarig Bestaan voorgezeten door de H. R. Vanbreuseghem en het Comité van het Symposium 1981 voorgezeten door de H. J.-M. Henry.

Het Symposium werd gehouden op 11 december 1981 in het Paleis der Academiën te Brussel en talrijke deelnemers waren aanwezig.

De organisatie van dit Symposium gebeurde met de financiële steun van het Ministerie van Nationale Opvoeding en van het "Ministère de l'Éducation Nationale", alsook van het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek. De Academie is er hen bijzonder dankbaar voor.

OUVERTURE DU SYMPOSIUM OPENING VAN HET SYMPOSIUM

PAR

DOOR

J.-M. HENRY *

Président du Symposium – Voorzitter van het Symposium

Mesdames et Messieurs, chers Confrères,
Dames en Heren, waarde Confraters,

Avant tout, je m'acquitterai d'un bien agréable devoir : celui de vous accueillir au nom de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, au nom de la Classe des Sciences naturelles et médicales et du Comité du Symposium.

Je suis personnellement heureux de souhaiter la bienvenue à tous les participants. Je me permettrai toutefois de saluer plus spécialement MM. les représentants du Corps diplomatique, MM. les représentants des Ministres, M. le Gouverneur Général, de H. Gouverneur-Generaal, MM. les Recteurs ou représentants des Universités, des Facultés des sciences agronomiques, MM. les représentants des Académies royales de Belgique, MM. les représentants de la C.E.E., et le Docteur Ingénieur Dudal, Directeur de la Division de la mise en valeur des Terres et des Eaux de la FAO. En passant, je me réjouis de la présence de nombreux ressortissants des pays d'Outre-Mer qui poursuivent leurs études dans notre pays. À n'en pas douter, ils apporteront à nos débats des éléments réalistes et constructifs.

La mise en route du présent Symposium doit beaucoup au Professeur C. Donis qui en fut le Président fondateur, ainsi qu'au Directeur en exercice de la Classe des Sciences naturelles et médicales, le Professeur E. Bernard, qui n'a ménagé ni conseils ni temps ni prestations pour assurer le succès de cette journée. Qu'ils en soient vivement remerciés.

* Associé de l'Académie : Avenue Marcel Coppijn 23, B-1900 Overijse (Belgique).

Mesdames, Messieurs,

Votre présence est un encouragement pour les promoteurs, certes, mais surtout pour les huit spécialistes qui ont bien voulu assumer les charges essentielles de cette rencontre : l'Introduction au Thème, les exposés de grande valeur scientifique et la conduite du Panel. En leur nom, je vous remercie de manifester ainsi votre estime pour les efforts constants qu'ils déploient pour la résorption de la situation aussi tragique que paradoxale qui nous hante tous jusqu'à l'obsession.

Le côté tragique, vous le connaissez. Les mass-media vous le rappellent presque chaque jour. Il n'y a guère, le manifeste des 54 «Prix Nobel» l'a évoqué solennellement.

L'aspect paradoxal, moins apparent, est peut-être plus inquiétant. Il revêt d'ailleurs plusieurs volets. Je n'en évoquerais que les principaux : paradoxe du bilan global négatif de la lutte contre la malnutrition en dépit de la multiplication des dévouements et de l'accroissement des aides techniques et financières ; paradoxe aussi de l'imperfection relative de théorie stratégique du combat pacifique contre ce fléau face aux rigoureux perfectionnements des stratégies militaires – et, pourtant, répète-t-on sans cesse, la malnutrition immole chaque année plus de victimes que le total cumulé des holocaustes des deux guerres mondiales – ; paradoxe, enfin, que cette multitude grandissante en Occident de jeunes cerveaux et de jeunes bras inemployés, alors que cette guerre à la malnutrition réclame une aide accrue dans les domaines de la recherche de l'enseignement, de l'organisation, de la vulgarisation et des réalisations sur le terrain.

Ne pensez-vous pas que ce genre de préoccupations compléterait tout naturellement les finalités de notre Symposium ?

De toute évidence, je suis intimement convaincu que les sujets traités et vos apports lors des discussions nous y conduiront logiquement. À cet égard, je voudrais dès maintenant faire une remarque importante touchant l'organisation et le déroulement de nos échanges d'idées. Vous comprendrez aisément qu'il est matériellement impossible de considérer sous toutes ses faces le problème de la Malnutrition du Tiers Monde en six exposés d'une demi-heure.

Mais vous aussi, vous avez engrangé connaissance et expériences. Elles seront certainement utiles à la solution que nous cherchons tous. Aussi j'ose espérer que vous n'hésitez pas d'en faire profiter l'assemblée au cours des discussions et du Panel. Votre concours sera très apprécié. Il contribuera à assurer aux hommes du Tiers Monde la sécurité de subsistance, la santé, le tonus et le bien-être. Nous vous remercions d'avance de vos suggestions. Je suis convaincu qu'elles seront éminemment constructives.

Symposium
«Malnutrition du Tiers Monde»
(Bruxelles, 11 décembre 1981)
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
pp. 9-12 (1983)

Symposium
“Malnutritie van de Derde Wereld”
(Brussel, 11 december 1981)
Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
pp. 9-12 (1983)

INTRODUCTION AU THÈME

PAR

J.-P. HARROY *

Un drame qui a pris naissance il y a plusieurs décennies, la malnutrition croissante du Tiers Monde, vient brusquement d'accéder à la vedette internationale, ce qu'il aurait dû faire depuis bien longtemps.

Le récent appel des Prix Nobel, proclamant à juste titre l'horreur de la tragédie mais ne lui préconisant que des remèdes inappropriés ou utopiques, vient de constituer le détonateur et de déclencher une vague d'émotion universelle qu'ont amplifiée les «media» en diffusant des images insoutenables de scènes de famine, et dont d'aucuns, comme le Président Mitterand au Mexique, se sont fait, derrière le député italien Panella, un prodigieux instrument de publicité politique, sans pouvoir, pour autant, proposer mieux que les Prix Nobel des actions correctives efficaces.

Presque comiquement, en effet, même les radicaux italiens de Marco Panella acceptent comme axiome le faux slogan capitaliste : «l'argent arrange tout ...» et ils réclament des milliards de dollars, tout de suite, sans savoir ce qu'il faudrait en faire pour freiner puis arrêter l'holocauste de la faim.

**

Notre Compagnie a résolu à son tour d'apporter une contribution à une correcte mise en équation de ce gigantesque et angoissant problème et de consacrer à l'étude de certains de ses aspects les travaux de son Symposium 1981.

L'organisation des débats d'aujourd'hui incombant, par roulement, à la 2^e Classe «Sciences naturelles et médicales», les facteurs déterminants socio-politiques et socio-économiques du drame, qui ressortissent à notre

* Membre titulaire honoraire de l'Académie ; Centre d'Écologie humaine, Université Libre de Bruxelles, avenue Jeanne 44, B-1050 Bruxelles (Belgique).

1^{re} Classe, ne feront donc pas l'objet de communications particulières au cours de ce Symposium. Ils apparaîtront toutefois en filigrane des six exposés figurant à votre programme. De mon côté, dans la présente introduction au thème, j'en schématiserai seulement les principaux.

La base socio-politique fondamentale de ce tragique phénomène que révèlent les statistiques FAO : 200 millions de sous-nourris (mal-nourris) en 1960, 800 en 1980, correspond, selon moi, au dualisme tranché des collectivités humaines du Tiers Monde, qui coupe les quelque trois milliards d'habitants de ce dernier en deux blocs pratiquement étrangers l'un à l'autre : le secteur moderne (un milliard) et le secteur rural ou sans machinisme (deux milliards).

J'affirme, sans avoir ce matin le temps de vous le démontrer, que ces deux blocs coexistent sans s'interpénétrer. L'immense majorité des dirigeants du Tiers Monde, tant lorsqu'ils gouvernent leurs pays que lorsqu'ils négocient avec les nations riches, songent presque exclusivement à leur secteur moderne, abandonnant, *volens nolens*, leur secteur rural à son triste sort.

Et c'est alors dans le secteur rural que se situent plus des trois-quarts des plus misérables des victimes de l'holocauste de la faim, les autres habitant dans les bidonvilles du secteur moderne qui, par ailleurs, ne sont autres que des enclaves-refuges insérées dans le secteur moderne où viennent s'entasser les fuyards chassés par la faim de leurs campagnes hallucinées.

*
**

Poussé par le temps, et ne minimisant pas les périls de la simplification à l'extrême, je vous demande donc d'admettre que, parmi d'autres, les principales prémisses de notre casse-tête sont :

- 1^o la croissance démographique rapide responsable de ce que le secteur rural du Tiers Monde, fort d'un milliard d'individus il y a trente ans, compte aujourd'hui deux milliards de bouches à nourrir ;
- 2^o pour essayer sans y parvenir de produire, sur base presque toujours – et j'insiste – des façons culturelles anciennes d'agriculture extensive, un nécessaire doublement de leur production alimentaire, les paysannes intertropicales ont provoqué une surexploitation généralisée de leurs ressources naturelles : appauvrissements pédologiques et érosion, déboisements, poussées d'aridification ;
- 3^o ces mêmes paysannes, auteurs de ces saccages obligés de leurs ressources, ne doivent malheureusement, quelle que puisse être l'aide que

l'on tentera de leur apporter de l'extérieur, pratiquement compter que sur elles-mêmes, dans les décennies à venir, non seulement pour mettre fin aux famines actuelles, mais surtout pour se préparer à passer de deux à près de quatre milliards de consommateurs au début du siècle prochain.

Une analyse réaliste des possibilités théoriques de sauvetage ramène alors à des proportions très marginales les chances d'impact des trois premières des quatre formules susceptibles dans l'abstrait d'être envisagées : 1^o les dons de vivres apportés sur place par le monde riche ; 2^o le recours à de «nouvelles nourritures» ; 3^o l'ouverture à l'agriculture, par de gigantesques nouveaux défrichements, d'étendues aujourd'hui encore sous couvert végétal naturel, la quatrième étant, vous en doutez, une sérieuse intensification de l'actuelle épuisante et médiocre agriculture tropicale de rapine.

Cette quatrième option, la seule capable – et encore à condition qu'on la mette en œuvre rapidement – de faire reculer jusqu'après l'an 2000 (on n'ose penser au xxi^e siècle ...) la catastrophe qui suivra de nouvelles aggravations de l'holocauste, requiert alors qu'une réponse affirmative puisse être donnée à deux questions fondamentales préliminaires :

- a) connaît-on déjà les méthodes «modernes» capables de majorer sensiblement les quantités et la qualité des vivres qui pourraient être produits en faveur des paysans du Tiers Monde ?
- b) le paysan intertropical est-il à même de mettre ces techniques valablement en œuvre, dans les structures socio-politiques et socio-économiques qui lui sont actuellement imposées ?

Beaucoup d'entre vous connaissent mon anxiété née de mon intime conviction que cette dernière question doit, hélas, recevoir une réponse très généralement négative.

Le paysan intertropical est, en effet, d'une part très souvent opprimé par une foule de dominants, et, de l'autre, nous l'avons vu, abandonné à lui-même. La tâche écrasante et compliquée qu'il devrait mener à bien pour parvenir à survivre, il n'a ni la force physique, ni les connaissances techniques, ni le pouvoir d'achat permettant l'accès à l'engrais et au pesticide, ni surtout les motivations qui lui seraient nécessaires pour l'entreprendre. Mais à nouveau ce blocage socio-politique, à lui seul déjà dirimant, relève des préoccupations de la 1^{re} Classe de notre Académie et c'est en d'autres occasions que nous en avons délibéré et, certainement, en redélibérerons.

Le moment est ainsi venu pour moi de ramener le rayon de mon projecteur sur les aspects «sciences naturelles et médicales» de notre propos : aspects parmi lesquels le Comité du Symposium a alors sélectionné les six domaines particuliers dont nous allons discuter aujourd'hui.

Le premier domaine relèvera des sciences médicales. Il verra notre confrère Henri Vis apporter des précisions importantes sur le sens exact à donner au terme choisi pour baptiser le symposium : «Malnutrition du Tiers Monde». Très souvent, en effet, le drame alimentaire que les Prix Nobel ont dénommé l'holocauste de la faim, est envisagé surtout sous l'angle quantitatif. La faim, en effet, est considérée comme la conséquence de ce que le consommateur n'a pu disposer d'assez de nourriture pour calmer les tiraillements de son estomac et équilibrer son bilan énergétique. Mais les carences nutritionnelles sont bien autre chose, plus graves souvent, que l'insuffisance de la ration mesurée en calories. Une mise au point se justifiait amplement, d'entrée de jeu, sur l'acception moderne du terme malnutrition.

Un autre exposé s'apparentant aux sciences médicales émanera de notre confrère Thienpont et détaillera un phénomène particulièrement lourd de retombées sur la nutrition des habitants du Tiers Monde : la gravité des conséquences des parasitoses.

Enfin, les quatre autres communications, relevant des sciences naturelles, apporteront chacune une part de réponse à ma question ci-dessus : «connaît-on déjà les méthodes modernes capables de majorer sensiblement les quantités et la qualité des vivres qui pourraient être produits en faveur des paysans du Tiers Monde ?»

L'exposé final de M. Dudal décrira les efforts internationaux de recherche déployés pour consolider encore la réponse déjà affirmative il y a vingt ans que l'on pouvait réserver a priori à ma question.

Tandis que les communications de nos confrères Sys, Decelle et Hardouin apporteront des lumières sur les possibilités théoriques de plus en plus riches pour l'homme du Tiers Monde de préserver et améliorer le potentiel de production de ses sols, de protéger ses cultures et mieux conserver ses récoltes, d'élargir le champ de ses sources d'alimentation.

Oui, bien des recherches ont abouti, et d'autres, prometteuses, sont en cours.

L'arsenal anti-holocauste est déjà richement garni.

Et il n'y a qu'à faire désormais plus ample et meilleur usage du contenu de cet arsenal pour que la malnutrition du Tiers Monde recule.

Mais, flèche du Parthe, vous connaissez presque tous ma méfiance pour les solutions dont l'énoncé commence par «il n'y a qu'à ...»

Symposium
«*Malnutrition du Tiers Monde*»
(Bruxelles, 11 décembre 1981)
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
pp. 13-23 (1983)

Symposium
"Malnutritie van de Derde Wereld"
(Brussel, 11 december 1981)
Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
pp. 13-23 (1983)

VOEDINGSPROBLEMATIEK VAN DE DERDE WERELD

DOOR

H. L. Vis *

SAMENVATTING. — Gedurende de twee laatste eeuwen werden de bepalingen en de beschrijvingen van de humane malnutritie meermaals gewijzigd omdat de navorsingen omtrent de carentiële ziekten nauw verbonden zijn aan de evolutie van de technologie. Heden ten dage, bevat het begrip malnutritie (of ondervoeding) verschillende pathologische toestanden. Zo bijvoorbeeld onderscheidt men afzonderlijk een tekort aan energie, aan eiwitten, aan vitaminen, aan minerale zouten. Het tekort aan vitaminen kan zuiver zijn in gevallen van rachitis of Beriberi, een tekort aan minerale zouten kan ook zuiver zijn, zo brengt een tekort aan jodium in een bevolking endemische krop en cretinisme mee. Wanneer een bevolking aan malnutritie onderhevig is, heeft men, in de meeste gevallen, te doen met een pluri-carentiële ziekte waarbij vooral de bijzondere kenmerken van een tekort aan energie en eiwitten van goede kwaliteit aanwezig zijn maar ook zijn er dikwijls symptomen merkbaar van een tekort aan zink en/of aan vitaminen van de groepen A en B.

Wanneer een gedeelte van een bevolking aan ondervoeding lijdt, is dat het gevolg, ofwel van een akute toestand (hongersnood) ofwel van een chronische voedselschaarste die in de ontwikkelingslanden hoofdzakelijk bij de lage inkomstgroepen voorkomt. Er zijn 2 soorten hongersnoden naargelang ze opkomen in oorlogs- of in vredetijd. De oorlogshongersnood kan ontstaan bij een bevolking die anders in een goede voedingstoestand verkeert (de Hollandse hongersnood van 1945 is een typisch voorbeeld). De hongersnoden die in vredetijd ontstaan zijn het gevolg van een langdurige nutritionele evolutie bij bevolkingen die chronisch ondervoed zijn (Kivu, Rwanda).

Te beweren dat een endemisch ondervoedingstoestand verbeterd kan worden door de plantaardige voedselproductie op te drijven is te eenvoudig. Want een chronische malnutritietoestand is niet alleen afhankelijk van de kwantiteit voedsel voorhanden en van de interacties van het milieu in het algemeen (parasitaire en infectieuze problemen, demografie, economisch systeem) maar ook van de reacties op sociaal vlak van de bevolking. Het is dus een multifactoriële situatie waarin onwetendheid maar een kleine rol speelt.

Ondervoedingsproblemen worden beter opgelost door dierlijk voedsel in het dieet te introduceren. De jagers en plukkers hebben altijd een voortreffelijk equilibrium in hun

* Titelvoerend lid van de Academie ; Universitaire Dienst voor Kindergeneeskunde, St Pieters Ziekenhuis, Hoogstraat 320, B-1000 Brussel (België).

diet gehad. Hun levenswijze wordt nu nog terug gevonden in enkele etnische groepen, alhoewel men bij hen aktueel een zekere ontwikkeling van de landbouw bemerkt (door het invoeren van wortels, zoals cassava's en van graangewassen). Zo is het voor de Oto van het Tumbameer in Zaïre. Door de uitbreiding van de landbouw en het geleidelijk verdwijnen van de jacht- en visprodukten, dus van het dierlijk voedsel, verslechterde de levenswijze bij de jagers en plukkers gedurende de laatste decennia. Zodanig dat proteo-energetische malnutritie praktisch maar alleen gevonden wordt bij de traditionele landbouwers die weinig dierlijk voedsel in hun diet hebben en die nog in een niet-monitaire ekonomie leven.

Bij die traditionele landbouwers wordt de bescherming van de zuigelingen en de kleuters verkregen door een langdurige borstvoeding. Wanneer die bevolkingen zich naar de steden verplaatsen verbetert, merkwaardig genoeg, in het algemeen hun ekonomisch en nutritioneel statuut. Maar omwille van moederlijke gedragsredenen wordt de borstvoeding minder efficiënt. Dit zal als gevolg hebben dat het volwassen gedeelte van de bevolking beter gevoed zal zijn in de steden dan op het platteland maar dat bij de zuigelingen en kleuters een malnutritietoestand van het type marasmus zal optreden wat tot een hoge kindersterfte zal leiden.

De herders hebben op een traditionele wijze het nutritioneel probleem opgelost omdat melk, of voedingsprodukten afgeleid uit melk, dagelijks verbruikt worden. In een populatie is de introductie van melk als voeding alleen maar mogelijk wanneer de grote kinderen en de volwassenen ter hoogte van hun intestinale slijmvliezen een voldoende enzymatische aktiviteit (lactase) bewaren die de melksuiker kan splitsen.

Aldus vergt de introductie van melk in de voeding een voorafgaande planificatie om aangepast te zijn, niet alleen aan de fysiologische mogelijkheden van het organisme, maar ook soms aan de socio-kulturele omstandigheden hoe groot ook het belang om melk als voedingshulp te gebruiken. Dit voorbeeld wijst er zeer duidelijk op dat het erg moeilijk is een verbroken nutritioneel equilibrium ter hoogte van een bevolking te herstellen.

RÉSUMÉ. — *Le problème nutritionnel du Tiers Monde.* — Les connaissances concernant les maladies carentielles de l'homme ont, au cours des deux derniers siècles, étroitement évolué avec les possibilités technologiques. Aussi les descriptions et les définitions de la malnutrition ont-elles changé avec le temps.

Actuellement, la malnutrition regroupe une série de situations pathologiques diverses. Par exemple, on peut individualiser une carence en énergie, une carence en protéines, des carences pour chaque vitamine, des carences en minéraux. Les carences en vitamines peuvent être pures en cas de rachitisme ou de béri-béri, par exemple. Les carences en minéraux peuvent également être pures : la carence en iode au sein d'une population conduit au goître et au crétinisme endémique. Dans l'ensemble, pourtant, lorsqu'une population souffre de malnutrition, il s'agit souvent de formes complexes, d'une maladie pluri-carentielle où prédominent les caractéristiques de la carence en énergie et de la carence en protéines de bonne qualité, mais, en outre, sera présente : la carence en zinc et/ou en certaines vitamines A et du groupe B.

Quand un état de malnutrition existe dans une partie d'une population, cela est la conséquence ou bien d'une situation aiguë (famine) ou d'une carence chronique en aliments qui, dans les pays en voie de développement, est présente dans les couches sociales défavorisées. Il y a deux sortes de famine : celle de temps de guerre qui peut

apparaître dans une population normalement bien nourrie (la famine apparue en Hollande en 1945 est un exemple typique). Les famines apparaissant en temps de paix sont toujours l'aboutissement d'une longue évolution nutritionnelle au sein de populations chroniquement mal nourries (Kivu, Rwanda).

Prétendre qu'une situation où prévaut la malnutrition peut être améliorée en augmentant la production des aliments d'origine végétale est une affirmation trop simpliste. Ceci découle du fait qu'un état de malnutrition endémique et chronique ne dépend pas uniquement de la quantité d'aliments disponibles et des interactions du milieu en général (problèmes parasitaires et infectieux, démographie, système économique) mais également des réactions sociales de la population. Il s'agit donc d'un problème multifactoriel pour lequel l'ignorance ne joue pas un grand rôle.

Les problèmes de la malnutrition sont plus aisés à résoudre par l'introduction dans le régime d'aliments d'origine animale. Les chasseurs et les cueilleurs ont toujours eu un excellent équilibre alimentaire. Ce mode de vie est encore trouvé actuellement auprès de quelques groupes ethniques bien qu'on constate, même chez eux, une extension de l'agriculture (par l'introduction de racines comme le manioc ou de céréales). Il en est ainsi pour les Oto du lac Tumba au Zaïre. Par l'extension de l'agriculture et la disparition progressive des produits de la chasse et de la pêche, donc des aliments d'origine animale, la situation des chasseurs et des cueilleurs s'est dégradée au cours des dernières décennies. Si bien que la malnutrition protéo-énergétique endémique n'est pratiquement trouvée que chez les agriculteurs traditionnels qui ont peu de produits d'origine animale dans leur régime alimentaire et qui vivent au sein d'une économie proche de l'auto-subsistance.

Chez les agriculteurs traditionnels, l'on obtient une protection des nourrissons et des jeunes enfants par un allaitement maternel de longue durée. Lorsque ces populations se déplacent vers les villes, leurs statuts économique et nutritionnel s'améliorent d'une façon remarquable. Mais l'allaitement au sein, pour des raisons de comportement maternel, devient moins efficace. Ceci aura comme conséquence que la population adulte des villes sera mieux nourrie par rapport à celle du milieu rural, mais que chez les nourrissons et les petits enfants des villes apparaît un état de malnutrition du type marastique ce qui conduit à un taux de mortalité infantile élevé.

Les pasteurs ont d'une façon traditionnelle, trouvé une solution au problème nutritionnel, parce qu'ils consomment chaque jour, du lait ou des produits dérivés du lait.

Dans une population adulte l'introduction du lait comme aliment n'est possible que si les grands enfants et les adultes conservent au niveau de la muqueuse intestinale, une activité enzymatique suffisante (lactase) nécessaire à la scission du sucre du lait (lactose).

Ainsi donc, l'introduction de lait dans l'alimentation nécessite une planification préliminaire pour être adaptée non seulement aux possibilités physiologiques de l'organisme mais aussi aux circonstances socio-culturelles, combien grand serait aussi l'importance de l'utilisation du lait comme aliment d'appoint dans les programmes d'aide alimentaire. Cet exemple montre à l'évidence les difficultés existantes pour rétablir au niveau d'une population un équilibre alimentaire rompu.

**

Tijdens de twee laatste eeuwen hebben de begrippen betreffende deficiëntieziekten zich ontwikkeld in nauw verband met de technologische

mogelijkheden die bestaan om de nutriënten (voedingsbestanddelen) te bepalen. Zo veranderden meermaals met de tijd de bepalingen en de beschrijvingen van de humane nutritionele toestanden. De woorden ondervoeding en malnutritie omvatten dus verschillende deficiëntietoestanden.

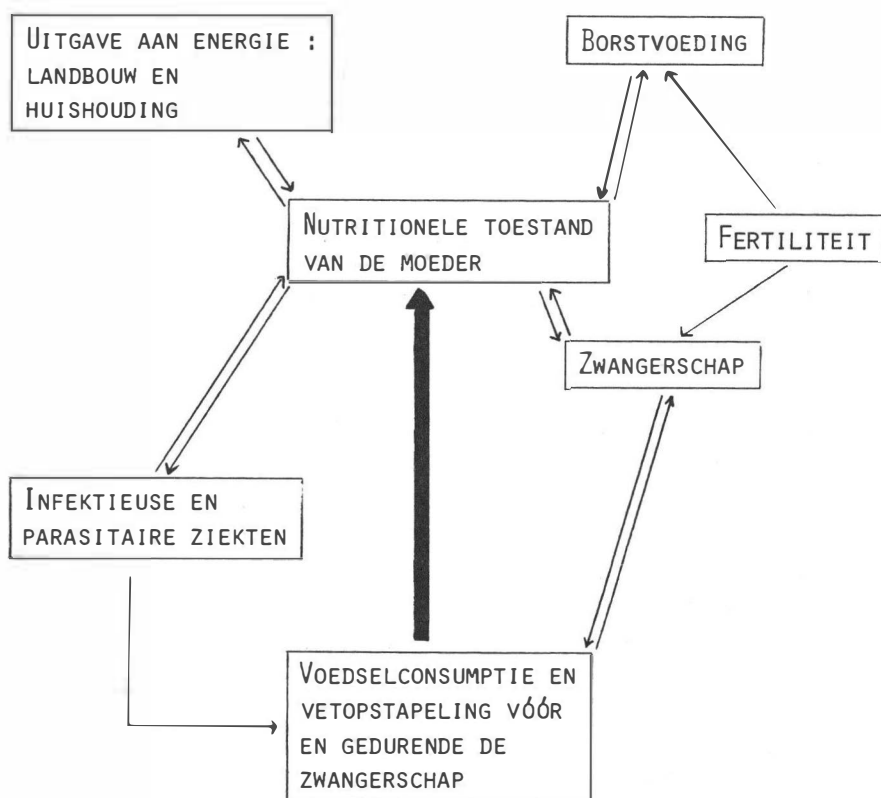
In de huidige stand van zaken beschrijft men in verband met een tekort of een te véél aan nutriënten en/of aan energie een reeks pathologische nutritionele toestanden die in tabel 1 samengevat worden.

TABEL 1

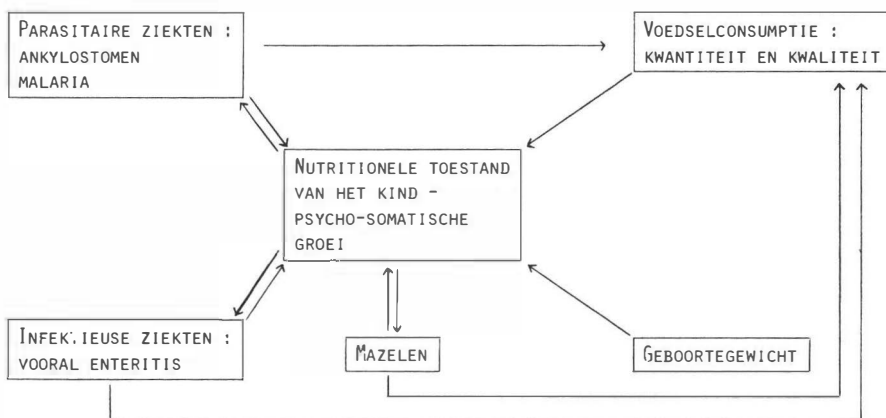
	TEKORT	TEVEEL	KWALITEIT
ENERGIE	Ondervoeding marasmus	– obesitas – diabetes – cardiovasculaire ziekten	
EIWITTEN	eiwitondervoeding kwashiorkor	?	eiwitondervoeding kwashiorkor
VETTEN	ondervoeding marasmus specifieke deficiëntieziekten	cardiovasculaire ziekten	cardiovasculaire ziekten
VITAMINEN	specifieke deficiëntieziekten : rachitis, scheurbuik pellagra, enz.	specifieke intoxicatie door de in vet oplosbare vitaminen	
MINERALEN	specifieke deficiëntieziekten : krop, anemie, ...	specifieke intoxicatie (zware metalen : lood, kwik, koper, enz.)	

Een mens zal een staat van malnutritie vertonen, wanneer om één of andere reden een negatieve nutritionele balans bestaat, die het gevolg kan zijn van een voedselconsumptie die in kwantiteit of/ en in kwaliteit ongepast is. Alhoewel essentieel, speelt de voedselconsumptie niet een exclusieve rol in het ontstaan van een zeker type van voedingsziekte. In de voedingsproblematiek zijn andere factoren niet te verwaarlozen : de *infekties* (gastro-enteritis zoals : cholera ; de tuberculose bij de volwassenen ; mazelen bij kinderen) ; de *parasieten* (ankylostomiase, malaria) ; *het uitgeven van energie* (het fysisch werk) ; en voor de vrouw, de *fertiliteit* (zwangerschap – borstvoeding). Figuren 1 en 2 geven respectievelijk voor

de vrouw en het kind, de verschillende mogelijke factoren aan, die op de voedingstoestand een invloed kunnen hebben. Men kan dus de nutritionele toestand van een mens verbeteren door andere parameters, dan alleen de faktor "voedsel-consumptie", te veranderen : bijvoorbeeld door de energiebehoeften te verminderen, dus door het fysisch werk te verminderen, of door te kampen tegen infecties. Door systematisch te vaccineren tegen mazelen, verbetert men bij het kind de voedingstoestand zonder noodzakelijk de kwantiteit beschikbaar voedsel te moeten opdrijven of de kwaliteit ervan te moeten verbeteren. Ter hoogte van een bevolking kunnen ook algemene maatregelen de voedingstoestand verbeteren : het saneren van het milieu (drinkbaar water – riolering) kan een groter positief effect op de voedingstoestand hebben dan de voedselconsumptie te vermeerderen.



FIGUUR 1. – Mogelijke interacties betreffende de nutritionele toestand van de moeder.



FIGUUR 2. – Mogelijke interacties betreffende de nutritionele toestand van het kind.

Wanneer een gedeelte van een bevolking in een slechte voedingstoestand verkeert, dan is dat ofwel het gevolg van een akute situatie (hongersnood), ofwel van het chronisch negatief zijn van de nutritionele balans. Die laatste toestand vindt men in de minder begoede sociale klasse van de bevolkingen van de ontwikkelingslanden. We wensen er op te wijzen dat er twee types van hongersnooden bestaan : diegene die kunnen ontstaan in de industriële landen tijdens oorlogen te midden van een welgevoede bevolking (een typisch voorbeeld is de hongersnood van 1945 in de Nederlanden) ; en diegene die in vreedstijd opkomen. Deze laatste zijn dan altijd het eindresultaat van een zeer lange nutritionele evolutie te midden van een bevolking die chronisch in een slechte voedingstoestand verkeert (cf. Kivu – Rwanda).

Het begrip ondervoeding of malnutritie is verschillend naargelang het toegepast wordt voor de industriële of de ontwikkelingslanden. Zo is het bijvoorbeeld voor de graad van vermagering van de volwassenen in geval van hongersnood.

Als men tabel 2 nakijkt, bemerkt men dat het gemiddelde gewicht van de volwassen mannen in de industriële landen gelijk of zelfs hoger gelegen is na de hongersnooden dan het gewicht vóór de hongersnooden in de ontwikkelingslanden. Dit komt voort uit het feit dat in de ontwikkelingslanden een hongersnood of een voedseltekort altijd opkomt bij een bevolking die op voorhand reeds in een slechte voedingstoestand verkeert (Vis, 1976).

TABEL 2

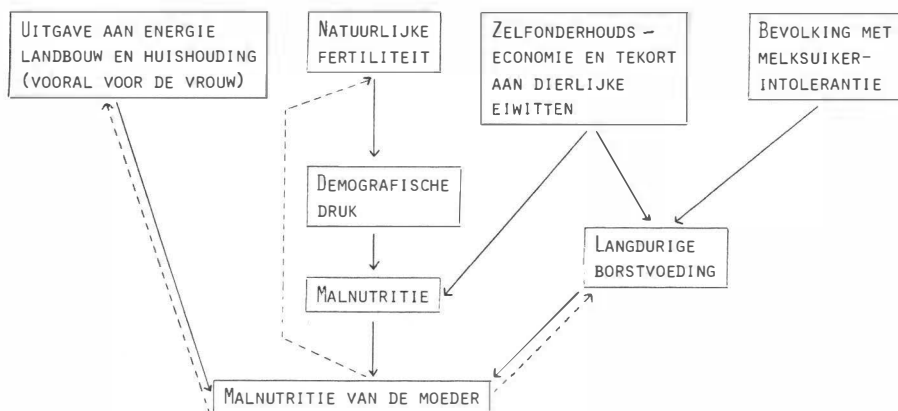
	Voor volwassen mannen			Lengte in cm
	Gewicht (in kg) vóór en na een hongersnood	Vershil in %		
TRÉMOLLIÈRES, Parijs (1947)	70,2	61,8	11,0	
NEUPREZ, Luik (1945)	64,0	52,7	17,7	
KEYS et al., Minnesota (1950)	69,6	52,6	24,2	178,6
McCANCE et al., Wuppertal (1951)				
met oedeem	73,1	59,3	18,9	171,0
zonder oedeem	66,2	58,1	16,9	171,0
PORTER, Madras (1889)	51,0	36,5	28,5	164,6
Vis et al., Rwanda (1972) }	53,8-58,2			165,0-170,0
Hutu : "normale" toestand }				

Het is belangrijk op te merken dat de sociale reacties van een bevolking die te kampen heeft tegen de honger zeer verschillend kunnen zijn naargelang men te doen heeft met een ontwikkelingsland of met een industrieel land. In het laatste geval zullen vooral de kinderen, de zwangere vrouwen en de jonge moeders beschermd worden ten nadele van de volwassen mannen. In het eerste geval, integendeel, wordt het omgekeerde waargenomen: ter hoogte van de bevolking zijn het de volwassen mannen die een zekere bescherming zullen vinden. Dit verklaart het feit dat in de derde wereld, het vooral de kinderen zijn die het eerst de symptomen zullen vertonen van een slechte voedingstoestand, en dat tijdens de hongersnoden van de laatste wereldoorlog in West-Europa het vooral de oudere volwassenen waren die het meest hebben moeten lijden aan de voedselschaarste.

De endemische malnutritie van de tropische en sub-tropische landen is, zoals we reeds vermeld hebben, het gevolg van een conjunctie van verschillende factoren die de nutritionele staat van het individu beïnvloeden, maar er bestaan ook factoren die afhangen van de bevolking in zijn geheel (de demografische toestand, het socio-economisch systeem).

Deze multifactoriële aspecten van de chronische en endemische malnutritie kan tegenwoordig op een grondige wijze bestudeerd worden. De analyse die wij opgemaakt hebben over de bevolking van de hoogvlakte van Centraal-Afrika (Kivu – Rwanda) kan als voorbeeld genomen worden om invloeden van de verschillende factoren beter te doen begrijpen. Figuur 3 geeft een samenvatting van de situatie in deze streken. Men heeft te doen met een plattelandsbevolking die langs één kant voor het grootste gedeelte nog een economisch systeem heeft dat op

zelfonderhoud steunt, en langs een andere kant bestaat er een natuurlijke fertiliteit, het is te zeggen dat er geen geboorteregeling is omdat geen contraceptieve methode gebruikt wordt.

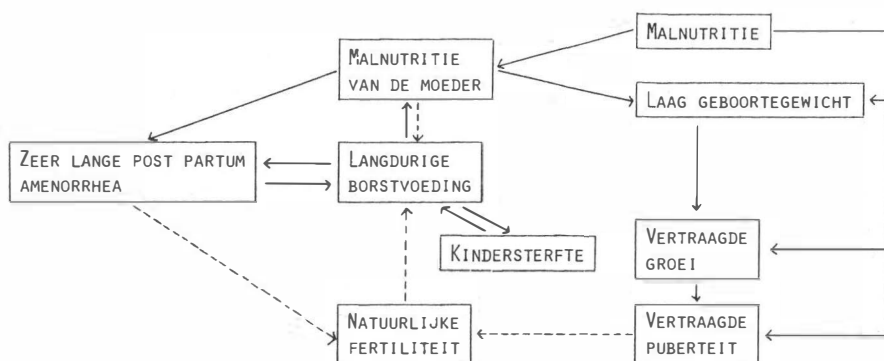


FIGUUR 3. — Malnutritie van de moeder op het platteland van de derde wereld :
negatieve (---) en positieve (—) interreacties tussen de uitgaven aan energie,
de fertiliteit, de economische toestand en de melksuikerintolerantie.

De slechte voedingstoestand die in die bevolking heerst is het gevolg van een zeer hoge jaarlijkse bevolkingsaan groei (2,7% per jaar) in een streek waar gemiddeld 110 à 120 inwoners per km² te vinden zijn die in een zelf-onderhoud economie leven. De voedselproductie is arm aan dierlijke eiwitten. De demografische druk enerzijds, de fysiologische beperking van het werk op de akkers anderzijds hebben als gevolg dat, ter hoogte van de familie, per capita, het beschikbare voedsel vermindert evenredig met het aantal kinderen. Met de tijd zal die vermindering voor de ganse bevolking bestaan, en op lange duur zal een malnutritie van het eiwitdeficiëntietype optreden bij een niet te verwaarlozen gedeelte van de bevolking. Die eiwitdeficiëntietoestand zal vooral de vrouw treffen omdat zij het grootste gedeelte van het fysisch werk op de akkers te vervullen heeft en gedurende gans haar fertiliteitsjaren is zij ofwel zwanger ofwel geeft zij borstvoeding aan haar kindje. Voor die streken heeft een prospectieve studie er ons toe gebracht de natuurlijke evolutie te beschrijven op gebied van de erosie van de grond, de demografische druk en de beschikbaarheid aan voedsel. Zonder dat buitengewone gebeurtenissen zouden

voorkomen (droogte bijvoorbeeld) gaat het natuurlijke beloop onherroepelijk naar een collaps van gans het systeem.

In die streken is de gezondheid van moeder en kind afhankelijk van drie essentiële factoren : de slechte voedingstoestand van de moeder, een langdurige borstvoeding (noodzakelijk omdat er geen vervangingsvoedsel bestaat) en een natuurlijke fertiliteit. De ontleding van die toestand wordt op figuur 4 weergegeven. Samengevat wordt de toestand gekenmerkt door een endemische ondervoeding (vooral op kwalitatief vlak), die via de malnutritie van de moeder reeds de groei van de foetus belemmert. De onvoldoende borstvoeding en het toevoegen van voedselsupplement hebben als gevolg dat vanaf de 2^e of 3^e maand na de geboorte, het groeiritme van de zuigeling beïnvloed wordt. Bij zekere zuigelingen zal het gehalte aan serumeiwitten laag zijn vanaf de eerste levensmaanden. Het is dus wel zo, dat de eerste symptomen van een eiwit- en energiedeficiëntieziekte stilaan opkomen reeds vóór de leeftijd van 3 jaar. De puberteit is laatijdig en het huwelijk grijpt plaats op een latere leeftijd dan bij de meeste volkeren van zwart Afrika.



FIGUUR 4. — Model die de positieve (—) en negatieve (---) interrelaties beschrijft tussen de voedingstoestand van de moeder, de borstvoeding en de groei van het kind.

De slechte voedingstoestand van de moeder, gekoppeld met een langdurige borstvoeding (van meer dan twee jaar) bevordert door het toedoen van een zeer lange post-partum amenorree, een grotere ruimte tussen de geboorten. Het meest belangrijke probleem is te trachten de

voedingstoestand van de vrouw gedurende de zwangerschap en de borstvoeding te verbeteren, zodanig dat er gehoopt mag worden de produktie moedermelk te verhogen. Door onmiddellijk de voedingstoestand van de zuigeling trachten te beïnvloeden zal, op nutritioneel vlak, de doelmatigheid slechter zijn, want zodoende vermindert men bijna altijd de produktie aan moedermelk (zoals men het waarneemt wanneer men een voedselsupplement aan de zuigeling geeft) en daarbij vermeerdert men de mogelijkheid om besmettelijke kinderziekten (zoals enteritis) in te voeren. Er bestaat ook een zeker gevaar de duur van de post-partum amenorree te verkorten door de voedingstoestand van de moeder te verbeteren want dit leidt in het plaatselijk sociologische verband zeer vlug tot een nieuwe zwangerschap, wat het stoppen van de borstvoeding, de voornaamste bron van eiwitten voor het kind, betekent. Het aantal kinderen in malnutritie zal toenemen wat een verhoging van de kindersterfte als gevolg zal hebben. De juist besproken synthesis is geldig voor de hoogvlakte van Centraal-Afrika. De toestand kan verschillend zijn in andere streken : zo is het bijvoorbeeld voor de Oto en Tumba volkeren van het equatoriaal woud (Zaire). Men heeft hier te doen met bevolkingen die nog grotendeels leven van de jacht, de visvangst en het plukken, zelfs als voor het ogenblik de landbouw zich meer en meer aan het verspreiden is (door de invoering van wortels zoals cassava en van graangewassen zoals maïs). In die omstandigheden blijven drie factoren van het opgebouwde systeem (figuur 4) dezelfde : het werk van de vrouw, een zelfonderhoudseconomie en de melksuikerintolerantie van de bevolking. Maar langs een andere kant is het verbruikte voedsel rijk aan dierlijke eiwitten (jacht – visvangst). Het fertiliteitspatroon is niet natuurlijk, maar wordt integendeel door een reeks taboes en gewoonten gecontroleerd wat een langdurige borstvoeding mogelijk maakt. Malnutritie is hier niet te vinden. In de grote steden van Zuid- en Midden-Amerika verkeren de volwassenen en de grote kinderen in een goede, of in ieder geval in een betere, voedingstoestand dan op het platteland, maar door het bestaan van maatschappelijke gedwongenheden wordt de borstvoeding zeer vlug opgegeven. Nu kunnen de vervangingsvoedsels (vooral poedermelk) die aan het kind gegeven worden hem niet een voldoende voedingstoestand bezorgen, vooral wegens de heersende slechte hygiëne. Het kind sterft zeer vlug aan een ondervoedingstoestand (van het type marasmus) verward met een gastro-enteritis.

Zodus van één streek tot een ander, van één stad tot een ander, kan het voedingsprobleem zeer verschillend zijn, maar altijd zal het toch het

gevolg zijn van het samengaan van zeer verschillende factoren, tussen de welke de voedselconsumptie zelf, soms maar een nederige rol speelt. Te beweren dus dat een toestand, waar een malnutritie bestaat verbeterd kan worden door de voedselproductie (vooral plantaardig voedsel) op te drijven is te eenvoudig. De voedingsproblemen worden beter opgelost door in het dieet dierlijk voedsel in te voeren wat door de traditionele herders gedaan wordt omdat ze iedere dag melk of een voedsel afgeleid uit melk verbruiken.

De endemische chronische eiwit- en energiedeficiëntie wordt in het algemeen alleen maar gevonden bij de traditionele landbouwers die in een zelfonderhoudseconomie leven. Het invoeren van melk als voedsel is alleen maar mogelijk indien de grote kinderen en de volwassenen ter hoogte van hun darmslijmvlies een voldoende lactasische activiteit bewaren, noodzakelijk om de melksuiker (lactose) te splitsen. Voor de meeste mensen is dat niet het geval, vooral onder de volkeren waar voedingsdeficiëntieproblemen heersen. Ze zijn "intolerant" tegenover de melksuiker. Het is dus wel zo dat het invoeren van melk als voedsel voorafgaande eisen vergt om aangepast te worden aan de fysiologische mogelijkheden van het organisme maar ook aan de socio-kulturele omstandigheden, wat ook het belang kan zijn om melk als voedsel te gebruiken in de voedingshulpprogrammas.

Dit voorbeeld toont heel duidelijk aan, de moeilijkheden die kunnen bestaan wanneer men een verbroken voedingsevenwicht ter hoogte van een bevolking wenst te herstellen.

REFERENTIES

- BRISCOE, J., 1979. Quantitative effect of infection on the use of food by young children in poor countries, *American Journal of Clinical Nutrition*, **32**, p. 648-676.
- VIS, H. L., 1976. Epidémiologie de la famine, *Ann. Belg. Veren. trop. Geneesk.*, **56**, p. 233-249.
- VIS, H. L., 1982. Sous-nutrition ou malnutrition et influences sur l'état biologique de l'homme et des animaux. In : "Vijftigjarig bestaan van de Academie", Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen, p. 339-355, 1982.
- VIS, H. L., HENNART, P. & RUCHABABISHA, M., 1981. Some issues in breast-feeding in deprived rural areas, *Assignment children (UNICEF)*, **55/56**, p. 183-200.
- VIS, H. L., BOSSUYT, M., HENNART, P. & CARAEL, M., 1975. The health of mother and child in rural Central Africa, *Studies in Family Planning*, **6**, p. 437-441.

Symposium
«*Malnutrition du Tiers Monde*»
(Bruxelles, 11 décembre 1981)
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
pp. 24-38 (1983)

Symposium
«*Malnutritie van de Derde Wereld*»
(Brussel, 11 december 1981)
Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
pp. 24-38 (1983)

L'INFLUENCE DES PARASITOSES HUMAINES ET ANIMALES SUR LA PRODUCTION ALIMENTAIRE

PAR

D. THIENPONT *

RÉSUMÉ. — On doit supposer que l'homme, les animaux et les plantes forment ensemble une triade entrelacée parfaite. Mais l'équilibre est parfois rompu intentionnellement par l'homme et accidentellement par une catégorie spéciale d'animaux et de plantes, appelés parasites.

Dans n'importe quelle région — froide, tempérée mais surtout tropicale — l'être humain est menacé par d'autres parasites. Ceux-ci vont miner sa santé, compromettre son avenir, menacer son bonheur et sa survie ou ceux de sa famille.

Le cheptel, source de protéines animales essentielles, est également et parfois davantage atteint d'une ou de plusieurs parasitoses. Ces parasites sont tellement dépendants de leur hôte — qu'il soit poisson, volaille, éléphant, mouton, bœuf et même homme — que celui-ci doit survivre pour garantir leur propre existence. Ils diffèrent ainsi des virus et des bactéries, causant les grandes épidémies et épizooties, éliminant parfois toute vie animale.

Les parasites, causant rarement de véritables tragédies ou des pertes économiques brutales, sont, sinon acceptés comme inévitables, quand même traités avec une attention indulgente ou indifférente.

Les parasites, par leur nombre, par leur localisation, par leur pathogénicité et surtout par leur besoin permanent en substances nutritives prélevées sur l'hôte, sont la cause de troubles d'ordre médical, social et économique. Ces phénomènes se constatent isolément ou ensemble et agissent sur la productivité et sur la rentabilité.

En se limitant d'une part aux helminthes transmis par le sol chez l'homme — l'ascaris, l'ankylostome et le trichocéphale — on peut déjà établir un premier bilan catastrophique. Au moins un tiers de la population est atteint et les pertes alimentaires se chiffrent par des millions de tonnes par an. Ces pertes doivent être imputées à la diminution de la productivité et de l'efficacité de l'homme mais aussi à la quantité de substances nutritives, prélevées de façon sélective par les parasites, nécessaires pour leur maintien et leur production.

D'autre part en considérant seulement les nématodes gastro-intestinaux et la douve hépatique des ruminants domestiques, on évoque le problème majeur des verminoses animales. Ces parasites interviennent directement ou indirectement sur la production

* Associé de l'Académie : Janssen Pharmaceutica, Département de Chimiothérapie, B-2340 Beerse (Belgique).

alimentaire. Ils sont responsables de la diminution du développement de l'animal, de la perte de la qualité des produits d'origine animale et du gaspillage alimentaire dû à la digestion compromise.

L'effet des parasites peut être comparé à celui de fléchettes mutilantes. La différence est qu'ils tuent sans bruit et sans réaction du public et que l'on dispose de contrepoisons pour les combattre.

SAMENVATTING. — *De invloed van parasitosen bij mens en dier op de voedselproductie.*

— Men moet veronderstellen dat mens, dier en plant samen een volmaakt ineengevlochten drievuldigheid vormen. Het evenwicht wordt evenwel soms verstoord, op een bewuste manier door de mens en bij toeval door een speciale categorie van dieren en planten, die we parasieten moeten noemen.

In gelijk welk gebied — met een koud, gematigd maar vooral tropisch klimaat — wordt de mens door andere parasieten bedreigd. Ze ondermijnen zijn gezondheid, brengen zijn toekomst in gevaar, bedreigen zijn geluk en zijn voortbestaan of dat van zijn familie.

De veestapel, bron van onontbeerlijke dierlijke proteïnen, wordt eveneens en soms in ergere mate, door één of meerdere parasitosen aangetast. Deze parasieten zijn zodanig afhankelijk van hun gastheer — het weze vis, vogel, olifant, schaap, rund of zelfs mens — dat deze moet overleven ten einde hun eigen bestaan te waarborgen. Zij verschillen aldus van virussen en bacteriën, die grote epidemieën en epizootieën veroorzaken en soms het ganse dierenrijk belagen.

De parasieten veroorzaken zelden echte tragedies of zware economische verliezen. Zij worden, zo niet als onvermijdelijk aanvaard, dan toch op een toegeeflijke of onverschillige manier behandeld.

Door hun aantal, hun lokalisatie, hun pathogeniteit en vooral hun permanente nood aan voedingsstoffen die aan de gastheer worden onttrokken, zijn de parasieten de oorzaak van moeilijkheden van medische, sociale en economische aard. Deze verschijnselen worden afzonderlijk of gezamenlijk waargenomen en tasten de produktiviteit en de rentabiliteit aan.

Zich enerzijds beperkend tot de wormsoorten die via de grond op de mens worden overgedragen — *Ascaris*, *Ankylostoma*, *Trichuris* — kan men reeds een eerste, catastrofale balans opmaken. Ten minste één derde van de bevolking is aangetast en de voedselverliezen lopen op tot in de miljoenen ton per jaar. Deze verliezen moeten toegeschreven worden aan een verminderde produktiviteit en efficiëntie bij de mens, maar ook aan de hoeveelheid voedingsstoffen, die de parasieten op een selektieve manier opnemen en die noodzakelijk zijn voor hun behoud en de voortplanting.

Wanneer men anderzijds alleen de gastrointestinale nematoden en de leverbot van de herkauwers beschouwt, komt men tot het kernprobleem van de verminosen. Deze parasieten hebben een direkte of indirekte invloed op de voedselproductie. Zij zijn verantwoordelijk voor een verminderde ontwikkeling van het dier, voor het kwaliteitsverlies van produkten van dierlijke oorsprong en voor voedselverspilling door een ontredderde spijsvertering.

Het effect van de parasieten kan worden vergeleken met dat van menigvuldige giftige pijltjes. Het verschil is dat zij doden zonder geluid en zonder reactie vanwege het publiek. Bovendien beschikt men over tegengif om hen te bestrijden.

Dans le cadre de ce symposium, il est utile de rappeler que les scientifiques, les épidémiologistes, les agronomes et les parasitologues en particulier ne sont pas encore au bout de leurs peines. En vérité, une nouvelle carrière s'ouvre devant eux. En connaissant mieux les problèmes l'on pourra plus aisément proposer des solutions même si elles ne sont ni définitives ni à cent pourcent valables.

Si l'espèce humaine existe depuis quelque centaines de milliers d'années – peut-être plus d'un million – elle a débuté et évolué avec les autres mammifères. Elle a vécu avec et parmi eux et a dû se nourrir comme un carnassier probablement aux dépens des herbivores.

Le point de départ d'une ère nouvelle se situe au moment où a débuté le travail de la terre – je dirais même le début de la révolution de l'agriculture –, c'est-à-dire il y a environ 10 000 ans. A ce moment, l'homme a déjà domestiqué différentes espèces de ruminants ainsi que le chien. La nuit venue, il consulte les étoiles et il voit dans le ciel Orion, le chasseur géant, accompagné du grand chien Sirius, l'étoile la plus lumineuse de la constellation, attaquant ensemble le Taureau.

Sirius, cette étoile extraordinaire, représente l'intelligence de la race canine mais réapparaissant au même endroit tous les 365 jours et un quart elle détermine le nouvel-an chez les anciens Egyptiens. Cette date correspondit également avec la crue du Nil, fertilisant les champs par l'apport de matériel organique et inorganique provenant du centre et de l'est de l'Afrique avec les eaux du Nil blanc et bleu.

Nous devons cependant retourner à l'époque – il y a environ 600 millions d'années – où apparaissent les trilobites, les éponges et les méduses. Il y a eu une autre série d'animaux qui, après avoir vécu d'abord comme des individus isolés, se sont adaptés, en vivant en association avec d'autres êtres. Progressivement ils sont passés du commensalisme à la symbiose. Finalement, l'interdépendance devint irréversible : de deux individus liés l'un à l'autre, l'un était l'hôte et l'autre était le parasite, celui qui se nourrit sur son hôte.

Le climat changea, la végétation évolua, l'écologie fut différente. L'hôte s'adapta à son nouveau milieu et à son alimentation. Il en fut de même des parasites : pas une plante, pas un invertébré ou vertébré ne fut épargné. Dans le sens le plus large le terme parasite désigne un virus, une bactérie ou un champignon, mais souvent on limite la signification aux protozoaires, helminthes et arthropodes. Dans le sens le plus péjoratif, ce terme désigne également l'homme.

On connaît des milliers d'espèces différentes de parasites et pour être plus précis plus d'un million. On les retrouve dans n'importe quel organe,

dans le cerveau, l'œil et le tractus gastro-intestinal, dans le rein et le vagin, au niveau de la peau ou dans les muscles, dans le foie, le poumon ou la trachée. On les retrouve transmis de façon active ou passive par les moustiques ou les taons qui transmettent la filariose ; par les mollusques, les fourmis ou les crabes qui transmettent l'infection par les trématodes et spécialement les schistosomes ; par les acariens ou les coléoptères hôtes vecteurs de certains cestodes ; par les poissons, les oiseaux et tous les animaux domestiques ou sauvages, hôtes intermédiaires pour les grandes épidémies ou endémies rencontrées chez l'homme, qui consomme leur viande, crue ou insuffisamment cuite. Je pense ici spécialement à la cysticerose, la trichinose et la capillariose. Aux germes hautement pathogènes s'ajoutent encore les mauvaises herbes qui, comme les concurrentes des plantes cultivées, gênent la croissance normale des végétaux et de ce fait influençant leur rendement.

Si l'on calcule les pertes provoquées par les facteurs suivants : parasites, maladies causées par les virus, les bactéries, les champignons et par les mauvaises herbes, on obtient des chiffres vraiment astronomiques (fig. 1).

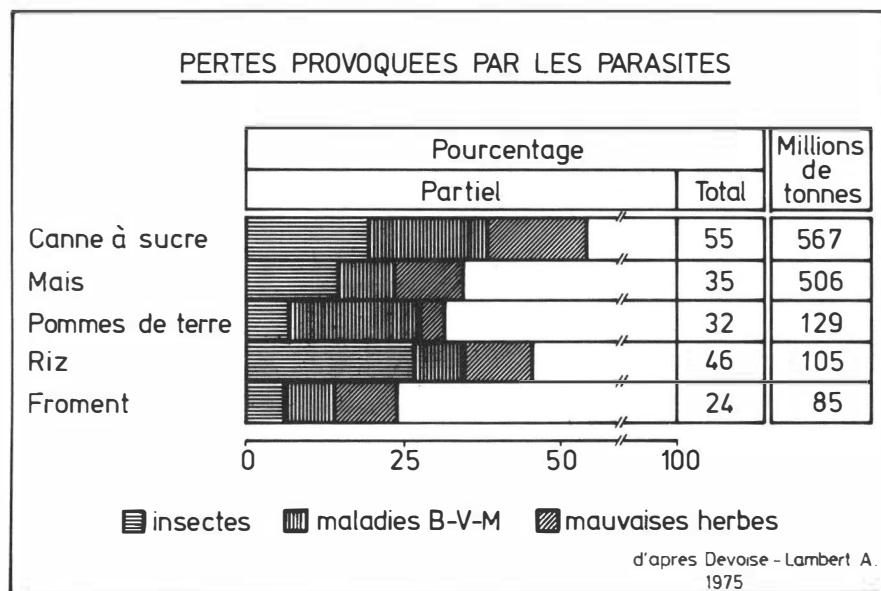


FIG. 1. — Pertes provoquées par les parasites.

Pour les cinq cultures, de première importance pour tous les peuples du monde, on a estimé les pertes annuelles exprimées en pourcentage et en quantité totale à plus de 1400 millions de tonnes de vivres ce qui représente environ 1 kg par jour pour chacun des 4 milliards de personnes habitant notre globe. En d'autres termes cette quantité seule serait suffisante pour nourrir amplement un autre milliard de personnes.

Mais n'oublions pas que de toutes façons ce chiffre reste en dessous de la vérité car on n'a pas pris en considération toutes les autres cultures parfois moins bien soignées ou encore plus sensibles. Je cite l'avoine, le seigle et le sarrasin, les haricots, les arachides et le colza, le manioc, le sorgho et toutes ces autres plantes ou fruits qui seront perdus – en partie au moins – pour le bien-être de l'homme d'aujourd'hui et de demain.

Les gaspillages existent mais sont hors de proportion avec des pertes provoquées par une technologie non adaptée, insuffisante ou inadéquate.

Après avoir évoqué cet aspect, biais plutôt inhabituel pour évoquer l'influence des parasitoses humaines et animales, je reviens à mon sujet. Lorsque l'homme a domestiqué les premiers animaux, il a déjà semé le blé. Un équilibre s'établit entre cette triade intimement entrelacée formant une chaîne sans fin de biotransformation. Les ruminants lui fourniront la laine, le lait et la force motrice. Accidentellement, il y aura de la viande et la peau car les protéines animales proviennent normalement des animaux sauvages. Pour certaines peuplades, ce seront des fourmis volantes ou des sauterelles ; une trompe d'éléphant sera une délicatesse, un lièvre faisandé une spécialité, un poisson cru un passe-temps agréable au moment de la plantation du riz. Malheureusement pour d'autres, il n'y aura ni antilopes ni bisons ou lièvres, jamais de friandises ni même le strict nécessaire pour survivre.

Parmi toutes les causes je n'évoquerai que celles déjà signalées pour les végétaux, c'est-à-dire, les parasitoses. Elles se distinguent des maladies virales ou bactériennes car ne se multipliant pas à l'intérieur de leur hôte définitif – l'anguillulose étant l'exception qui confirme la règle – l'infection doit venir de l'extérieur : œuf après œuf, larve après larve, metacestode ou metacercarie l'un après l'autre. Chacun ne produira qu'un seul individu adulte. Au fur et à mesure que le nombre augmente, les effets pathogènes deviennent plus prononcés : ils sont alarmants lors d'une infestation massive et au degré extrême compromettent la vie de leur hôte mais cela est – surtout en médecine humaine – plutôt rare.

C'est pour cette raison que les parasitoses en général et celles du tractus intestinal en particulier, sont considérées comme des infections banales que l'on a observées chez les enfants comme chez les adultes.

Au cours des siècles et des siècles, les helminthes n'ont pas rétrogradé d'un pas là où l'hygiène est restée insuffisante et là aussi où la lutte a été non pas généralisée mais limitée à des individus isolés.

Les parasitoses ne causant que rarement de véritables tragédies, sont acceptées comme inévitables et avec soumission, comme faisant partie intégrante de la vie. Dès que l'endémie s'aggrave, on est confronté avec l'extrême complexité du problème qui concerne à la fois les hôtes définitifs, intermédiaires ou accidentels, les vecteurs, la biologie, la pollution et la protection de la nature.

Cette problématique concerne autant la médecine humaine que la médecine vétérinaire car les parasites ne font pas de différence préétablie entre l'*Homo sapiens* et l'âne ou le chameau. Au cours des siècles les cycles biologiques se sont établis et ne changeront plus jamais.

Si l'on doit faire une distinction entre l'homme et l'animal, cela concerne surtout ce dernier. En effet, l'évolution du cheptel est tellement importante que l'on reconnaît encore à peine soit l'animal soit sa qualité soit son rendement. Le cheval de trait pèse plus d'une tonne, une vache laitière produit annuellement 8 000 litres de lait, un poulet est engraisé en 6 à 7 semaines à 2 kg, un mouton mérinos produit 15 kg de laine de première qualité par an.

Le revers de la médaille est plus sombre car les exigences alimentaires augmentent en proportion de la rentabilité, et en même temps la sensibilité aux germes s'accroît et la résistance générale et locale diminue.

Bien que le terrain soit devenu plus favorable, l'helminthe ne tuera pas car la mort de son hôte signifiera sa propre disparition. Il s'installe, il suce et se nourrit, il creuse les voies de ses migrations, il mine et détruit de façon progressive, il sape la santé et rend parfois aveugle mais tient son ange gardien en vie.

Enumérons les multiples causes responsables des effets pathogènes provoqués de façon directe ou indirecte (tableau 1).

TABLEAU 1
Action pathogène des helminthes

Spoliativ :	sang, acides aminés, sucre, minéraux, vitamines A
Toxique :	toxines agissant sur les fonctions vitales
Traumatique :	perforations, migrations, blessures
Mécanique :	obstruction, compression
Inoculatrice :	introduction de germes
Inflammatoire :	granulomes, abcès
Immuno-suppressive :	diminution de la résistance

En premier lieu, l'action spoliatrice est d'ailleurs la plus évidente puisque, par définition, le parasite vit aux dépens de son hôte. Si la plupart de ces données semblent évidentes, certaines sont difficiles sinon impossibles à traduire en chiffres absolus. Pour mieux illustrer ceci, je donnerai quelques exemples.

L'ascaris est l'helminthe le plus répandu dans le monde entier. Il se caractérise d'une part par sa pathogénicité plus chez l'enfant que chez l'adulte, par sa distribution géographique cosmopolite et par son pouvoir de reproduction exceptionnel. Le ver femelle adulte contient jusque 27 millions d'œufs et en pond environ 200 000 par jour. En admettant que chaque ver pèse 10 g et que chaque individu infecté est porteur de 10 ascaris et que finalement environ 1 milliard de personnes sont infectées, le poids total de cette masse de protéines inutiles, invendables et même nuisibles se chiffre à 100 millions de kilogrammes, ce qui a exigé pour se former au moins quatre fois autant de matières premières destinées à l'homme.

Il faut ajouter encore l'énergie nécessaire pour leurs besoins quotidiens, pour leur maintien sans oublier de prendre en considération la production de milliards d'œufs. Ceux-ci, à leur tour, souillent les environs de la maison, de l'école et des autres lieux de rencontre. Ils seront la source de la contamination d'autres individus ou de la réinfection de ceux déjà atteints. Cette énergie perdue représente la partie prélevée d'office par le parasite. L'hôte perd encore d'avantage car le métabolisme de l'azote étant compromis, plus de 7 % de l'azote protéinique est perdu avec les matières fécales. Ce phénomène s'accroît encore par une déficience alimentaire en protéines et par l'absorption compromise des graisses.

Le tableau négatif restera incomplet si l'on n'y ajouterait pas l'inconfort, la douleur, l'absentéisme à l'école ou au travail ayant comme corollaires handicap intellectuel et manque à gagner économique. On ne doit pas oublier de signaler les pertes dues aux déplacements vers l'hôpital ni les consultations des médecins ou des guérisseurs, réclamant eux aussi des honoraires.

La sensibilité accrue vis-à-vis des maladies virales et bactériennes est certainement la moins spectaculaire mais probablement la plus dangereuse évolution d'une parasitose. Sur le terrain ainsi préparé, dépourvu de la résistance normale, l'un ou l'autre germe peut provoquer la mort de l'individu. Ce germe sera la cause apparente de la mort mais le parasite en restera le vrai responsable. Pour un non-averti, c'est un crime parfait.

L'ascaris appartient à un groupe d'helminthes que l'on classe, avec les ankylostomes, les anguillules, les trichostrongyles et quelques autres

nématodes et cestodes de moindre importance, dans la catégorie des «Soil transmitted helminths» – les helminthes transmis par le sol. Le cycle étant direct, les formes infectieuses – œufs ou larves – se trouvent dans le sol. Elles parviennent par voie orale (œufs) ou par voie transcutanée (larves) chez l'hôte chez qui, après de multiples migrations et pérégrinations compliquées, elles deviennent adultes et capables de se reproduire.

Cette série d'helminthes est la plus répandue dans le monde entier. Il y a cependant un rapport direct entre la prévalence et les facteurs favorisants qui sont : manque d'hygiène, mœurs et habitudes ancestrales, densité de la population et conditions atmosphériques. Une température humide et chaude étant idéale, les pays tropicaux et subtropicaux sont les plus exposés (v. tableaux 2, 3, 4, 5).

TABLEAU 2
Helminthiases humaines (Europe)
Recensement de la population (1977) : 780 millions
Données basées sur 34 enquêtes parasitologiques dans 13 pays (1965-1977)

Espèces de vers	Nombres positifs		% infection	Population infectée *
	pays	enquêtes		
<i>Ascaris</i> sp.	12	31	15	117.0
«Hookworm» sp.	2	3	1	7.8
<i>Trichuris</i> sp.	12	30	29	226.2
<i>Strongyloides</i> sp.	2	2	0.2	0.8
<i>Enterobius</i> sp.	7	22	25	195.0
<i>Hymenolepis</i> sp.	6	14	9	70.2
<i>Taenia</i> sp.	4	8	3	23.4

* Nombre estimé en millions.

SOURCE : Document Janssen Pharmaceutica, Beerse (Belgique).

Nous connaissons deux espèces d'ankylostomes : celle de l'Ancien Monde, *Ankylostoma duodenale* (Italie), importée en premier lieu en Amérique du Sud, et celle du Nouveau Monde, *Necator americanus*, introduite d'abord en Afrique où elle prédomine encore. Les deux espèces ont la caractéristique qu'elles partagent d'ailleurs avec *Trichuris trichiura* d'être hémaphages et de provoquer au niveau d'implantation des blessures et des hémorragies occasionnées par les dents ou lancettes de la capsule buccale.

TABLEAU 3
Helminthiases humaines (Afrique)
Recensement de la population (1977) : 359 millions
Données basées sur 47 enquêtes parasitologiques dans 24 pays (1965-1977)

Espèces de vers	Nombres positifs		% infection	Population infectée *
	pays	enquêtes		
<i>Ascaris</i> sp.	23	40	23	82.6
<i>Ancylostoma</i> sp.	24	40	25	89.8
<i>Trichuris</i> sp.	19	27	22	79.0
<i>Strongyloides</i> sp.	12	13	7	21.1
<i>Trichostrongylus</i> sp.	1	1	8	1.1
<i>Enterobius</i> sp.	8	11	9	32.3
<i>Ternidens</i> sp.	1	1	5	0.4
<i>Hymenolepis</i> sp.	9	14	3	18.0
<i>Taenia</i> sp.	4	8	6	10.8

* Nombre estimé en millions.

SOURCE : Document Janssen Pharmaceutica, Beerse (Belgique).

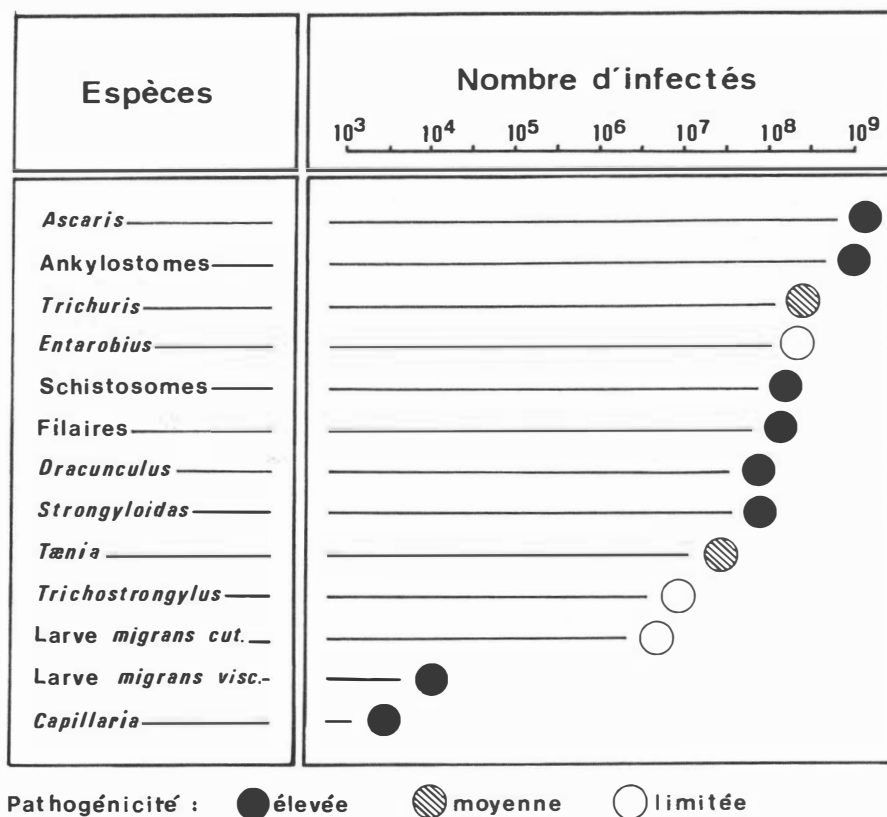
TABLEAU 4
Helminthiases humaines (Asie)
Recensement de la population (1977) : 2401 millions
Données basées sur 85 enquêtes parasitologiques dans 23 pays (1965-1977)

Espèces de vers	Nombres positifs		% infection	Population infectée *
	pays	enquêtes		
<i>Ascaris</i> sp.	21	78	40	960.4
«Hookworm» sp.	21	65	24	576.2
<i>Trichuris</i> sp.	21	73	33	792.3
<i>Strongyloides</i> sp.	9	13	2	48.0
<i>Trichostrongylus</i> sp.	3	10	35	44.0
<i>Enterobius</i> sp.	12	30	8	192.1
<i>Hymenolepis</i> sp.	11	31	4	96.0
<i>Taenia</i> sp.	9	17	2	48.0

* Nombre estimé en millions.

SOURCE : Document Janssen Pharmaceutica, Beerse (Belgique).

TABLEAU 5
Incidence mondiale et pathogénicité des helminthiases



Cela entraîne outre l'anémie directe une anémie indirecte due au manque de fer et à l'insuffisance d'hématopoïèse. On estime que chaque parasite serait responsable d'une perte de sang estimée à 0,15 ml par jour. Si un milliard de personnes sont infectées chacune avec 10 helminthes l'hémorragie annuelle totalise 547 millions de litres de sang. Avec cette quantité on pourrait remplir un train tirant 27 500 wagons citernes contenant 20 tonnes de sang. Ce train ne s'appelle pas le TGV mais le TRM – le train rouge de la mort.

Hayashi en 1980 a calculé pour le Japon, pays riche et avec un niveau d'hygiène supérieur à la moyenne, que les pertes annuelles sont de

l'ordre de 60 millions de dollars U.S. Ce chiffre est exclusivement basé sur le manque à gagner et est à imputer aux heures perdues, à la perte de la rentabilité et d'efficacité.

Les chiffres des pertes provoquées par les parasites chez le cheptel concernent d'une part la mortalité et d'autre part la morbidité illustrée entre autre par la diminution du rendement – lait, laine et viande – et aussi par les saisies totales ou partielles lors de l'abattage.

L'homme a deux rivaux au point de vue de l'alimentation : en premier lieu le porc et puis la volaille. La production industrielle de ces animaux se fait partiellement au détriment de l'homme surtout quand on fait la balance finale. Si dans les régions tropicales le cheptel est le plus nombreux, les maladies parasitaires y sont également le mieux représentées, l'amélioration génétique et alimentaire la moins poussée, les hôtes vecteurs ou intermédiaires les plus répandus. Outre les maladies cosmopolites le cheptel des régions tropicales sera exposé aux maladies spécifiques de ce climat. Citons la trypanosomiase africaine, asiatique ou sud-américaine, responsable de pertes élevées mais, à ma connaissance, jamais chiffrées.

En Amérique centrale et du Sud, la myiase due à des larves appartenant à différentes espèces de mouches, entre autres *Dermatobia* et *Chrysomya*, est la base de pertes plus élevées que toutes les parasitoses ensemble.

Le film de Peter Kassovitch – *La Guerre des Insectes* – est un bel exemple de «science-fantasy». La présence de milliers de tiques appartenant à une demi-douzaine de genres, fixées sur la peau, se nourrissant de sang et transmettant des maladies diverses toutes à mortalité élevée, est un prototype de «science-reality». Ici aussi les chiffres des pertes, même approximatifs, manquent, mais l'on peut affirmer que la présence de tiques de même que la présence éventuelle de glossines, sont les facteurs déterminants qui empêcheront, détruiront ou compromettront l'élevage.

Comme nous l'avons fait pour les endoparasites de l'homme, je citerai quelques chiffres établis en médecine vétérinaire.

Dans le tableau 6, l'on résume quelques parasitoses influençant les propriétés organoleptiques de la viande de boucherie entraînant des pertes totales ou partielles. La cysticercose se constate aussi bien chez le bœuf, le porc, le mouton ou le dromadaire. Pour les deux premiers, l'hôte définitif est l'homme, pour les deux suivants c'est le chien.

Chaque personne infectée pourrait être la source de contamination de milliers de bovins ou de suidés. Si la prévalence de la cysticercose à *Taenia saginata* est environ de 1 %, celle-ci atteint dans certaines régions

d'Afrique (Ethiopie) près de 100 % du cheptel. Si celle à *Taenia solium* a pratiquement disparu en Europe occidentale elle est encore présente de façon massive au Mexique, en Nouvelle Guinée, au Rwanda et au Burundi.

TABLEAU 6
*Rôle pathogène spécifique des helminthes
sur les denrées alimentaires d'origine animale*

1 Saisie totale :	trichinose cysticercose	
Saisie partielle :	foie poumon reins muscles	distomatose dictyocaulose stephanurose parafilariose
2 Dégradation de la qualité		verminose gastro-intestinale cysticercose distomatose

La viande de ces animaux infectés doit, pour être revalorisée avant d'être consommée, être stérilisée par la chaleur ou par la congélation. Ces deux procédés sont très coûteux et pratiquement irréalisables dans les zones tropicales. De cette façon la chaîne sans fin continue de tourner et le cycle infernal de contamination et d'infection se maintient, s'étend et hypothèque la production de denrées alimentaires d'origine animale. Il en est de même de la distomatose qui a une distribution encore plus étendue. Les pertes de poids, la dégradation de la qualité de la viande et de la laine, la saisie des organes, la diminution de la production du lait sont directement à imputer à ce parasite.

C'est la verminose gastro-intestinale qui chez les ruminants compromet au maximum l'élevage. La localisation au niveau de l'estomac empêche la production normale des enzymes devant intervenir dans la digestion. L'hypoplasie gastrique entraîne ensuite des désordres intestinaux accompagnés de pertes de protéines et de cations, de diarrhée, d'amaigrissement et finalement provoque la mort.

La croissance pondérale journalière est directement corrélée au nombre d'helminthes qui, dès leur stade larvaire ou juvénile, exercent leur action pathogène. Ces pertes varient de 1 à 100 %.

TABLEAU 7
Besoins en protéines animales

Période	Allaitement	Croissance	Production
Mammifères			
Homme	× × ×	× × ×	× ×
Herbivores	× × ×	(×)	(×)
Omnivores	× × ×	× ×	× ×
Oiseaux		× ×	× ×
Poissons		× ×	× ×

TABLEAU 8
Tableau comparatif par région des caractéristiques du cheptel

Régions	Froides	Tempérées	Tropicales
Nombre de bovins	×	× × ×	× × ×
Nombre d'ovins	×	× × ×	× × ×
Nombre de caprins	×	×	× × ×
Nombre de porcins	×	× × ×	×
Amélioration génétique	×	× × ×	×
Amélioration alimentaire	×	× × ×	×
Maladies épizootiques	×	× ×	× × ×
Maladies parasitaires	×	× ×	× × ×

TABLEAU 9
Sources de protéines animales

	Viande	Lait	Fromage	Sang	Œufs
Mammifères					
Herbivores					
– Ruminants	× × × ×	× × × ×	× × ×	×	
– Non ruminants	×	–	–	–	
Omnivores	× × ×	–	–	–	
Oiseaux	× ×				× × ×
Poissons	× × ×				×

Chez le porc l'effet néfaste numéro un est à imputer à *Ascaris suum*, un proche parent de celui parasitant l'homme. Dans la période néonatale l'ascaridiose est responsable, au moins dans les zones tempérées, de 15 % de mortalités. Elle influencera la croissance de façon négative pour au moins de 25 % de pertes. Finalement, lors de l'abattage, le foie est porteur de lésions nécessitant la destruction de cet organe. Toutes ces maladies

influencent la qualité ou la quantité des denrées alimentaires d'origine animale à tel point que la lutte organisée et systématique s'impose. À ce moment il faut choisir, il faut prendre une décision car il faut survivre.

En médecine vétérinaire l'on a déjà adopté le traitement de masse périodique ou répété de sorte que l'on parvient à tenir les parasites sous contrôle.

TABLEAU 10
Traitement au Mebendazole aux Philippines
(d'après BAZON, 1976)

Pourcentage d'infection							
Espèces	Avant	Après le nombre de cures indiqué					
		1	2	3	4	5	6
<i>Ascaris</i>	78	8	5	5	2	4	3
«Hookworm»	31	2	3	3	1	1	2
<i>Trichuris</i>	88	16	14	8	3	3	9

Total	Nombre de traitements	%
574	6 cures	22
	5 cures	25
	4 cures	14
	1-3 cures	35

Total	Nombre d'examen de selles	%
559	6 spécimens	27
	5 spécimens	20
	4 spécimens	16
	1-3 spécimens	33

Il importe de faire admettre un système comparable en médecine humaine.

Pour réussir il importe de s'attaquer d'abord aux parasites à cycle direct, les plus pathogènes et que la population reconnaît aisément. Il est même utile de changer le terme médicament quand il s'agit d'un anthelminthique en un terme comme adjuvant pour la santé.

La réussite est garantie s'il ne faut pas d'abord changer la mentalité des populations ni leurs habitudes ou l'hygiène générale ou personnelle. Si le traitement de masse doit nécessairement s'étendre en tache d'huile, il faut commencer par les plus exposés, les plus touchés, les plus vulnérables.

L'on sauve la postérité si l'on sauve l'enfant. Il s'agira des familles avec des enfants, les enfants à l'âge préscolaire et à l'âge d'écolage primaire, puis viendront les familles où l'on a constaté des cas positifs puis on étendra le traitement à des clans et groupes ethniques pour atteindre finalement toute la population.

Il y aura des difficultés, il y aura des frais et une logistique spéciale est à créer mais la récompense sera immense et durable.

Symposium
«Malnutrition du Tiers Monde»
(Bruxelles, 11 décembre 1981)
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
pp. 39-54 (1983)

Symposium
"Malnutritie van de Derde Wereld"
(Brussel, 11 december 1981)
Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
pp. 39-54 (1983)

AKTUELE EN POTENTIËLE PRODUCTIVITEIT VAN TROPISCHE BODEMS

DOOR

C. Sys *

SAMENVATTING. — In deze studie wordt nagegaan in welke mate het fysisch milieu in de tropen de behoeften dekt van de voedselgewassen en aldus de actuele produktiviteit bepaalt. Tevens wordt nagegaan hoe de limitaties kunnen weggewerkt worden om een verbeterde of zelfs potentiële produktiviteit te bekomen.

In de ariede tropen dient voedselproduktie te geschieden op bodems geschikt voor irrigatie. Hierdoor wordt reeds een zeer belangrijk gedeelte van deze gebieden (zandduinen, stenige substraten, kalkkorsten, gipssubstraten) voor het voedselproduktieproces uitgeschakeld. In de bevoelbare zones kan de actuele produktiviteit sterk opgedreven worden door het beheersen van de zoutproblemen, door rationele irrigatie en drainage en door het gebruik van meststoffen, vooral stikstof en fosfor.

De actuele produktiviteit van de vochtige tropen wordt essentieel bepaald door beperkingen in verband met de bodemvruchtbaarheidstoestand. Door het opheffen van deze beperkingen kan de produktie 3 tot 4 maal vermeerderd worden. Wel kan gebrek aan bodemvocht een limiterende faktor zijn in savannagebieden met droog seizoen. De traditionele landbouw is echter goed aangepast aan de seizoenvariatie van de hydrische faktor. In een groot deel van de tropen kan de produktie van voedselgewassen nog opgevoerd worden door uitbreiding van het kultuurareaal. In dicht bevolkte streken kan dit alleen geschieden door intensifiëring van de kultuurmethodes. Hierbij moet dan getracht worden de potentialiteit te benaderen door het instellen van een optimale cationenbalans, het verminderen van de fosforfixatie door toediening van initieel hoge dosissen P_2O_5 en het onderhouden van de stikstof- en kalihuishouding, zonder daarbij de spoorelementen te vergeten.

RÉSUMÉ. — *Productivité actuelle et potentielle des sols tropicaux.* — Dans la présente étude, on examine dans quelle mesure le milieu physique des régions tropicales et subtropicales couvre le besoin des plantes vivrières et détermine ainsi la productivité actuelle. Ensuite on examine comment diminuer ou annuler les limitations pour augmenter les rendements et s'approcher de la productivité potentielle.

Dans les tropiques arides la production de vivres est limitée aux zones aptes à l'irrigation. Par ce fait une partie importante de ces régions (dunes, substrats caillouteux,

* Geassocieerde van de Academie ; Rijksuniversiteit Gent, B-9000 Gent (België).

croûtes calcaires, substrats à gypse) est inapte à la culture. Dans les zones irriguées on peut augmenter la productivité actuelle par le contrôle de la salinité par l'élaboration d'un système rationnel d'irrigation et de drainage et par l'utilisation d'engrais particulièrement azote et phosphore.

La productivité actuelle des tropiques humides est déterminée essentiellement par des limitations en relation avec le niveau de fertilité des sols. Annuler ces limitations peut augmenter 3 à 4 fois la productivité.

Le manque d'eau pourrait être considéré comme facteur limitatif dans les régions de savane à longue saison sèche. Cependant l'agriculture traditionnelle est bien adaptée aux variations saisonnières du facteur hydrique.

Dans une partie importante des régions tropicales on peut augmenter la production de vivres par extension des surfaces cultivées. Cependant dans les zones à pression démographique on doit passer à une intensification de l'agriculture. En ce moment il est nécessaire de viser vers la productivité potentielle par une amélioration de la balance cationique (Ca, Mg, K), la diminution du pouvoir de fixation des sols pour le phosphore par l'application de hautes doses de P_2O_5 , l'entretien du niveau azoté et potassique sans oublier les oligo-éléments (Zn, Cu, Bo).

**

Het produceren van voedsel voor de mens is in de eerste plaats het telen van planten. Deze planten worden direkt door de mens geconsumeerd of worden door het dier omgezet in produkten, die weer als voedsel voor de mens dienen.

Plantenproduktie is in feite een moleculair biologisch zonne-energie-proces waarbij uit koolzuur en water koolhydraten gesynthetiseerd worden. Gunstig bij dergelijke processen is dat de plantenproduktie per tijdseenheid zo groot mogelijk is ; hierbij is de hoeveelheid zonne-energie bepalend voor de potentiële assimilatiecapaciteit en in dat opzicht staan de tropen er wel gunstig voor. Inderdaad, de hoogste potentiële produktie door fotosynthese is 124 T/ha koolhydraten tussen de 10° en 20° breedtegraden, terwijl dit potentieel daalt tot 12 T/ha voor de breedtegraden 70 N en 50 (DE WIT, 1966).

Nu groeit de plant in twee milieus, namelijk grond en lucht. De lucht is de bron van zuurstof en koolzuur ; de mineralen en het water moeten uit de grond komen. De bodem moet daarom aan de plant de mogelijkheid bieden een zo actief mogelijk wortelstelsel te ontwikkelen zodat beschikbaar water en voedingselementen maximaal kunnen benut worden, er tevens rekening mee houdend dat optimale ontwikkeling eveneens een goede bodemverluchting nodig heeft.

Uit deze algemene beschouwingen kunnen we afleiden dat, voor plantenproduktie, men behoefte heeft aan :

- ruimte voor actieve beworteling,
- lucht,
- water,
- voedingselementen, zonder toxische componenten.

Voor een rationeel bodemgebruik moet daarbij de topografie en de bodembewerkbaarheid beantwoorden aan de normen gesteld door de bedrijfsstructuur.

In deze studie zullen we nagaan in welke mate deze behoeften vervuld zijn in de tropen en er de aktuele produktiviteit bepalen. Verder hoe in deze behoeften kan voorzien worden door rationeel bodembeleid die dan naar een verbeterde en zelfs potentiële produktiviteit kan streven.

We zullen daarom vanaf de aride tot de vochtige tropen deze factoren onderzoeken.

DE ARIDE EN SUB-ARIDE GEBIEDEN

In de ariede en sub-ariëde tropen is water de voornaamste beperking. Bevolking en traditionele landbouw zijn gevestigd daar waar water beschikbaar is voor bevoeiing en de bodems geschikt zijn voor irrigatie.

De geïrrigeerde landbouw is aangepast aan het fysisch milieu en de aktuele produktiviteit wordt vooral beheerst door de geschiktheid van water en bodem voor bevoeiing.

De geschiktheid van irrigatiewater wordt bepaald door het zoutgehalte en de relatieve hoeveelheid natriumionen ten opzichte van calcium en magnesium. Verder zal het boorgehalte eveneens een rol spelen.

De geschiktheid van de bodem voor bevoeiing wordt beïnvloed door :

- drainage- en aeratietoestand,
- waterbergingsvermogen,
- zout- en alkalitoestand,
- bewerkbaarheid,
- mogelijke uitbouw van de irrigatie-infrastructuur,
- stabiliteit van de velden en irrigatie-infrastructuur.

Een groot deel van de aride gebieden is gekenmerkt door deflatiezones met stenig substraat. Deze gebieden hebben geen aktuele noch potentiële produktiekapaciteit voor de teelt van landbouwgewassen.

Andere gebieden afgedekt met kalkkorsten zijn eveneens ongeschikt voor landbouwontwikkeling.

De gipssubstraten worden gebruikt voor traditioneel geïrrigeerde landbouw daar waar ze afgedekt zijn met een voldoende dikke laag (+ 30 cm) van gipsvrije of licht gipshoudende sedimenten. De verbouwde gewassen zijn tarwe, gerst en groenten. De aktuele opbrengsten voor tarwe en gerst variëren van 500 tot 750 kg/ha. Deze bodems hebben zeker een hoog potentieel dat echter moeilijk kan bewerkstelligd worden omwille van de oplosbaarheid van het gipssubstraat, waardoor verzakkingen optreden in de velden en de kanalen, met sterke beschadiging van de irrigatie-infrastructuur. De potentialiteit kan alleen benaderd worden door de uitbouw van een aangepast bevoeiingssysteem (beregening, drip) en het gebruik van een goed gedoseerde hoeveelheid irrigatiewater. Dergelijke kultuurtechniek is economisch alleen verantwoord voor het verbouwen van waardevolle gewassen zoals fruit en groenten.

De grote zandduingebieden worden niet gebruikt in de traditionele landbouw. De soms gestelde potentiële waarde van deze Quartzipsamments blijft beperkt tot lokaal intensief gebruik voor specifieke geïrrigeerde groenten zoals tomaten en auberginen.

De traditioneel geïrrigeerde landbouw van de aride en sub-aride zone is dan ook gevestigd in de alluviale gebieden. De voornaamste gewassen zijn tarwe, gerst, rijst alfalfa, klaver en groenten.

De beperkende factoren voor aktuele en potentiële produktiviteit zijn hier meestal de zouttoestand en het kalkgehalte van de bodems. Voor deze beide komponenten is de gevoeligheid van de gewassen sterk variërend (tabellen 1 en 2). De aktuele produktiviteit zal dus sterk beïnvloed worden door kalk- en zouttoestand van de bodems. Gezien het calcium carbonaat gehalte van de bodem niet kan gewijzigd worden, zal dit gehalte ook sterk de potentiële produktiviteit beïnvloeden. De zouttoestand daarentegen kan verbeterd worden door rationeel irrigeren en afdraineren van de zouten. Dit betekent dat op zoutgronden het potentieel kan benaderd worden door controle van de zouttoestand met een goed irrigatiesysteem. Daar waar grondwater aanwezig is moet een gecombineerd irrigatie-drainagesysteem uitgebouwd worden. Het succes van ontzouting wordt sterk beïnvloed door de doorlaatbaarheid van de bodem en zal dus niet overal succesrijk zijn. Een speciaal probleem stellen de zware Vertisolen.

Tabel 3 illustreert de produktiekapaciteit in de Mesopotamische Vlake van Irak.

TABEL 1
Calcium carbonaat behoefte van verschillende gewassen
 (Sys en RIQUEIR, 1979)

Gewassen	% CaCO ₃	
	Optimaal	Marginaal
<i>Tolerante gewassen</i>		
Sorgho	0-30	30-75
Tarwe, gerst	0-30	30-60
Suikerriet, aardnoten, gierst	0-25	25-50
<i>Matig tolerante gewassen</i>		
Sojaboon	0-20	20-35
Mais, rijst, zoete aardappelen	0-15	15-30
<i>Gevoelige gewassen</i>		
Aardappel	0-15	15-25
Citrus	0-10	10-25
Banaan	0-5	5-15
<i>Zeer gevoelige gewassen</i>		
Manioc, taro	0-1	1-10

TABEL 2
Gevoeligheid van enkele gewassen voor zouten
 (Sys en RIQUEIR, 1979)

Gewassen	Geleidbaarheid gesatureerd bodem-extract	
	Optimaal	Marginaal
Gerst	0-8	8-12
Tarwe, sorgho	0-5	5-10
Mais, gierst	0-4	4-6
Rijst	0-2	2-4
Aardappelen, zoete aardappelen, soja	0-3	3-6
Maniok, bananen	0-2	2-4

TABEL 3
Aktuele en potentiële produktiviteit in de Mesopotamische Vlakte van Irak

Gewassen	Opbrengst in kg/ha		
	Traditionele landbouw	Verbeterde landbouw	Potentieel
Tarwe	500-1 000	1 500-2 000	4 000
Gerst	700-1 000	1 700-2 000	4 000
Rijst	1 000-1 500	—	5 000-7 000
Mais	—	4 000	7 000-8 000

Aan de rand van de aride zone, bij een neerslag van 250-400 mm, worden voedingsgewassen, vooral tarwe, verbouwd onder een "Dry farming system". In de "Jezirah dry farming area" van Noord-Irak noteert men onder traditionele landbouw tarwe-opbrengsten van 400-600 kg/ha. Mits rationeel gebruik van meststoffen, vooral N en P, wordt het "dry farming" potentieel van dat gebied geraamd op 1.000-1.200 kg/ha voor tarwe.

DE VOCHTIGE EN SUB-VOCHTIGE TROPEN

De voornaamste voedingsgewassen in de tropische zone zijn : gierst, sorgho, maïs en rijst als graangewassen. Gierst komt voor in het droge gedeelte en rijst is het best aangepast aan de vochtige tropen. Andere belangrijke voedingsgewassen zijn maniok, ignaam en banaan.

De bodembeperkingen zijn eveneens van fysische en scheikundige aard.

De optimale ontwikkeling van de wortelzone wordt heel dikwijls beperkt door de aanwezigheid van laterietbanken en grint op geringe diepte. Aktuelle en potentiële produktiviteit zullen dus afhankelijk zijn van de diepte van de bodems (tabel 4).

TABEL 4
Optimale en marginale diepten voor enkele voedingsgewassen
(Sys en RQUIER, 1979)

Gewassen	Diepte van de bodem in cm	
	Optimaal	Marginaal
Graangewassen	+ 50	25-50
Geïrrigeerde rijst	+ 100	50-100
Maniok	+ 100	75-100
Banaan	+ 100	50-100
Aardnoot	+ 75	50-75

Reliëf en landschap kunnen beperkende factoren zijn zowel voor aktuelle als voor potentiële produktiviteit.

Hellingen van meer dan 30 % kunnen nog moeilijk gebruikt worden voor traditionele landbouw en voor mechanisatie lijken hellingen van 12-16 % marginaal.

Ook de aanwezigheid van een groot aantal termietenheuvels kan de intensificatie van de landbouw sterk gaan belemmeren.

Drainage- en overstromingstoestanden zullen verder in grote mate de actuele en potentiële waarde van een bodem bepalen. Goed en matig goed gedraineerde bodems zijn optimaal voor het verbouwen van de meeste voedingsgewassen. Alleen waterrijst gedijt optimaal op minder goed gedraineerde bodems en vereist daarbij water aan de oppervlakte.

Dit impliceert een onmiddellijke invloed op de verbreiding van deze gewassen.

In de tropen is beschikbaarheid van water eveneens belangrijk voor optimale plantengroei. De hoeveelheid beschikbaar water is in de eerste plaats afhankelijk van de hoeveelheid neerslag en de verdeling over het groeiseizoen. De verbreiding van de voedingsgewassen is duidelijk aan het regenpatroon aangepast en voor iedere agro-ecologische zone heeft men specifieke gewassen die er optimaal kunnen ontwikkelen (tabel 5).

TABEL 5
Spreading van enkele tropische gewassen in functie van de regenneerslag

Neerslag (mm)	Voedingsgewassen
300- 600	Gierst (sorgho)
600- 900	Sorgho, gierst (maïs)
900-1 250	Maïs, sorgho (maniok)
1 250-1 500	Rijst, maïs, maniok (banaan)
+ 1 500	Rijst (maïs), manick, banaan

Binnen de agro-ecologische zones zal het beschikbare water en de droogte-gevoeligheid afhankelijk zijn van bodemkenmerken zoals korrel-groottesamenstelling, kleimineralogie en humusgehalte. Al deze kenmerken beïnvloeden de sorptiecapaciteit van de bodem die door MOORMANN en VAN WAMBEKE (1978) gecorreleerd werden met de hoeveelheid beschikbaar water volgens de vergelijking :

$$AWC = 9,03 + 0,048 \text{ CEC} ; r = 0,72$$

AWC : nuttig water in % per 100 g klei

CEC : sorptiecapaciteit in meq. per 100 g klei.

De beschikbaarheid van lucht wordt bepaald door de bodemaggregatie die tevens de macro-porositeit bepaalt.

De totale porositeit van tropische bodems ligt omstreeks de 50 % en de helft hiervan wordt ingenomen door de macro-porositeit. Deze hoge porositeit is het gevolg van de sterke aggregatie door sesquioxiden. De aggregatie wordt mede bepaald door de organische stof, vooral de macro-

structuur. Te sterke afname van het humusgehalte kan tot structuurverval leiden en de bodemverluchting ongunstig beïnvloeden. De bodemverluchting kan verder in het gedrang gebracht worden door ongunstige drainagevoorwaarden.

De voornaamste beperkingen voor de produktiviteit van de tropische bodems is de lage voedingstoestand, samen met de geringe capaciteit om voedende bestanddelen vast te leggen.

Ingevolge de specifieke kleimineralogie is de sorptiecapaciteit laag. De ladingen in de bodem worden bepaald door de silicaatklei, de sesquioxiden en de humus (tabel 6, fig. 1).

TABEL 6
Verband tussen colloïdale bodembestanddelen en ladingskenmerken

Colloïdale bodembestanddelen	Ladingseigenschappen
Silicaatkleien	permanente lading (-)
Organisch materiaal	pH afhankelijke lading (-)
Sesquioxiden	pH afhankelijke lading (+) (beneden ZPC)

Gezien de negatieve pH afhankelijke ladingen stijgen met de pH en de positieve er mee verminderen, zal men in principe de sorptiecapaciteit en de potentialiteit verhogen door verhogen van de pH.

Aktuele en potentiële produktiviteit worden in grote mate bepaald door de hoeveelheid minerale voedingselementen die beschikbaar zijn voor de planten (table 7).

TABEL 7
Opname van voedingselementen door enkele tropische gewassen

Gewas	Opbrengst T/ha	Voedingselementen (T/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
Maïs	1	40	9	33	7,5	5,0
	4	100	18	68	18	14
	7	200	34	130	31	24
Rijst	1,5	42	8	28	4	2,5
	8	141	37	90	28	14
Sorgho	1	26	1,3	6	8,6	5,6
Gierst	1,1	20	7	59		
Cassave	8	30	10	50	20	10
	16	64	21	100	41	21
	30	120	40	187	77	40
Soja	1	49	7,2	21	—	—

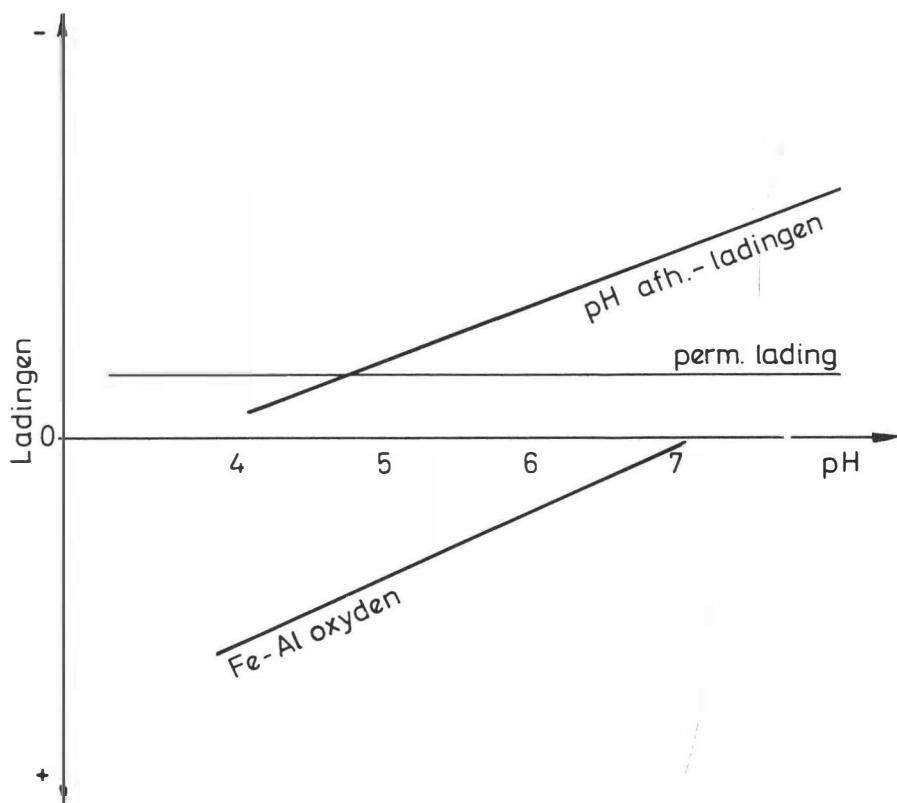


FIG. 1. — Schematische voorstelling van de ladingen in de bodem

Belangrijk is dat in tropische bodems, zonder verweerbare mineralen, de reserve aan voedingselementen (N-P-K-Ca-Mg) alleen aanwezig is in de organische stof. De beschikbaarheid voor de gewassen hangt dus nauw samen met de humustoestand.

Stikstof is een eerste voornaam element die in de traditionele landbouw alleen geleverd wordt door mineralisatie van de organische stof. Bij een jaarlijkse mineralisatie van 6 % kan de hoeveelheid N uit de humus vrijgemaakt, gedurende de vegetatieve groeiperiode van een graangewas (3 maand) variëren van 30-100 kg/ha (tabel 8). Een confrontatie van deze gegevens met deze van tabel 7 laat toe de hypothetische actuele produktiviteit bij ieder van deze humustoestanden voorop te stellen. De actuele produktiviteit kan opgevoerd worden door toediening van minerale N.

TABEL 8
*N gemineraliseerd uit de humuslaag (0-20 cm)
gedurende een periode van 3 maand*

<i>Humustoestand</i>		<i>Gemineraliseerde N (kg/ha)</i>	<i>Hypothetische productiecapaciteit voor maïs (kg/ha)</i>
% C	% N		
0,8-1,0	0,08-0,10	30-40	500-1 000
1,0-1,5	0,10-0,15	40-60	1 000-2 250
1,5-2,5	0,15-0,25	60-95	2 250-3 750

Fosfor is eveneens een belangrijk element voor de plantenvoeding en het vertegenwoordigt een belangrijke limiterende faktor voor de voedselproductie.

Het totaal P-gehalte van tropische bodems kan variëren van 20-300 ppm. Hiervan behoort normaal 70-75 % tot de organische P-fractie. De rest is mineraal, vooral ijzer en aluminiumfosfaat.

Het voor de planten beschikbaar P is echter zeer laag ingevolge het hoog fosforfixerend vermogen van de bodem. Dit fosforfixerend vermogen moet in verband gebracht worden met de Al en Fe oxyden. De fosforfixerende capaciteit van de bodem bepaalt in hoge mate de P-toestand en beïnvloedt aldus de actuele en potentiële produktiviteit. Het is immers dit fosforfixerend vermogen dat een evenwichtige anionenbemesting zal ontredde.

Gezien de sesquioxyden, oorzaak van de P-fixatie, vooral geassocieerd zijn met de kleifractie, valt er een duidelijk verband waar te nemen tussen kleigehalte en P-fixatie (fig. 2).

De hoeveelheid P gedurende de ontwikkelingscyclus (3 maand) van een graangewas uit de organische stof van de humushorizont (0-20 cm) vrijgemaakt, bedraagt gemiddels 5 kg/ha onder traditionele landbouw, maar kan variëren van 0,6 tot 9 kg in verband met de humus- en sesquioxydetoestand van de bodem. Aan deze P-toestand kan een actuele hypothetische produktiviteit voor maïs gekoppeld worden van ca. 750 kg/ha maar die kan variëren van 50 tot 1 000 kg/ha (tabel 9).

Om de potentialiteit te bereiken moeten grote hoeveelheden P geïnvesteerd worden om zoveel mogelijk de P-adsorptie op te vangen. Deze hoeveelheden dienen experimenteel bepaald te worden. Hierbij zijn de P-adsorptie-isothermen een goede richtlijn (fig. 3).

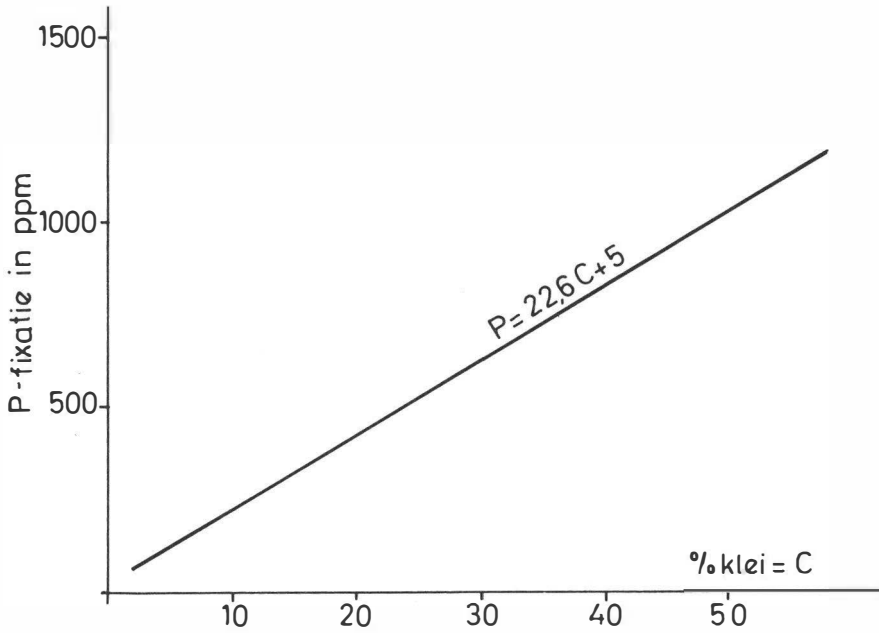


FIG. 2. – Verband tussen fosforfixatie en kleingehalte (VAN WAMBEKE, 1974)

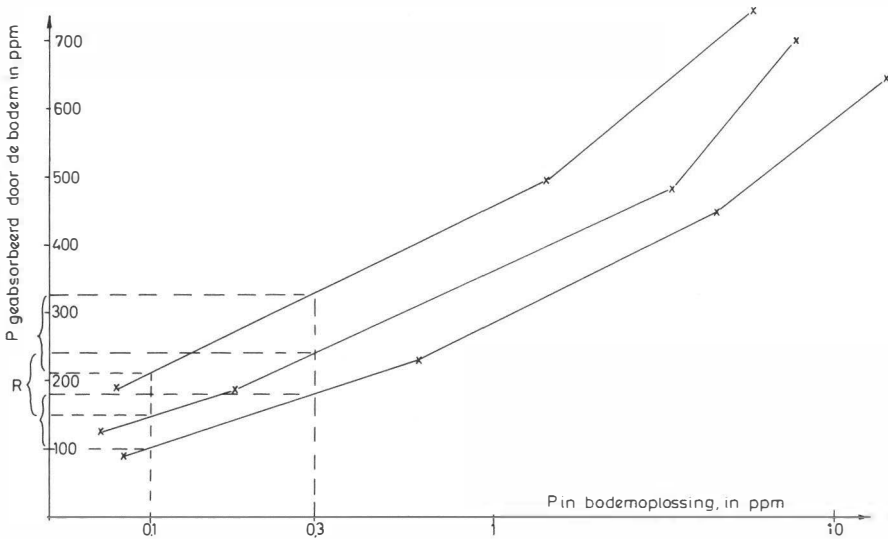


FIG. 3. – P-isothermen voor oxisols van Kaniama-Kasese (Zaire)

TABEL 9
*P-toestand van tropische bodems en hypothetische produktiviteit
van maïs bij deze P-toestand*

Situatie	P-sorptie bij 0,1 ppm (kg/ha)	Totaal P (kg/ha)	Organisch P (kg/ha)	Mineraliseerbaar in 3 maand (6 % per jaar)	Hypothetische produktiviteit van P-toestand voor maïs (kg/ha)
Algemene toestand onder natuurlijke vegetatie		400 (52-780)	300 (40-580)	5 (0.6-9)	750 (50-1 000)
Kasese, Zaire op kleiige kaolinitische Haplustox na 4 jaar kultaar en jaarlijkse dosis van 100-120 kg P ₂ O ₅ per ha (0-15 cm)	190 (45-450)	1.160 (675-2 500)	780 (430-1 250)	12 (6.5-18)	2.400 (900-4 000)

Op kleiïge, kaolinitische Haplustox van het domein Kasese in Zaïre bedroeg de P-sorptie na 4 jaar intensieve landbouw, met jaarlijkse toediening van 100-120 kg P_2O_5 per ha nog gemiddeld 120 ppm. (190 kg P/ha) bij 0,1 pmm P in oplossing. Bij deze toestand doseerde men 161 mg totaal P_2O_5 /100 g bodem (0-15 cm) wat overeenstemt met 1 160 kg P/ha. De organische P-fractie vertegenwoordigt hierbij 780 kg P/ha. Een mineralisatie van 6% per jaar libereert gemiddeld 12 kg P/ha. Hieraan kan een hypothetische produktiviteit gekoppeld worden van 2 400 kg/ha maïs (tabel 9).

Gezien bij deze toestand het P-adsorberend vermogen van de bodem nog belangrijk is (190 kg P/ha), vertegenwoordigt deze hypothetische produktiviteit nog niet het potentieel.

Kali, calcium, magnesium en de geassocieerde zuurheidsproblemen vertegenwoordigen een andere reeks elementen welke de voedingstoestand van een bodem bepalen.

Kali is het belangrijkste cation voor de plantenvoeding. De optimale verhouding van de cationen als uitwisselbaar gedoseerd in meq/100 g bodem zou 75/18/7 zijn respectievelijk voor Ca/Mg/K.

De optimale cationenbalans en zuurgraad kan verschillen van gewas tot gewas (tabel 10).

TABEL 10
Optimale en marginale pH-toestanden voor enkele tropische gewassen

Gewassen	pH	
	Optimaal	Marginaal
Gierst, soja en banaan	5,5-7,5	5,2-5,5 en 7,5-8,2
Sorgho en maïs	5,5-8,2	5,2-5,5 en 8,2-8,5
Rijst	5,2-7,5	4,8-5,2 en 7,5-9,0
Maniok	5,2-7,0	4,5-5,2 en 7,0-8,2

Onder invloed van intensieve landbouw, met continue N-, P- en K-bemesting, noteert men een preferentiële uitloging van bivalente cationen (tabel 11). Het jaarlijks verlies, voor het maïsproject Kasese (Zaïre) tussen 1974 en 1978, bedroeg gemiddeld 156 kg CaO en 36 kg MgO per hectare.

TABEL 11
Verlies aan Ca en Mg te Kasese (Zaire) onder intensieve maïskultuur
 (Sys, 1980)

Groep velden	Aantal	Verlies in meq/100 g in 4 jaar	
		Ca	Mg
A	12	0,19	0,09
B	11	1,59	0,49
C	19	1,22	0,46
D	16	1,14	0,57
Gemiddelde :	58	1,055	0,42
Jaarlijks verlies :		0,26	0,10

Zuurheidsproblemen zijn geassocieerd met Al-toxiciteit. Al-toxiciteit manifesteert zich vooral bij een pH lager dan 5.

De Al-toestand van de bodem kan uitgedrukt worden door de m-waarde van KAMRATH :

$$m = \frac{\text{Al}}{\text{perm. lading}} \times 100$$

- wanneer m beneden 10 ligt dan noteert men nooit Al-toxiciteit
- de bovenste grens van m voor alle planten, behalve rubber, is m = 50
- men bekomt geen goede oogst voor
 - soja met m + 20
 - maïs met m + 45
- voor suikerriet in Porto Rico noteert men opbrengsten van :
 - 25 ton/ha met m = 80
 - 100 ton/ha met m = 20

In de traditionele landbouw wordt de Al-toxiciteit opgevangen door het branden van de natuurlijke vegetatie. De verdeling van het patroon der geassocieerde kulturen is goed afgestemd op de verdeling van de as aan de oppervlakte na branden.

Voor het bereiken van de potentialiteit bij intensieve landbouw is het noodzakelijk de Al-toxiciteit te corrigeren door toediening van fosfor of bekalking of beide gecombineerd.

De spoorelementen zijn zelden een limiterende faktor onder de extensieve traditionele landbouw in de tropen. Wanneer echter intensief

gewerkt wordt om de potentialiteit te benaderen dan kan de behoefte aan spoorelementen niet meer gedekt worden door de mineralisatie binnen het profiel. Hierbij zijn zink, koper, boor en molybdeen de voornaamste elementen.

Het overzicht van de factoren welke de aktuele en potentiële produktiviteit in de tropische zone bepalen wijst er op dat zowel aktuele als potentiële produktiviteit sterk kunnen verschillen in verband met de bodemgesteldheid.

De bruikbare oppervlakte verschilt van streek tot streek in verband met topografie en fysische bodemgesteldheid.

Een analyse van de bodemkaart van Zaïre laat toe te besluiten dat ca 45 % van de totale oppervlakte geschikt is voor de kultuur van maniok een geassocieerde voedingsgewassen. De regionale spreidingsmogelijkheden zijn echter zeer verscheiden (in percent van totale oppervlakte) :

Kalahari zanden : - 5 %

Salonga zanden onder savanne : 25 %

Salonga zanden onder bos : 60 %

Yangambi plateaus : 90 %

Door rationeel bodembeleid en gebruik van meststoffen kan de produktiviteit merkkelijk verhoogd worden (tabel 12). Het bereiken van de potentialiteit is technisch mogelijk maar in de praktijk zeker niet gemakkelijk te bereiken.

TABEL 12
*Aktuele en potentiële produktiviteit voor enkele
tropische voedingsgewassen*

Gewassen	Produktiviteit in kg/ha		
	Traditionele landbouw	Verbeterde landbouw	Potentieel
Gierst	350- 700	1 250- 2 000	1 800- 3 000
Sorgho	500- 750	1 000- 1 500	2 500- 3 500
Maïs	400- 1 000	2 000- 3 000	4 000- 6 000
Rijst	800- 1 200	3 000- 4 000	5 000- 6 000
Maniok	5 000- 7 000	15 000-20 000	30 000-35 000
Banaan	8 000-10 000	18 000-20 000	25 000-35 000

ALGEMENE BESLUITEN

De aktuele produktiviteit van de tropische bodems, zowel in de aride als vochtige tropen, ligt laag omwille van belangrijke beperkingen van dit specifiek fysisch milieu. Potentieel bieden deze gebieden zeer grote mogelijkheden voor de verhoging van 's werelds voedselproduktie.

In de aride gebieden kan dit geschieden door systematische bevloeiing van de geschikte zones, eventueel gekoppeld met drainering om verzouting weg te werken of te voorkomen. Als plantenvoedingselementen zijn stikstof en fosfor essentieel om deze potentialiteit te benaderen. Noteer echter dat slechts een beperkte oppervlakte van de aride gebieden geschikt is voor bevloeiing.

In de vochtige tropen wordt de plantengroei nooit onderbroken door lage temperaturen. Wel kan gebrek aan bodemvocht een limiterende factor zijn, vooral in gebieden met een droog seizoen. De traditionele landbouw is echter aangepast aan de seizoenvariatie van de hydrische faktor. In een groot deel van de tropen, specifiek in Afrika, met lage bevolkingsdichtheid, kan de produktie van voedselgewassen nog opgevoerd worden door uitbreiding van de bebouwde oppervlakte. In dicht bevolkte streken kan dit alleen geschieden door intensifiëring van de kultuurmethodes. Hierbij moet dan getracht worden de potentialiteit te benaderen door het instellen van een optimale cationenbalans, het verminderen van de P-fixatie door het toedienen van initieel grote dosissen P_2O_5 en het onderhouden van de stikstof- en kalihuishouding.

BIBLIOGRAFIE

- DE WIT, C. T., 1966. Overbevolking zonder ondervoeding. *In* : ALBERDA, T. (Ed.) : De Groene Aarde, pp. 425-436, Utrecht/Antwerpen, Aula Pocket 250.
- MOORMANN, F. R. & VAN WAMBEKE, A., 1978. Optimum soil utilization systems under differing climatic restraints. Rainy Tropical Regions. 11th Congress Int. Soc. Soil Sc. (Edmonton, Canada).
- SYS, C. & RIQUIER, J., 1980. Ratings of FAO/UNESCO soil units for specific crop production. *In* : Report on the second FAO/UNFPA Expert Consultation on Land Resources for populations of the future, p. 55-87, FAO, Rome.
- VAN WAMBEKE, A., 1974. Management properties of Ferrarsols, Soils Bulletin No. 23, 129 p., 18 tab., 16 fig., FAO, Rome.

Symposium
«Malnutrition du Tiers Monde»
(Bruxelles, 11 décembre 1981)
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
pp. 55-64 (1983)

Symposium
“Malnutritie van de Derde Wereld”
(Brussel, 11 december 1981)
Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
pp. 55-64 (1983)

PROTECTION DES CULTURES VIVRIÈRES ET DES DENRÉES EMMAGASINÉES

PAR

J. E. DECELLE *

RÉSUMÉ. — L'agriculture, par ses techniques variées, remplace les écosystèmes naturels équilibrés par des agroécosystèmes fragiles. Tant que les paysans cultivent isolément pour la subsistance de leur seule famille, des variétés rustiques, adaptées, les dégâts causés par les maladies et ennemis des cultures restent généralement minimes. Lorsque la densité des champs s'accroît et que la culture de variétés plus productives et de plantes importées s'impose, la sévérité des dégâts augmente. C'est ainsi qu'une part de plus en plus importante des efforts fournis par les agriculteurs est annihilée. Les pertes réelles sont difficilement chiffrables en raison de la diversité des dégâts directs et indirects occasionnés et leur répercussion sur la quantité et la qualité du produit récolté. Le taux de 25 % est souvent admis comme moyenne de pertes pour les cultures vivrières des pays chauds.

Les principes de la protection des cultures sont simples. Au départ, il faut réduire au minimum le potentiel d'infestation ; ensuite, éviter ou freiner l'infestation ; enfin, lorsque celle-ci dépasse un certain seuil, il faut appliquer des techniques destinées à la contrôler ou à la faire disparaître. Sur ce plan, il y a donc lieu de distinguer des méthodes de lutte préventive et des méthodes de lutte curative. Du point de vue des techniques à mettre en œuvre, les moyens sont divers : culturaux, physiques, biologiques, chimiques. Des mesures législatives visant à contrôler la diffusion de pestes ou fixant des normes quant à la culture ou à la commercialisation des produits récoltés permettent d'éviter ou de limiter certaines pertes. La lutte curative recourt le plus généralement à l'utilisation de pesticides chimiques, importés de pays industriels. Elle est toujours coûteuse et, le plus souvent, irréaliste dans les cultures vivrières des pays pauvres, sans parler des multiples implications qu'elle entraîne. Une voie encore peu explorée de recherches de nouveaux pesticides résiderait toutefois dans une meilleure connaissance des ressources naturelles.

La protection contre les maladies et ennemis des cultures vivrières doit primordiallement être préventive. La culture doit être appropriée aux conditions écologiques et socio-économiques où elle est conduite. Elle doit recourir à des variétés adaptées et, dans la mesure du possible, résistantes ou tolérantes aux pestes à redouter. Des règles élémentaires de bonne et saine agriculture (hygiène culturale) permettent au départ de réduire le

* Associé de l'Académie ; Section d'Entomologie, Musée royal de l'Afrique centrale, Steenweg op Leuven, B-1980 Tervuren (Belgique).

potentiel d'infestation et plus tard de freiner son extension. Si ces techniques simples de prévention sont bien connues, dans la pratique, elle ne sont que rarement ou incomplètement appliquées. L'effort premier et principal pour l'amélioration de la protection des cultures est d'abord un problème de transfert de connaissances, c'est-à-dire d'éducation et de motivation des agriculteurs. Seule une organisation dépendant d'autorités politiques peut parvenir à ce résultat. Ce n'est qu'après que d'autres techniques plus élaborées de protection des cultures sont envisageables dans les conditions socio-économiques des pays pauvres.

Les principes essentiels de la protection des denrées emmagasinées consistent dans la réduction du potentiel d'infestation et dans le stockage du produit, suffisamment sec, à l'abri des déprédateurs, de préférence dans une enceinte fermée ou infranchissable. Le potentiel d'infestation est réduit par l'élimination dans l'environnement de toutes sources de contamination. Le principe de l'enceinte fermée ou infranchissable a pu être réalisée de façon variée, avec plus ou moins de succès, par l'agriculteur qui ne garde que de faibles quantités. Lorsque des quantités plus importantes sont à conserver, d'autres procédés, variables d'après la quantité et la durée d'entreposage, doivent être adoptés. Ils peuvent faire appel à une technologie plus avancée et permettre, éventuellement, l'utilisation de techniques curatives, physiques ou chimiques. Des normes strictes de commercialisation et d'entreposage permettent de réduire sensiblement les pertes. L'utilisation de poudres insecticides en mélange aux denrées largement pratiquée, sinon conseillée, n'est qu'un pis-aller non sans danger de toxicité consécutive aux surdosages.

SAMENVATTING. — *Bescherming van de levensmiddelenkulturen en van opgeslagen eetwaren.* — Door zijn afwisselende technieken, vervangt de landbouw de natuurlijke evenwichtige ecosystemen door kwetsbare agroëcosystemen. Zolang de landbouwers afzonderlijk en uitsluitend om in de levensbehoeften van hun eigen familie te voorzien, geharde, aangepaste variëteiten verbouwen, blijft de schade veroorzaakt door de ziekten en vijandige elementen van de kulturen, over 't algemeen miniem. Wanneer de densiteit van de akkers toeneemt en het verbouwen van produktievere en ingevoerde gewassen noodzakelijk wordt, neemt ook de belangrijkheid van de schade toe. Het is aldus dat een steeds belangrijker deel van de inspanningen die de landbouwers leverden zonder resultaat blijft. De reële verliezen zijn moeilijk te berekenen, wegens de diversiteit van rechtstreeks en onrechtstreeks veroorzaakte schade en haar weerslag op de kwantiteit en de kwaliteit van het geoogst produkt. Het gemiddeld verlies wordt dikwijls geschat op 25 % voor levensmiddelen kulturen van de warme landen.

De principes van het beschermen van de kulturen zijn eenvoudig. Vooreerst moet de mogelijkheid van infestering tot een minimum herleid worden ; vervolgens vermijdt men de infestering of remt ze af ; tenslotte, wanneer zij een bepaalde drempel overschrijdt, moet men technieken toepassen bestemd om haar onder controle te houden of uit te schakelen. Op dit vlak moet men dus een onderscheid maken tussen de methodes van preventieve bestrijding en deze van curatieve bestrijding. Voor wat de te gebruiken technieken betreft, zijn de middelen van verschillende aard : landbouwkundige, fysieke, biologische, chemische. Wetgevende maatregelen om de verspreiding van de plagen onder controle te houden of die normen opleggen betreffende de landbouw of het verhandelen van de geoogste produkten maken het mogelijk bepaalde verliezen te vermijden of te beperken. De curatieve bestrijding doet meestal beroep op het gebruik van chemische

pesticides, ingevoerd uit de geïndustrialiseerde landen. Ze is altijd kostelijk en in de meeste gevallen niet realistisch in de levensmiddelenkulturen van de arme landen, zonder de talrijke verwickelingen te vermelden die zij meebrengt. Een nog weinig onderzochte richting voor het vinden van nieuwe pesticides zou echter bestaan in een betere kennis van de natuurlijke hulpbronnen.

Het beschermen van de levensmiddelenkulturen tegen ziekten en vijanden moet in de eerste plaats preventief zijn. De cultuur moet aangepast zijn aan de plaatselijke ecologische en sociaal-ekonomische omstandigheden. Zij moet kiezen voor variëteiten die aangepast zijn en, voor zover het mogelijk is, bestand zijn tegen de te vrezen kwalen of ze verdragen. Elementaire regels van goede en gezonde landbouw (cultuur-hygiëne) maken het van bij de aanvang mogelijk het potentieel van beschadiging te beperken en later haar uitbreiding af te remmen. Hoewel deze eenvoudige voorbehoedende technieken algemeen bekend zijn, worden zij in de praktijk slechts zelden, of onvolledig toegepast. De eerste en belangrijkste inspanning voor een betere bescherming van de kulturen, betreft het probleem van het overdragen van kennis, wat wil zeggen van opvoeding en motivering van de landbouwers. Alleen een organisatie die van politieke overheden afhangt kan dit resultaat bereiken. Eerst daarna kunnen in de sociaal-ekonomische omstandigheden van de arme landen, andere, meer uitgewerkte technieken voor de bescherming van de kulturen in overweging genomen worden.

De essentiële principes van de bescherming van de opgeslagen voedingswaren, bestaan in het beperken van het potentieel van beschadiging en in het opslaan van voldoende droog produkt, beschermd tegen wat het kan beschadigen, bij voorkeur in een afgesloten of beveiligde ruimte. Het potentieel van beschadiging wordt beperkt door het uitschakelen, in het milieu van alle besmettingsbronnen. Het principe van de afgesloten of beveiligde ruimte kan gerealiseerd worden op verschillende manieren, met meer of minder sukses, door de landbouwer die slechts kleine hoeveelheden bewaart. Moeten belangrijker hoeveelheden beveiligd worden, dan dient men andere methodes toe te passen, wisselend naar gelang de hoeveelheid en de duur van het opslaan. Zij kunnen beroep doen op een meer uitgewerkte technologie, en eventueel het gebruik van curatieve, fysische of chemische technieken toelaten. Strikte normen voor het in de handel brengen en het opslaan, maken het mogelijk de verliezen aanzienlijk te beperken. Het gebruik van insecticiedpoeder, gemengd met de eetwaar, wat op ruime schaal gedaan wordt, zoniet aanbevolen, is enkel een noodoplossing die niet zonder gevaar is van vergiftiging door overdosis.



Les milieux naturels sont normalement des écosystèmes en équilibre, c'est-à-dire des systèmes où les interactions des organismes vivants (animaux et plantes) entre eux et avec l'environnement non vivant (sol, eau, atmosphère, climat) sont stables. L'agriculture, par ses techniques variées, les déséquilibre et les remplace par des agroécosystèmes caractérisés par des limitations artificielles, liées à la monoculture de plantes plus ou moins sélectionnées, à l'uniformité du nouvel environnement et à l'absence de compétitivité entre des organismes vivants spécifiquement moins nom-

breux. Ces milieux sont fragiles et sujets à subir des proliférations et pullulations de l'une ou l'autre espèce se développant aux dépens d'une autre. C'est ainsi que des organismes sont devenus ou deviennent des «pestes» des plantes cultivées. Le phénomène est d'autant plus à craindre dans les pays du tiers monde, qu'ils sont situés pour la plupart dans des climats chauds où les organismes vivants se développent et se multiplient à des rythmes très rapides, parfois sans véritable interruption saisonnière, annuelle.

Une part importante des efforts fournis par les agriculteurs pour la production de cultures vivrières est ainsi annihilée par les maladies et ennemis de ces cultures. Par la suite, les déprédateurs des denrées emmagasinées prélèvent, à leur tour, leur part et réduisent encore les quotas disponibles pour l'homme. Tant que les paysans ne doivent subvenir qu'aux besoins de leur seule famille, ils ne cultivent sur des surfaces réduites, souvent isolées, que des variétés relativement rustiques, adaptées aux conditions de milieu et suffisamment résistantes. Dans ces conditions, les dégâts des maladies et ennemis restent généralement faibles. Lorsque, devant la nécessité de nourrir plus de bouches, la densité des champs augmente, la culture de variétés plus productives ou de plantes introduites s'impose, la sévérité des dégâts augmente. L'importance réelle des pertes causées par les maladies (mycoses, bactérioses, viroses) et ennemis (animaux) des cultures est très difficile à chiffrer en raison même de leur diversité, des dégâts directs ou indirects qu'ils provoquent et de leur répercussion sur la quantité ou la qualité du produit récolté. Le taux de 25 % est souvent admis comme moyenne de pertes pour les cultures vivrières des pays chauds. Elles varient toutefois sensiblement d'après la plante et la variété cultivées, les ennemis et parasites présents, les régions de culture, les techniques culturales et les conditions climatiques.

Les grands principes de la protection des cultures sont simples. Primordialement, les cultures doivent être appropriées aux conditions écologiques et socio-économiques où elles sont conduites de manière à ce qu'elles soient physiologiquement saines et ainsi plus aptes à se prémunir contre les aléas. Elles doivent recourir à des variétés non seulement adaptées mais, aussi, dans la mesure du possible, résistantes ou tolérantes aux pestes à redouter. Dès leur installation, le potentiel d'infestation doit être réduit au minimum. Toutes conditions prédisposantes au développement de l'infestation doivent être évitées et toutes mesures adéquates pour augmenter la résistance de la plante cultivée sont à mettre en œuvre.

Enfin, lorsque l'infestation dépasse un certain seuil, il faut appliquer des techniques destinées à contrôler son développement ou à la faire disparaître.

La réduction du potentiel d'infestation et son maintien à un bas niveau sont activement et primordialement obtenus par un ensemble de règles élémentaires de bonne et saine agriculture qui peut être désigné sous le terme d'hygiène culturale. La principale consiste dans l'élimination des fanes et débris des cultures précédentes sur lesquels des pestes peuvent subsister, sinon se multiplier. La rotation judicieuse des cultures, tant dans l'espace que dans le temps, permet d'éviter la propagation de l'infestation d'une culture à l'autre.

Ces deux mesures sont éventuellement complétées par l'élimination des plantes-hôtes sauvages dans l'environnement. Le potentiel d'infestation est aussi activement réduit par l'utilisation de matériel sain pour l'installation de la culture. Semences, boutures, tubercules, rejets doivent, dans la mesure du possible, être indemnes de contamination. Éventuellement, la désinfection physique ou chimique des semences ou du matériel de multiplication doit être prévue. Dans le cas d'ennemis animaux, le ramassage et le piégeage contribuent à la diminution de l'infestation. Les techniques de piégeage sont principalement basées sur le phototropisme ou le chimiotropisme des espèces à contrôler. Les populations d'ennemis animaux peuvent également être maintenues à des niveaux bas par l'introduction de leurs parasites naturels. Cette technique est tout particulièrement indiquée lorsqu'il s'agit d'ennemis importés qui n'ont pas été suivis par leurs antagonistes.

Passivement, le potentiel d'infestation est fortement réduit par l'établissement simultané de la culture dans le plus vaste périmètre possible alors que les semis ou plantations échelonnés entraînent des infestations de plus en plus sévères dans les champs les plus récemment établis. C'est ce qui s'observe notamment pour les vers gris ou chenilles d'*Agrotis*. La préparation du sol doit être soignée et les dates de semis ou de plantation doivent être climatiquement choisies de manière à obtenir une levée et un développement rapides et uniformes des jeunes plantes favorisant leur résistance naturelle.

Une fois la culture installée, l'infestation est freinée par l'élimination des plantes malades ou atteintes et le ramassage des ennemis. Certaines techniques culturales, tels le sarclage et le buttage, permettent parfois de rendre la plante moins sensible ou d'offrir une protection mécanique contre l'envahissement (ainsi, le buttage de la patate douce s'oppose à

l'atteinte des tubercules par les charançons *Cylas*). Le buttage favorisant l'apparition de racines adventives est aussi une technique curative permettant de remédier partiellement aux dégâts causés au collet de plantules, c'est le cas pour la mouche du haricot (*Ophiomyia phaseoli*). La forte densité du semis permet d'éviter des ennemis comme les pucerons qui, dans le milieu fermé et humide rapidement créé, sont contrôlés par des champignons entomophages favorisés par l'humidité. C'est une des techniques de lutte mise en œuvre pour éviter la rosette de l'arachide, virose transmise par un puceron.

Lorsque l'infestation dépasse un certain seuil, il faut recourir à des moyens curatifs de lutte pour contrôler son extension ou pour la faire disparaître. Ils consistent le plus fréquemment dans l'utilisation des pesticides chimiques importés des pays industriels. C'est à elle que l'on estime souvent devoir nécessairement recourir lorsque l'on parle de protection des cultures. Cette utilisation est toujours coûteuse et ne se montre efficace que si un ensemble de conditions, parfois fort strictes, se trouvent réunies. Elle est le plus souvent irréaliste et économiquement non rentable dans les cultures vivrières des pays chauds. Elle entraîne aussi de nombreuses implications qui ne peuvent pas être perdues de vue, les moindres n'étant pas les risques liés à l'épandage de produits dangereux, aux résidus toxiques sur la récolte et à la contamination des sols et des eaux. L'industrie chimique a bien sûr pallié ces inconvénients par la mise au point de pesticides beaucoup moins toxiques mais malheureusement beaucoup plus coûteux. Une voie encore peu explorée de recherches de nouveaux pesticides résiderait dans une meilleure connaissance des ressources naturelles des pays pauvres. De nombreuses substances naturelles existant dans les végétaux ou les animaux possèdent des actions pesticides. Il n'y a qu'à citer les pyrèthrines des capitules floraux du pyrèthre, la nicotine du tabac, le roténome de l'écorce des racines des Légumineuses des genres *Derris* et *Lonchocarpus* qui sont ou ont été utilisés. Il est évident que bien d'autres plantes doivent contenir des substances intéressantes mais les recherches sont encore bien fragmentaires. Quelques laboratoires ont déjà isolé l'un ou l'autre composé mais, il n'y a guère qu'en Inde et en Chine que de timides applications ont été développées avec plus ou moins de succès. L'étude de la composition de plantes peu appréciées par les insectes, comme les fougères, devrait, sans doute, aussi permettre de détecter l'une ou l'autre substance hautement insecticide ou s'opposant au développement normal des insectes. Les recherches de microorganismes pathogènes ou fournisseurs d'antibiotiques constituent aussi un domaine riche de promesses.

Il n'en reste pas moins que dans la situation actuelle, le problème de la protection contre les maladies et ennemis des cultures vivrières des pays pauvres ne peut être abordé que préventivement. La recherche agronomique a son rôle à jouer en fournissant aux agriculteurs des variétés adaptées aux conditions écologiques et socio-économiques, résistantes ou tolérantes aux pestes à redouter. Les règles élémentaires de bonne et saine agriculture (hygiène culturale) permettant au départ de réduire le potentiel d'infestation et, plus tard, de freiner son extension sont connues. Elles ne sont malheureusement encore que rarement ou fort partiellement suivies. Un effort tout particulier reste à faire pour promouvoir l'application de ces techniques simples de prévention. Il s'agit là d'un problème de transfert de connaissances, c'est-à-dire d'éducation et de motivation des agriculteurs. Seuls des organismes d'encadrement et d'enseignement dépendant d'autorités politiques peuvent parvenir à ce résultat. Ce n'est qu'une fois ces règles respectées, que des méthodes plus élaborées de protection des cultures sont envisageables dans un contexte socio-économique déjà amélioré. Ces techniques de prévention sont à compléter au niveau des états par la promulgation et l'application stricte de mesures législatives visant à éviter l'introduction et la diffusion de pestes. Le relâchement de ces mesures au début des années d'indépendance a malheureusement permis récemment l'extension de la distribution géographique de certaines pestes. Ainsi le manioc qui, il y a une vingtaine d'années, n'avait pratiquement aucune peste animale en Afrique, souffre maintenant dans ce continent d'attaques sévères d'une cochenille et d'un acarien introduits d'Amérique du Sud. Un foreur des tiges de céréales originaire de l'Inde (*Chilo partellus*) s'étend dangereusement dans les cultures de maïs et de sorgho d'Afrique orientale. La bruche brésilienne du haricot (*Zabrotes subfasciatus*) envahit progressivement l'ensemble de l'Afrique sous nos yeux comme l'avait fait la bruche commune du haricot (*Acanthoscelides obtectus*) il y a plus de soixante ans.

Des mesures générales de contrôle sont aussi à envisager au niveau de régions plus ou moins vastes, d'états ou d'un ensemble d'états de manière à éviter les dégâts d'ennemis très mobiles, sujets à migrations, comme les oiseaux mange-mil (*Quelea*) et les criquets migrants. L'action des organismes internationaux mis en place du temps des colonisateurs pour la lutte contre les criquets par surveillance des aires grégaires se poursuit heureusement sous diverses formes et avec succès sauf là où l'instabilité politique ou des troubles l'empêchent momentanément.

Après les récoltes, les denrées emmagasinées sont à leur tour sujettes à subir des dégâts. Ils sont principalement l'œuvre de quelques insectes et

de mammifères rongeurs. Le problème de la protection des denrées emmagasinées se pose de la manière la plus aigüe dans les régions où une longue saison sèche ne permet qu'une seule saison culturale annuelle et où la conservation se prolonge pendant plusieurs mois sinon plus, là où les aléas climatiques obligent à maintenir des réserves pour les périodes de disette.

Les principes essentiels de la protection des denrées emmagasinées consistent dans la réduction du potentiel d'infestation et dans le stockage du produit, suffisamment sec, à l'abri des déprédateurs. L'infestation peut débuter dans les champs au moment de la maturation, mais plus fréquemment après la récolte durant le séchage. Le potentiel d'infestation doit être réduit par l'élimination dans l'environnement de toutes sources de contamination constituées par les résidus des récoltes antérieures. Le stockage à l'abri des déprédateurs du produit sec se réalise de préférence dans une enceinte fermée ou infranchissable. Cette technique est réalisée de façon traditionnelle et variée, avec plus ou moins de succès, par l'agriculteur qui ne conserve que de faibles quantités pour sa consommation familiale dans de petits greniers, dans des jarres ou dans de simples ballots entourés de feuilles. Parfois, le produit est conservé au-dessus des fumées d'un foyer ou est additionné d'un produit dissuasif pour les déprédateurs (cendres, terre) ou beaucoup plus rarement insecticide (poudre de pyréthre).

Lorsque des quantités importantes sont commercialisées, tôt ou tard, la conservation se fait le plus souvent en sacs. Si elle permet une manutention aisée du produit, elle est loin de le mettre à l'abri des déprédateurs insectes ou rongeurs sauf si de strictes mesures sont prises : désinfection des magasins et des sacs de réemploi, poudrage externe des sacs au moyen d'insecticides peu toxiques, bâtiments rendus inaccessibles aux rongeurs. La conservation de longue durée ou de quantités importantes devrait faire appel à une technologie plus avancée par l'utilisation de silos de divers types qui mettent le produit à l'abri des déprédateurs.

Des normes strictes fixant les périodes de commercialisation des récoltes et définissant les techniques d'entreposage admises dans des magasins agréés et désinfectés permettent de limiter sensiblement les pertes avant l'entreposage définitif. C'est ainsi que naguère, le maïs de la zone du rail au Kasai parvenait pratiquement indemne aux installations industrielles de stockage dans le sud de l'actuel Shaba.

Les seules techniques curatives de lutte contre les déprédateurs des denrées sont les techniques de fumigation. Celle-ci peut se faire sous bâ-

ches spéciales mais de préférence dans une enceinte fermée soit à la pression atmosphérique, soit avec vide préalable. Les silos permettant une circulation d'air ou de gaz sont des plus pratiques pour ce genre d'opérations. Les fumigants (bromure de méthyle, dibromure d'éthyle, phosphure d'aluminium dégageant la phosphine) sont dangereux à manipuler et nécessitent un personnel entraîné ce qui limite fortement l'usage du procédé.

La protection des grains entreposés est aussi parfois obtenue préventivement et curativement par l'adjonction de diverses substances. L'utilisation de poudres inertes ou d'huiles agissant surtout physiquement ou mécaniquement contre les insectes exige des concentrations telles de ces additifs qu'elles entraînent une dénaturation trop profonde de la denrée. L'adjonction de poudres insecticides ne nécessite que des concentrations plus faibles. Le pyrèthre depuis longtemps usité ne donne que des résultats erratiques en raison de l'instabilité des poudres. Le DDT et plus tard, le lindane (celui-ci à la concentration de 10 parties par million) furent dans leur temps préconisés. Ils sont maintenant abandonnés au profit d'esters phosphoriques peu toxiques pour les animaux à sang chaud, principalement le malathion. Ils s'utilisent, d'après les normes de la F.A.O., à raison de 600 grammes de poudre à 2 % de matière active pour une tonne de grains (soit 30 grammes par sac de 50 kg) ou par pulvérisation de 1,2 l d'émulsion à 1 % de matière active sur une tonne de grains de manière à obtenir une teneur de 12 parties par million. Dans la pratique, ces dilutions sont difficiles à réaliser régulièrement avec le matériel désuet généralement disponible. Le risque de surdosage est réel notamment dans le fond des sacs où la poudre insecticide se sédimente. Cette méthode curativo-préventive n'est qu'une solution de facilité qui présente trop d'aléas pour être généralisée et préconisée.

La protection des denrées emmagasinées doit, tout comme la protection des cultures vivrières, être envisagée préventivement. La diminution du potentiel d'infestation au séchage et au début de l'entreposage est obtenue par l'élimination des sources de contamination provenant des résidus des récoltes antérieures, la propreté et la désinfection des locaux d'entreposage. Dans le cas de commercialisation de quantités importantes, les taux d'infestation peuvent être réduits au minimum par l'observation de normes strictes des périodes d'achat aux producteurs et le raccourcissement de la période de stockage en sacs. Les installations de stockage de longue durée et de quantités importantes doivent recourir à des moyens technologiques permettant la réalisation du principe de l'enceinte fermée,

infranchissable et éventuellement la désinsectisation par fumigation. Dans les contrées où de longues périodes de stockage de quantités importantes sont normales ou lorsque des réserves en vue de disette doivent être prévues, il incombe au pouvoir politique d'organiser le stockage des produits dans les conditions les plus adéquates. Si l'investissement d'installation est élevé, il est pleinement justifié par la réduction des pertes qu'il permet.

Symposium
«Malnutrition du Tiers Monde»
(Bruxelles, 11 décembre 1981)

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
pp. 65-77 (1983)

Symposium
"Malnutritie van de Derde Wereld"
(Brussel, 11 december 1981)

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
pp. 65-77 (1983)

POSSIBILITÉS ACTUELLES DANS LA RECHERCHE DE SOURCES DIFFÉRENTES D'ALIMENTATION

PAR

J. HARDOUIN *

RÉSUMÉ. — L'amélioration de la situation nutritionnelle dans le monde dépend moins de difficultés scientifiques que de questions humaines ou économiques. Les sociétés dites développées gaspillent de la nourriture et de l'énergie, tout en profitant du système actuel des échanges internationaux ; il est nécessaire que ces situations changent. Car le véritable problème de la faim et de la malnutrition est lié à des prix, à des répartitions et à des transports.

Il est en général possible d'augmenter les surfaces cultivées en milieu équatorial et tropical humide ; ce n'est pas vrai en zone sahélienne ni dans certaines situations spécifiques. Il faut alors songer à l'augmentation des rendements, ce qui implique inévitablement plus de travail et une meilleure gestion des terres et des productions. Très vite, il faudra avoir recours à des engrais et ceux-ci seront peu ou pas efficaces si le sol n'est pas assez humifère. Il est donc capital de songer à produire beaucoup de fumier pour améliorer les sols, afin qu'ils puissent répondre aux sollicitations agronomiques ultérieures. Ce n'est que si cette condition est remplie que le recours au progrès génétique aura un impact ; c'est pourquoi les croisements et la sélection viennent en deuxième phase seulement.

Une parenthèse est faite sur l'intérêt du biogaz, l'hérésie des fours à paille, l'erreur de préconiser le soja à tort et à travers pour la consommation humaine. Passant en revue les sources potentielles d'aliments, diverses plantes à utilisation locale actuelle sont citées. La pomme de terre-céléri *Arracacia xanthorrhiza*, le taro de Chine *Colocasia esculenta* ou le chou Caraïbe *Xanthosoma sagittifolium* produisent des tubercules plus intéressants que le manioc. Des pseudo-céréales sont également retenues comme le millet cannelé *Echinochloa turnerana* et diverses amarantes. Le haricot ailé *Psophocarpus tetragonolobus* commence à être connu et essayé en divers endroits, où sa racine tubéreuse riche en protéine a retenu l'attention. Consommer ces diverses plantes à plus grande échelle ne correspondrait pas véritablement à disposer de nouvelles sources d'aliments.

La culture d'algues offre des possibilités ; des espèces du genre *Spirulina* poussent en milieu alcalin et saumâtre et peuvent surtout être récoltées par des moyens aussi rudimentaires qu'un simple filet à mailles étroites. Des champignons se développent sur des

* Institut de Médecine Tropicale «Prince Léopold», Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen (Belgique).

sous-produits d'industries agricoles ou sur des substrats végétaux, donc renouvelables ; c'est vrai également pour certaines levures.

L'attention est attirée sur le mécanisme particulier intervenant dans l'estomac initial des ruminants, où la cellulose et l'amidon sont transformés en protéines grâce à une utilisation de l'azote ammoniacal. Cette filière de la synthèse de la protéine organique mériterait d'être explorée beaucoup plus qu'elle ne l'est actuellement, et contrairement à ce qui est souvent préconisé, l'élevage des ruminants dans des conditions appropriées à leur physiologie doit se développer.

Les choix classiques ne sont pas nécessairement les meilleurs, et on explique pourquoi dans beaucoup de pays en voie de développement il est préférable de recourir à 4 vaches produisant 1 500 litres de lait chacune au lieu d'une seule vache à 6 000 litres. De même, en zone trypanosée ou en milieu très aride, l'exploitation rationnelle de la faune sauvage est plus indiquée que l'élevage de bovins ou d'ovins.

En conclusion, c'est par de nouvelles vues sur les questions anciennes que l'on trouvera des solutions. Mais il est peu probable que le monde de demain souffrira d'une insuffisance dans les possibilités de produire de la nourriture sauf si notre confort actuel nous empêche de réfléchir, d'intervenir et d'agir.

SAMENVATTING. — *Actuele mogelijkheden in het onderzoek van andere voedingsbronnen.* — Het verbeteren van de hongersituatie in de wereld hangt minder af van moeilijkheden op wetenschappelijk gebied dan van menselijke en economische problemen. De zogenaamde ontwikkelde maatschappij verspilt voedsel en energie, profiterend van het huidige stelsel van internationale handel ; het is nodig dat deze toestand verandert. Immers het ware probleem van de honger en de ondervoeding is gebonden aan prijzen, aan verdeelsleutels, aan vervoerproblemen.

Algemeen wordt er aangenomen dat het mogelijk is de landbouwoppervlakte te vergroten in het tropisch equatoriaal vochtige milieu ; dit is echter niet mogelijk in de Sahelzone, noch in sommige andere specifieke situaties. Men moet dan gaan denken aan het verhogen van het rendement, hetgeen onvermijdelijk meer werk meebrengt en ook een beter beheer veronderstelt van de gronden en de producties. Zeer spoedig zal men meststoffen nodig hebben en deze zullen niet of weinig doeltreffend zijn als de grond arm is aan humus. Het is dus absoluut noodzakelijk er aan te denken veel mest te produceren om alzo de grond te verbeteren, zodat deze later beter zou kunnen ingaan op landbouwspeculaties. Slechts als aan deze voorwaarden voldaan is zal een beroep op genetische vooruitgang zich kunnen laten gevoelen ; daarom komen de kruisingen en de selectie slechts op de tweede plaats.

Een omweg wordt gemaakt langs het belang van het biogas, de ketterijen over de stro-ovens, de fout die men begaat van door dik en dun soja als voedsel voor de mens aan te prijzen.

Bij een overzicht van de mogelijke voedselbronnen worden er verscheidene planten van lokaal gebruik aangehaald. Zo produceren *Arracacia xanthorrhiza*, *Colocasia esculenta* en *Xanthosoma sagittifolium* interessantere eetwortels dan manioc. Pseudogranen zijn ook te onthouden zoals *Echinochloa turnerana* en verschillende soorten amaranten. De vleugelboon *Psophocarpus tetragonolobus* begint bekend te worden en wordt op verschillende plaatsen beproefd wegens het feit dat de wortels rijk zijn aan eiwitstof. Deze planten op grotere schaal verbruiken kan echter niet als een nieuwe voedselbron bestempeld worden.

De kweek van algen biedt andere mogelijkheden ; soorten van het genus *Spirulina* groeien in alkalisch en brak water en kunnen met zeer eenvoudige middelen geoogst worden, zo o.a. met een net met smalle mazen. Paddestoelen ontwikkelen zich op bijprodukten van de landbouwindustrieën of op plantensubstraten ; hetzelfde geldt voor sommige gisten.

De aandacht wordt getrokken op het speciaal mechanisme in de voormaag der herkauwers, waar cellulose en zetmeel omgevormd wordt tot eiwit dank zij de ammoniakale stikstof. Deze aanbouwlijn van organisch eiwit verdient veel meer geëxploreerd te worden dan tot nu het geval was en in tegenstelling tot wat dikwijls wordt vooropgesteld, moet de kweek van herkauwers ontwikkeld worden in voorwaarden aangepast aan hun fysiologie.

De klassieke keuzen zijn niet noodzakelijk de beste ; men legt uit waarom in veel ontwikkelingslanden het beter is beroep te doen op 4 koeien die ieder 1 500 liter melk geven dan op één koe die er 6 000 geeft. Zo kan men ook stellen dat in zones waar trypanosomiasis heerst en in zeer arme droge streken het soms meer aangewezen kan zijn een rationele uitbating van de wildfauna na te streven dan aan kweek van runderen of schapen te doen.

Als besluit kan men stellen dat nieuwe ideeën over oude problemen misschien oplossingen kunnen brengen. Maar het is weinig waarschijnlijk dat de wereld van morgen gebrek zal lijden aan mogelijkheden om voedsel te produceren, tenzij ons huidig comfort ons zou beletten na te denken, tussen te komen en te handelen.

**

Quelques aspects liés aux questions de faim et de malnutrition dans le Tiers Monde ont été examinés aujourd'hui. On vous parlera encore de la recherche agronomique internationale au cours de cet après-midi. Il subsiste donc un énorme domaine d'interventions plus directement liées aux actions techniques qu'il me faut évoquer. Ce sujet est tellement vaste que je suis certain de décevoir, car il me sera totalement impossible d'examiner tous les points qui mériteraient cependant de l'être.

Dès le départ, il me paraît toutefois indispensable de situer le problème de l'alimentation dans un contexte plus vaste que celui de la production telle qu'on en parle habituellement. J'ai, depuis assez longtemps déjà, cessé de croire que la Science nous apportera la solution aux difficultés que l'on rencontre. Il n'existe en effet plus beaucoup de problèmes techniques pour lesquels nous ne possédions pas encore une ou plusieurs solutions. Les solutions peuvent être encore trop coûteuses (mais les comparaisons sont fréquemment biaisées car le changement fait peur), ou entraîner des conséquences considérées comme inacceptables, ou impliquer à un point tel l'attitude de l'homme qu'il devient lui-même le facteur limitant.

Je ne crois pas personnellement qu'il y aura de solution aux difficultés qui nous font face aussi longtemps que l'on n'aura pas admis qu'il

faut vraiment s'attaquer au gaspillage alimentaire et énergétique scandaleux de nos sociétés dites développées et qu'il est nécessaire également de revoir les fondements des échanges internationaux.

Un changement des mentalités est impératif ; peut-être faut-il même une révolution des mentalités. Sans doute les difficultés ne sont-elles pas encore assez importantes pour imposer les transformations. Attendons donc l'aggravation des crises, puisqu'il semble que l'instinct de conservation ne soit pas encore assez sollicité pour l'instant auprès des preneurs de décision pour provoquer le sursaut et la prise de conscience indispensables.

Le véritable cœur de la faim et de la malnutrition est lié davantage à un problème de prix qu'à des limitations agronomiques. La plupart des affamés et des malnourris sont dans l'impossibilité d'acheter ce qu'ils ne peuvent pas produire. C'est donc une crise de la distribution qui sévit, puisque dans bien des régions on produit beaucoup plus qu'on ne peut consommer.

On estime que l'homme a consommé à un moment ou l'autre de son histoire environ 3000 espèces végétales différentes, mais pour le moment l'exploitation commerciale ou de subsistance ne concerne que 150 d'entre elles à peu près. La tendance persistante est cependant à réduire de plus en plus le nombre d'espèces végétales, au point qu'actuellement la majorité de la population du monde a recours pour se nourrir à seulement une vingtaine de cultures différentes.

L'agriculture, dans la plupart des pays en voie de développement est caractérisée par un faible degré d'intensification lorsqu'il s'agit des productions alimentaires. Une affirmation aussi générale souffre évidemment de nombreuses exceptions, comme les cultures assolées d'Afrique du Nord qui atteignent parfois des rendements très élevés ou les cultures irriguées fort répandues dans divers pays. Les contraintes habituelles à un accroissement des productions de nourriture sont très diverses, et varient avec les biotopes. Si la terre est rarement un facteur limitant en milieu tropical ou équatorial typique, ce n'est cependant pas le cas dans des pays comme le Rwanda ni dans certaines zones du Sahel comme la Haute-Volta où la terre éventuellement disponible est inutilisable. Augmenter les productions peut aussi s'obtenir par une augmentation des rendements, mais cette voie exige inévitablement des intrants supplémentaires, qui sont loin d'être accessibles à tout le monde pour des raisons diverses. Et lorsqu'ils le sont, il faudrait encore être certain que c'est un choix adéquat quand on sait que par l'utilisation de la traction animale et d'un peu

d'engrais, on produit en Inde 16 calories alimentaires sous forme de céréales en consommant 1 calorie de combustible alors qu'avec la même calorie de combustible on retire aux U.S.A. une demi calorie alimentaire!

Une qualité supérieure du travail des champs permet d'améliorer les résultats à la récolte, mais cela suppose une quantité accrue d'heures de travail que trop souvent l'homme ne voudra pas fournir et que la femme ne pourra pas fournir, déjà accablée par toutes les tâches domestiques qui lui incombent traditionnellement. Et pourtant, ce volet ne devrait pas être négligé comme il l'est, car en période difficile ou en milieu défavorisé, c'est par une majoration du nombre d'heures de travail que l'on a une chance de réussir, comme l'ont fait nos grands-pères chez nous. Travailler plus ne suffit cependant pas : cultiver mieux est également indispensable lorsque l'on sort de l'agriculture de subsistance. Les cultures vivrières peuvent être conçues à plus vaste échelle que celle adoptée le plus souvent, mais les sujétions augmentent. La monoculture accroît aussi tous les risques, tant agronomiques qu'économiques. Les exigences en organisation et en gestion varient dans le même sens, avec le résultat fréquent d'échec final lorsque l'agriculture est tombée sous la coupe de l'administration et de la bureaucratie. Un tout petit peu de retard dans la livraison des engrais, puis des semences, puis des pesticides, puis du carburant, puis des pièces de rechange, ... c'est plus qu'il n'en faut pour ne rien récolter.

Supposons néanmoins que tout soit bien conçu et organisé : il faut encore que ce qui sera produit puisse être acheté et transporté. Un réseau routier convenablement entretenu est indispensable pour que les échanges d'une région à l'autre permettent les compensations imposées par les climats et les sols. C'est pourquoi on doit rappeler aujourd'hui qu'une agriculture productive n'est d'aucune utilité pour l'état de santé des populations si les cantonniers ne sont pas au travail toute l'année sur les pistes.

Bien des éclairages curieux pourraient être donnés sur les ressources alimentaires. Je me bornerai à évoquer d'abord le frein majeur constitué par la trop faible utilisation du crédit agricole honnête et le recours très abondant à l'usure. Quand un prêteur demande dix pourcent d'intérêt à la semaine, cela fait 520% par an, et c'est là pourtant un taux pratiqué! Quand le prêteur se fait rembourser en nature par la récolte dont il fixe lui-même le prix, il est évident que le producteur n'a aucune raison de produire davantage s'il doit emprunter pour cela. Et n'en est-il pas de même du métayer, qui verra les suppléments de production disparaître en

majeure partie entre les griffes du propriétaire foncier? Les structures agraires et le crédit sont deux belles illustrations du rôle évident du pouvoir politique pour un accroissement des productions actuelles, sans aucune intervention de nature agronomique.

Mais soyons optimistes, et admettons que la volonté politique soit présente. Les décisions ont été prises, les fonds sont disponibles, les hommes sont motivés, l'organisation est en place. L'intensification peut donc commencer.

Les premiers progrès sont assez aisés, car ils sont liés au respect strict du calendrier agricole (à Kaniama, Zaïre, chaque jour de retard au semis du maïs après le 15 septembre entraîne une chute de rendement de 75 % : on passe de 7000 kg à 1500 kg à l'hectare!). Après cela viendra le premier pas de la véritable intensification : celle due aux engrais. Mais le recours aux engrais est une catastrophe si le sol n'est pas en mesure de répondre : le sol doit jouer son rôle d'éponge nutritive pour les plantes. Sans humus, aucun espoir ; les sels minéraux seront lessivés et perdus. Rien ne prouve que les dépenses d'engrais seront couvertes par un supplément de production, si le sol n'est pas lui-même amélioré. C'est dans cet état d'esprit qu'il faut actuellement préparer l'avenir. En effet, la deuxième étape de l'intensification est basée sur le progrès génétique : croisement ou sélection pour produire des souches plus productives. Qu'il s'agisse de blé ou de café ou de porcs à l'engraissement, la situation est la même : du matériel à haut potentiel est sans aucun intérêt s'il ne reçoit pas tout ce qui lui est nécessaire pour produire au maximum. Ce fut du reste tout le drame de la «révolution verte». Il faudra donc recourir de toutes manières à des techniques plus complexes lorsque la génétique pourra intervenir ; il faut donc d'abord maîtriser ces techniques. Et si on les applique au matériel végétal ou animal actuel non perfectionné, on obtient déjà une amélioration notable de la production. Rien ne se fera sans un sol vivant et humifère ; il faut donc le créer et le conserver, ce qui n'est pas facile en climat chaud.

La mode est au compost et, plus encore au compost de broussailles. Sans en négliger l'intérêt, pourquoi ne pas prendre exemple sur nos prédécesseurs et nous souvenir que le fumier, c'était l'or noir des fermiers belges du début du siècle. L'élevage bovin a été considéré un certain temps en Europe comme un «mal nécessaire», dont la raison d'être majeure était de produire quotidiennement du fumier, en même temps qu'un peu de lait, de viande ou de travail. Mais qui ose encore parler dans nos écoles du fumier? Quel chercheur a mis à son programme les techniques de

fabrication de fumier en milieu tropical? Et je crois pourtant, avec quelques collègues et confrères, que cet aspect est parfois primordial lorsqu'il faut choisir un type de stabulation.

Ceci dit, je ne peux passer sous silence des formules dont on parle de plus en plus et qui sont à la fois des non-sens et des hérésies. Un excellent exemple est fourni par les fours à paille, que d'habiles commerçants essaient de placer même outre-mer. Brûler de la paille pour récolter des calories et des cendres heurte profondément mes tripes d'agronome, alors que cette paille utilisée comme litière abondante peut fournir du biogaz et laisser un résidu dont la valeur fertilisante est supérieure à celle du fumier classique.

Je voudrais aussi vous dire mon irritation de voir préconiser le soja un peu partout sans raison majeure et surtout très mal à propos ; les échecs d'utilisation humaine directe sont nombreux, compréhensibles et fréquemment justifiés ou prévisibles. Le soja est une plante à vocation industrielle, mais n'a rien à voir aux haricot, dolique, lentille niébé, pois, ... qui sont consommés sans réticence.

Je m'irrite également de constater que la politique officielle de sélection conduit à mettre sur le marché certains produits en quantités de plus en plus grandes, alors que l'économie tout aussi officielle y perd de plus en plus d'argent par des subsides, aides diverses ou prix garantis. Mais je ne suis pas ici pour vous faire part de mes états d'âme.

**

Existe-t-il réellement une possibilité de disposer de sources différentes d'aliments?

Notre régime d'omnivore nous contraint à ne pas nous écarter outre mesure des besoins physiologiques reconnus. Et si un adulte peut être végétarien, il y a peu de chances pour que nous puissions prochainement nous nourrir de cellulose, de lignine, de kératine ou de sels minéraux. J'espère en tous cas ne pas être invité à un repas dont le menu comporterait un potage de sabot de mouton, une entrée à base d'écailles de poisson avec copeaux de thuya, un plat de résistance composé d'une purée de sciure de bois avec une grillade de plumes et de poils, même si on m'offre au dessert un pudding à la gélatine.

Trouverons-nous des sources véritablement nouvelles d'hydrates de carbone ou de protéines? Je ne le crois pas. Des racines et tubercules encore peu utilisés pourraient l'être davantage et avec avantage ; c'est le cas de la pomme de terre-céleri *Arracacia xanthorrhiza* encore appelée

panais péruvien à cause de sa racine, qui semble n'être connue qu'en altitude dans les Andes, où son coût de production est deux fois moins élevé que celui de la véritable pomme de terre.

Les divers taros mériteraient un peu plus d'attention également, qu'il s'agisse du Taro de Chine (*Colocasia esculenta*) ou du chou Caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*) appelé macabo au Cameroun. Ces deux genres différents produisent des tubercules et poussent en milieu équatorial ; leur valeur nutritive est plus élevée que celle du manioc, avec un cycle de production beaucoup plus bref.

Des pseudo-céréales sont également utilisables ; c'est le cas du millet cannelé (*Echinochloa turnerana*). Cette graminée australienne pousse malgré une pluviosité voisine de 100 mm tombant en une ou deux pluies ; les rendements potentiels ne sont pas encore bien connus. Diverses amarantes à graines (*A. caudatus*, *A. cruentus*, *A. hypochondriacus*) poussent rapidement et donnent des graines semblables à des grains de céréales mais plus riches en protéines : on a trouvé jusqu'à 6,2 g de lysine par 150 g de protéine chez *A. edulis*, c'est-à-dire plus que ce que l'on trouve dans les variétés de maïs «Opaque-2» et «Floury-2», sélectionnées pour cette caractéristique. Le «quinoa» ou *Chenopodium quinoa* est quasi inconnu hors des hautes Andes, malgré ses excellentes qualités (58 % d'amidon, 5 % sucre, 12-19 % protéines et 4-5 % matière grasse). On ne peut pas oublier *Zostera marina* (en anglais *eelgrass*), plante d'une famille voisine des *Potamogetonaceae*, qui pousse dans les marais salés et dont les graines flottent à la surface de l'eau et notamment de la mer ; elle est traditionnellement exploitée sur la côte occidentale du Mexique. Les teneurs sont voisines de celles du froment ou du riz.

On parle davantage du haricot ailé, ou haricot carré, *Psophocarpus tetragonolobus* (en anglais *Winged bean* ou *Four-angled bean*), cette légumineuse méconnue qui pousse en milieu tropical humide et dont les graines, les gousses et les feuilles sont consommées. Sa particularité principale cependant est de développer également une racine tubéreuse à forte teneur en protéine (on cite même 20 % de protéine sur la base de la matière sèche). La plante est exploitée surtout en Papouasie.

D'autres plantes encore ont été identifiées comme sources possibles de légumes, de fruits, d'oléagineux voire de fourrages. On constatera que, s'il s'agit de nouvelles sources alimentaires en un certain sens, il faudrait plutôt dire qu'il s'agit d'espèces méconnues jusqu'ici mais que, si elles étaient utilisées, nos repas ne seraient pas très différents de ce qu'ils sont actuellement.

Où trouver du nouveau alors? Je ne m'étendrai pas du tout sur les «viandes artificielles» produites par culture de levures (*Candida lipolytica*....) ou d'autres organismes comme des bactéries du type *Actinobacter anitratum* ou *Pseudomonas sp.* Les substrats sont fréquemment à base d'hydrocarbures, pour lesquels il existe de meilleurs usages semble-t-il.

La culture d'algues par contre est plus avancée. Le groupe des spirulines *Spirulina platensis* et *S. maxima* peut pousser dans des eaux alcalines et saumâtres, et les fortes concentrations de ces végétaux en rendent la récolte aisée par des simples filets. Il s'agit d'un aliment traditionnel sur les bords du Lac Tchad, où le produit du ramassage sur l'eau est séché au soleil puis cuit et consommé comme un légume. Le gros avantage des algues réside dans la faible proportion d'acides nucléiques par rapport aux «protéines», ce qui n'est pas le cas pour les bactéries et rend ces dernières généralement impropres à la consommation humaine sans traitement industriel préalable. Les spirulines étaient déjà consommées par les Aztèques lors de la conquête espagnole au xvi^e siècle.

L'avantage des algues vertes est d'utiliser le carbone atmosphérique par photosynthèse. Malgré des teneurs analytiques intéressantes, l'utilisation par l'homme est encore assez limitée au stade actuel. Certaines algues comme *Chlorella vulgaris* ou *Scenedesmus sp.* provoquent des intolérances gastro-intestinales, et leur usage est donc limité à l'alimentation des animaux qui peuvent en supporter le coût de production et de préparation.

Des champignons permettent de tirer profit de déchets végétaux. *Aspergillus niger* pousse bien par exemple sur des déchets de caroubier *Ceratonia siliqua*, et *Pekylomyces varioti* se développe sur les eaux résiduelles des industries du bois et du papier. Les produits obtenus sont riches en protéines, et au stade actuel ils peuvent être employés dans les aliments pour porcs et volailles, à la place de farine de viande ou de poisson susceptible d'une utilisation plus immédiate par l'homme. On peut donc imaginer un développement de la production de champignons, dont les teneurs en protéine sont intéressantes avec une valeur énergétique non négligeable. Le gros avantage de ce type d'organismes est qu'ils peuvent se développer sur des substrats qui sont eux-mêmes renouvelables (plantes ligneuses et autres) mais inutilisables tels quels par l'homme pour son alimentation.

Il est également possible de faire pousser certaines levures sur des milieux composés de produits végétaux ou de sous-produits d'industries agricoles. La levure *Torula* par exemple (ou *Candida utilis*) se développe rapidement sur la mélasse, sur les eaux résiduelles de l'industrie du papier,

sur les déchets de fruits voire de bois ; on ajoute cependant de l'azote pour favoriser la production de levure. Les teneurs analytiques en «protéines» sont assez élevées, mais la proportion de purines et de pyrimidines est forte. La levure de brasserie *Saccharomyces cerevisiae* est fort proche de la levure *Torula*, et serait également utilisable à plus grande échelle qu'actuellement.

Il serait malheureux de ne pas évoquer également d'autres réalisations et d'autres possibilités, et notamment l'énorme domaine offert par les ruminants. Nos vaches et nos moutons produisent évidemment de la viande, du lait, de la laine,... et quelques exemples séculaires (Masai, Eskimo) montrent que l'on pourrait n'avoir qu'une alimentation d'origine animale sans troubles pathologiques, moyennant un mode de vie approprié. Mais l'intérêt réside beaucoup plus dans cette merveille que constitue la panse des ruminants, le rumen. Cette usine biologique transforme la cellulose et l'amidon, corps ternaires par excellence, en acides aminés et en protéines nobles qui sont des corps quaternaires fort recherchés, cette transformation étant permise grâce à l'utilisation de l'azote uréique ou ammoniacal. On peut donc concevoir des travaux pour mieux connaître ces facultés, et c'est pourquoi contrairement à ce qui est souvent affirmé, il serait utile de développer fortement l'élevage des ruminants pour passer de l'herbe à la protéine animale. L'erreur se situerait plutôt dans le recours à des céréales ou autres concentrés dont l'utilisation est souvent meilleure ailleurs. Mettant à profit l'urée et ses dérivés, il est donc possible d'alimenter des bovins avec des fibres, des glucides et des excréments de volaille, ce qui est une manière élégante (pour nous...!) de combiner efficience et lutte contre la pollution.

On peut encore parler de la protéine des feuilles, que les connaissances technologiques nous permettent maintenant d'extraire et d'en faire à peu près ce que l'on veut, du moins au point de vue présentation. Mais est-ce là une nouvelle source alimentaire?

D'autres exemples pourraient encore être trouvés de secteurs qui font actuellement l'objet d'études, de recherches, de développement semi-industriel expérimental. L'élevage d'organismes marins ou «aquaculture» a suivi l'extension de la production dans les eaux douces ou «pisciculture». La génétique traditionnelle des sélectionneurs est complétée depuis longtemps par les processus de mutagénèse induite afin d'obtenir des productions accrues. Plus récemment, les cultures de tissus ou de cellules ont permis dans le secteur végétal de concevoir des productions commerciales à partir de méristèmes, comme le cas est maintenant bien

connu pour les fraisières. Le génie génétique a bien progressé également puisque ce n'est plus de la futurologie que de songer à créer des espèces végétales qui vivront, comme les légumineuses actuellement, en symbiose radiculaire avec des bactéries pour fixer l'azote atmosphérique de l'air. Cette sorte de chirurgie aura formé des monstres en réalité, mais des monstres utiles. Dans le monde animal, rien n'interdit théoriquement la production de lait à partir d'une mamelle artificielle, mais on peut se demander si ce serait un progrès ou un recul, noyés comme nous le sommes dans le lait de la CEE. On vient de calculer à ce propos que l'on économiserait près de 70 millions d'unités de comptes européennes soit presque 3 milliards de FB si l'on remplaçait dans l'alimentation animale la poudre de lait écrémé par le lait naturel, mais cela entraînerait la perte d'environ 10.000 emplois!

Ce dernier exemple m'amène à la constatation, souvent répétée déjà que les systèmes qui nous entourent sont parfois incohérents, mais qu'à force de vivre parmi eux, toute faculté d'analyse objective nous a quittés. Autrement dit, il faut peut-être nous remettre en question. Le temps n'est plus où l'on peut examiner un élément à la fois, et négliger ce qui se passe en amont ou en aval. Le temps n'est plus où l'on peut omettre de dresser des bilans globaux intégrant les effets secondaires, y compris la pollution et l'utilisation de ressources non renouvelables. Quelques cas concrets pourront peut-être mieux faire comprendre cette attitude.

Lorsque, dans un pays en voie de développement, l'objectif est par exemple de produire 6 000 litres de lait, est-il préférable de disposer d'un animal à potentiel élevé de type Holstein canadien ou de deux vaches fournissant chacune 3 000 litres seulement ? Agronomes et vétérinaires, professeurs et experts répondront sagement que la ration d'entretien pour deux animaux sera plus importante et coûtera beaucoup plus cher et qu'il faut plutôt rechercher des productions individuelles élevées. Personnellement, dans plusieurs pays du Tiers Monde j'ai recommandé de rechercher quatre vaches à 1 500 litres seulement, et j'accepte les quatre rations d'entretien. D'abord, parce que l'on peut les fournir à partir de végétaux, et ainsi se passer souvent de l'achat de concentrés dont une partie des composants est importée. Ensuite, parce que la compétence requise de la part du détenteur de ces quatre animaux pourra être beaucoup moins élevée et que tous les risques sont plus faibles. Enfin, mes quatre vaches me donneront chaque année quatre veaux et davantage de fumier qu'une seule vache. J'aurai dans le premier cas 6 000 litres de lait et un veau, et dans l'autre 6 000 litres de lait et quatre veaux. Il faut globa-

liser et ajouter pêle-mêle lait, viande, fumier, compétence des hommes, frais, ...

Autre exemple d'une nouvelle approche, difficilement admise cependant ; il concerne deux biotopes très difficiles : la savane soudanienne à glossines et la steppe aride. Des bovins pourront être installés dans le premier milieu ; des moutons seront mieux adaptés dans le deuxième. Ici il faudra traiter régulièrement les animaux par des trypanocides si l'on décide de ne pas détruire toute la végétation ; là il faudra assurer un abreuvement par l'un ou l'autre moyen. Bref, des moyens techniques et financiers importants sont requis, pour des performances parfois marginales. Pourquoi ne pas avoir recours à un autre élément, gratuit ou presque : notre réflexion. Au lieu de placer des animaux dans un milieu auquel ils ne sont pas adaptés, installons dans ce milieu les animaux appropriés. N'est-ce pas évident ? Et quels sont ces animaux ? Non, ce n'est pas au bétail Ndama trypanotolérant que je songe, encore qu'il puisse convenir au premier cas évoqué. Je songe au contraire à diverses espèces de la faune sauvage. Buffles, antilopes, zèbres, ... voilà autant d'herbivores qui sont aussi trypanotolérants, et qu'une exploitation rationnelle (autrement que par la grande chasse dite sportive) permettrait de ranger parmi des espèces animales de rente avec une productivité élevée car plusieurs niches écologiques seront mise à profit. L'oryx *Oryx beisa*, l'éland du Cap *Taurotragus oryx*, la gazelle de Grant *Gazella granti*, ... sont, eux, des animaux qui disposent de mécanismes physiologiques particuliers pour leur métabolisme hydrique, grâce auxquels ils peuvent trouver souvent toute leur ration quotidienne d'eau dans la rosée et dans l'eau de constitution des feuilles d'arbustes si on les laisse manger de nuit. Grâce aussi à leur faculté de laisser monter leur température corporelle diurne de 39° à 42° voire 45° le moment de la transpiration sera retardé et les pertes hydriques ainsi fortement réduites.

C'est probablement à davantage de solidarité, à d'autres conceptions, à de nouvelles vues sur des problèmes anciens qu'il faudra surtout faire appel pour disposer là où on en a besoin des sources alimentaires souhaitables. Beaucoup de choses sont connues, mais ne sont pas encore appliquées. Il faut avoir le courage de repartir parfois à zéro. Il est nécessaire aussi de disposer d'excellents traducteurs, car le langage des chercheurs ou des spécialistes divers n'est en général pas compris par les preneurs de décisions. C'est eux qu'il faut convaincre. C'est en partie sur nous que repose cette mission. Mais il est peu probable que le monde de demain sera confronté à une insuffisance dans les possibilités de produire

de la nourriture, sauf si notre confort actuel nous empêche de réfléchir, d'intervenir et d'agir. Il n'y a pas de solution miraculeuse, mais une suite d'efforts à réaliser. Et c'est en agronome, convaincu des potentialités offertes à qui veut les voir, que je conclurai en disant ma confiance en l'esprit de l'homme et en la valeur de la terre, si on veut bien ne pas les galvauder.

Symposium
«Malnutrition du Tiers Monde»
(Bruxelles, 11 décembre 1981)
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
pp. 78-94 (1983)

Symposium
“Malnutritie van de Derde Wereld”
(Brussel, 11 december 1981)
Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
pp. 78-94 (1983)

HET INTERNATIONAAL LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN DE STRIJD TEGEN DE HONGER

DOOR

R. DUDAL *

SAMENVATTING. — Het hoeft geen betoog dat het landbouwkundig onderzoek aanzienlijk heeft bijgedragen tot de gevoelige stijging van de landbouwproductie in de laatste vijftig jaren. Dit onderzoek werd evenwel in grote mate in de ontwikkelde landen gevoerd zodat ook daar de meeste resultaten werden geboekt. De scherpe bevolkingsaan groei die zich in deze periode in de ontwikkelingslanden voordoet vereist dat vooral daar een verhoging van de voedselproductie verzekerd wordt. Daar onderzoeksstructuren in deze landen soms ontbreken, of de middelen niet voorhanden zijn om zelfstandig programma's uit te voeren, werden in de zestiger jaren initiatieven genomen om internationaal onderzoek ten voordele van de Derde Wereld op te bouwen.

Centra werden opgericht voor het verbeteren van rijst – in de Filippijnen – en van tarwe en maïs in Mexico. De F.A.O. ontwikkelde een programma van technische hulp dat voor een belangrijk gedeelte gewijd was aan het inrichten van het landbouwkundig onderzoek in de ontwikkelingslanden.

Het netwerk van internationale centra werd in de zeventiger jaren verder uitgebreid en dekt nu een hele reeks voedselgewassen. Verbeterde variëteiten, gekoppeld aan meer intensieve landbouwmethodes, hebben het mogelijk gemaakt de graanproductie in verscheidene ontwikkelingslanden merkbaar op te voeren.

De doelmatige toepassing van het internationaal onderzoek berust vooral op de absorptiecapaciteit van de nationale instellingen. De vorming van onderzoekspersoneel en het opbouwen van het onderzoek in de ontwikkelingslanden zelf blijft van het grootste belang.

Onderzoeksprioriteiten dienen bepaald op grond van de beperkingen die een verbeterde voedselproductie in de weg staan. Hierbij moeten de boeren zelf inspraak hebben; hun ervaring en de problemen die zij zelf aanvoelen moeten een leidraad zijn voor het richten van het onderzoek. Sociaal-economische toestanden in de Derde Wereld dienen ook in aanmerking genomen te worden. De kritische voedselsituatie op wereldvlak houdt in dat het landbouwkundig onderzoek zich moet inzetten om de noden van een groot gedeelte van de wereldbevolking te lenigen. De onderzoeker hoort een belangrijke plaats in te nemen, in een wereld die één is.

* Director, Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Via delle Terme di Caracalla, I-00100 Rome (Italy).

RÉSUMÉ. — *La recherche agronomique internationale dans la lutte contre la faim.* —

Il est évident que la recherche agronomique a considérablement contribué à une sensible augmentation de la production agricole durant les trente dernières années. Toutefois cette recherche a été menée surtout dans les pays industrialisés de sorte que c'est là que les meilleurs résultats ont été enregistrés. La forte croissance démographique qui s'est manifestée pendant cette période dans les pays en développement exige qu'une augmentation de la production alimentaire soit assurée en premier lieu dans ces mêmes pays. Du fait que les structures de recherche y faisaient souvent défaut, des initiatives ont été prises dans les années soixante pour mettre en place des programmes de recherche internationale au profit du Tiers Monde.

Des centres ont été créés pour améliorer le rendement du riz aux Philippines, du blé et du maïs au Mexique. La F.A.O. a développé un programme d'assistance technique dont une grande partie est consacrée à l'organisation de la recherche agronomique dans les pays en développement.

Le réseau de centres internationaux s'est développé davantage dans les années septante et couvre actuellement toute une série de cultures alimentaires. Des variétés améliorées, combinées à des méthodes de culture plus intensive, ont permis d'augmenter sensiblement la production de céréales dans plusieurs pays en développement.

Toutefois, il est apparu que le problème de la faim est plus lié à la pauvreté qu'à la production. Par conséquent, la recherche agronomique doit également avoir pour objectif de promouvoir une meilleure répartition des revenus et la satisfaction des besoins de base des populations rurales. Les augmentations de production doivent être obtenues par des moyens qui sont aussi à la portée de petits cultivateurs, tenant compte des conditions socio-économiques des pays en développement.

L'écart entre la recherche et ses applications sur le terrain doit être réduit, non seulement par une amélioration de la vulgarisation, mais aussi par l'orientation de la recherche vers des problèmes que les exploitants ressentent eux-mêmes, par un appui aux organisations de recherche nationales, et par la création de la motivation nécessaire à l'adaptation de nouvelles technologies. La lutte contre la faim est une responsabilité de la communauté dans son ensemble dans le cadre de laquelle la recherche a également un rôle social à jouer.

..

ONDERZOEK EN PRODUKTIE

In de 19^e eeuw wist de landbouwproductie tred te houden met de groei van de wereldbevolking door het in kultuur nemen van uitgestrekte nieuwe landbouwarealen in Noord- en Zuid-Amerika, Australië, Afrika, Azië en Oost-Europa. In de 20^e eeuw is de produktie impetus vooral gekomen door het invoeren van nieuwe technologieën die voortvloeiden uit het landbouwkundig onderzoek. Het hoeft geen betoog meer dat plantenveredeling, verbeterde ziektebestrijding, het aanwenden van meststoffen, het verhogen van de arbeidsproductiviteit door mechanisatie en irrigatie, het mogelijk hebben gemaakt meer en beter voedsel te produ-

ceren. Voor de drie gewassen – tarwe, rijst en maïs – die de helft van de wereld's voedselbehoeften verzekeren, werden gedurende deze eeuw, en vooral gedurende de laatste dertig jaar, spectaculaire resultaten bereikt : de oogsten stegen van 3 tot 6 ton voor tarwe in West-Europa, van 3 tot 6 ton voor rijst in Japan, van 1,5 tot 6 ton voor maïs in de V.S.A. Rond 1950 sprak men op wereldvlak meer van overschotten dan van tekorten. Toen kwam de bevolkingsexplosie in de ontwikkelingslanden. De wereldbevolking die in 1930 twee miljard bedroeg, liep op tot drie miljard in 1960 en tot vier miljard in 1975. Dit vierde miljard kwam erbij in amper vijftien jaar, vergeleken met de honderd jaar die verliepen tussen 1830 en 1930 toen de bevolking van één tot twee miljard toenam. De uitbreiding van het landbouwareaal kon hiermee geen gelijke tred houden, terwijl de resultaten van het landbouwkundig onderzoek, dat vooral in de ontwikkelde landen uitgevoerd werd, niet zonder meer naar de tropische en subtropische gebieden konden overgedragen worden. Een scherp voedseltekort ontstond op wereldvlak. Toen in 1959 de FAO de "Freedom from Hunger Campaign" instelde, bleek het dat reeds de helft van de wereldbevolking in verschillende mate aan ondervoeding leed. Voedselhulp maakte het mogelijk de nood te lenigen, maar het was vooral noodzakelijk dat de voedselproductie in de ontwikkelingslanden zelf werd opgevoerd. In veel van deze landen was het landbouwkundig onderzoek evenwel niet voldoende uitgebouwd om meeropbrengsten van voedselgewassen in de hand te werken. Het was toen, in het begin der zestiger jaren, dat internationale initiatieven genomen werden tot het oprichten van centra voor het verbeteren van rijst – IRRI in de Filipijnen – en van tarwe en maïs – CIMMYT in Mexico. In deze periode ontwikkelde ook de FAO zijn technische bijstand waarbij een belangrijk gedeelte van de hulpbronnen aan het landbouwkundig onderzoek gewijd werden. Het invoeren van verbeterde tarwe, rijst en maïs variëteiten begon in 1965 resultaten af te werpen. Nationale onderzoekingsstations werden ingeschakeld voor het testen, aanpassen en vermeerderen van de nieuwe variëteiten. Tien jaar later telde men in de ontwikkelingslanden reeds 54 miljoen hectaren, waar verbeterde rijst en tarwe variëteiten werden verbouwd, dat is te zeggen ruim 30 percent van het totaal areaal dat aan deze kulturen was gewijd. In de Filipijnen was dit 70 percent van het rijstareaal en in India, Pakistan en Bangladesh 75 percent voor wat de tarwe betreft. De wereldproductie van graangewassen steeg van 700 miljoen ton in 1956 tot 1500 miljoen ton in 1981, meer dan 100 percent in 25 jaar, terwijl gedurende dezelfde periode het landbouwareaal slechts met 10 percent toenam.

In de zeventiger jaren werd het onderzoek uitgebreid tot andere voedselgewassen zoals sorghum, manioc, parelgierst, aardappelen en bonen. Een kenmerk van de verbeterde variëteiten is een gunstige reactie op betere plantenvoeding en op een verbeterde waterhuishouding. De toename van graanproductie is dan ook in niet geringe mate te danken aan een ruimere toediening van meststoffen en aan een uitbreiding van het irrigatie areaal. In de laatste vijftientig jaar steeg het verbruik aan plantenvoedende bestanddelen van 20 tot 100 miljoen ton, waarvan evenwel slechts 20 percent in de ontwikkelingslanden werden aangewend.

Het invoeren van de verbeterde variëteiten en een algemene intensifikatie van de landbouw, hebben ontegensprekelijk een aanzienlijke produktiestijging van graangewassen mogelijk gemaakt. Deze "groene revolutie", die hier eerder in detail besproken werd (GERMAIN, 1979) is een afdoend voorbeeld hoe het internationaal landbouwkundig onderzoek tot een verhoogde produktie van voedsel bijgedragen heeft. Soortgelijke voorbeelden kunnen aangevoerd worden voor dierlijke produkten, tuinbouwgewassen en industriële teelten.

PRODUKTIE EN HONGER

Ondanks de aanzienlijke stijging van de voedselproduktie over de laatste twintig jaar zijn minstens 450 miljoen mensen nog ondervoed. Hoewel produktie voor de wereld in zijn geheel tred hield met de bevolkingsgroei werd het evenwicht in de ontwikkelingslanden grondig verstoord. Wijdverspreide droogte in 1972 bracht de wereldvoedselvoorziening in een krisistoestand. De graanopbrengst daalde met 33 miljoen ton. De Sahelzone en Bangladesh waren de gebieden, waar de hongersnood de meest tragische vormen aannam, maar ook in andere landen daalde de beschikbaarheid aan voedsel per inwoner.

In verschillende ontwikkelingslanden heeft deze trend zich nog niet gewend en het duurder worden van de energiebronnen heeft de moeilijkheden nog verscherpt. De invoer van graan in de Derde Wereld, die in de vijftiger jaren amper een paar miljoen ton bedroeg, is in 1980 tot 100 miljoen ton opgelopen, dat is te zeggen de helft van de totale wereldhandel in graangewassen. Een verdere uitbreiding van de graanuitvoer van de ontwikkelde landen naar de ontwikkelingslanden is echter geen afdoende oplossing vanwege onder andere de zware lasten voor de betalingsbalans, de hoge vervoerkosten en de sterke afhankelijkheid die hierdoor ontstaat.

Er wordt aangenomen, dat de wereldvoedselproduktie heden 110 percent van de gemiddelde behoeften van de wereldbevolking dekt. Op

wereldvlak is honger dus niet gebonden aan een gebrek aan produktiemogelijkheden, maar aan een ongelijke verdeling tussen de verschillende landen en in veel gevallen ook binnen de grenzen van eenzelfde land. Armoede en gebrek aan koopkracht zijn de voornaamste oorzaken van de honger. Verhogingen van produktie zijn op zichzelf geen afdoend middel om honger te bestrijden. Indien ook niet tegelijk sociaal-economische hervormingen toegepast worden die aan de armsten toegang verlenen tot land, hulpbronnen en werkgelegenheid, zal de honger niet verdwijnen.

De "groene revolutie" werd herhaaldelijk gehekeld, en meteen de waarde van het landbouwkundig onderzoek, omdat de meeropbrengsten niet meteen het hongerprobleem opgelost hebben. Er wordt aangevoerd dat de nieuwe technologieën alleen aan de grotere bedrijven ten goede kwamen met als gevolg dat kleinere boeren minder werk kregen, dat de exodus naar de steden in de hand werd gewerkt, dat graan andere gewassen verdrong en dusdanig het dieet verarmde, en dat de verbeterde variëteiten hoeveelheden meststoffen, pesticiden en irrigatiewater vereisten, waarover kleine bedrijven niet beschikken. Analyses waaraan de "groene revolutie" onderworpen werd (DALRYMPLE, 1975 ; CGIAR, 1978) weerleggen deze éézijdige beoordeling. Hoewel grotere bedrijven als eerste van de nieuwe technologieën hebben genoten, zijn deze ook geleidelijk tot de kleinere bedrijven doorgedrongen. Met de hogere opbrengsten is de vraag naar arbeidskrachten gestegen en zijn voedselprijzen gedaald. Het verbruik aan meststoffen en ziektebestrijdingsmiddelen steeg in gelijke verhouding tot de meeroogsten. Dat de voordelen, die uit de nieuwe technologieën zijn voortgevloeid, niet gelijkmatig werden verdeeld, kan men het landbouwkundig onderzoek als zodanig niet ten kwade duiden. Men kan moeilijk verwachten, dat sociaal-economische problemen, die zich over eeuwen hebben ontwikkeld, plotseling door verbeterde landbouwmethodes zouden worden opgelost.

In de meeste ontwikkelingslanden zijn 70 tot 80 percent van de bevolking bij de landbouw betrokken. Het is door hen en met hen dat een oplossing aan het honger- en produktieprobleem dient gevonden te worden. Derhalve moet het de doelstelling van het landbouwkundig onderzoek zijn de produktie in deze landen te verhogen met middelen die ook door kleinere boeren kunnen aangewend worden.

INTERNATIONAAL EN NATIONAAL ONDERZOEK

In de laatste twintig jaar heeft het internationaal onderzoek zich ingezet om verbeterde, en voor de ontwikkelingslanden geschikte, pro-

duktietechnologieën te ontwerpen. De term "internationaal" houdt verband met de bronnen van de financiering, met de samenstelling van de onderzoeksploegen en met de keuze van de onderzoeksthema's die gemeene delers zijn van problemen die in een aantal ontwikkelingslanden voorkomen. Na het oprichten van IRRI ⁽¹⁾ (1960, Filippijnen) voor rijst en van CIMMYT (1966, Mexico) voor tarwe en maïs onderzoek, ging men geleidelijk over tot het oprichten van elf andere centra : IITA (1968, Nigerië), vlinderbloemige en wortelgewassen ; CIAT (1968, Colombia), grasland, bonen en maniok ; WARDA (1971, Liberia), rijst in Afrikaans milieu ; CIP (1972, Peru), aardappelen ; ICRISAT (1972, India), sorghum, parelgierst en erwten ; IBPGR (1973, Italië), plantengenetisch materiaal ; ILRAD (1974, Kenia), veeziekten ; ILCA (1974, Ethiopië), veeteelt ; IFPRI (1975, V.S.A.), voedselpolitiek ; ICARDA (1976, Syrië), niet geïrrigeerde landbouw in semi-ariëde gebieden ; ISNAR (1979, Nederland), steun aan het nationaal landbouwkundig onderzoek. Deze centra werken onder leiding van de "Consultative Group on International Agriculture Research" (CGIAR), een internationale groep van landen en internationale organisaties die in 1971 opgericht werd onder de bescherming van de Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), de Wereldbank en het United Nations Development Programme (UNDP). De bijdrage van deze centra tot de ontwikkeling van de Derde Wereld werd door ons land erkend door het toekennen van de Koning Boudevijnprijs aan de CGIAR in 1980.

Aan de werking en organisatie van de CGIAR is een uitgebreide literatuur gewijd (CGIAR, 1976). Evenwel zijn ook buiten de CGIAR een aantal internationale centra werkzaam, bijvoorbeeld : Insektenbestrijding in ICIPE (Kenia) ; sociale bosbouw in ICRAF (Kenia) ; meststoffenonderzoek in IFDC (V.S.A.) ; landbouw en voedselgewassen in IRAT (Frankrijk) ; olieproducerende gewassen in IRHO (Frankrijk). Internationale onderzoeksinstellingen werden ook in regionaal verband opgezet, bijvoorbeeld in Latijns Amerika (IICA), Zuid-Oost Azië (AIT, SEARCA), Afrika (CIEH), en het Midden Oosten (ACSAD).

Bij de aanvang legde het internationaal onderzoek vooral de nadruk op het verhogen van de opbrengst van individuele gewassen. Hoewel de verbeterde variëteiten zeer vlug verspreid werden, gaf men zich rekenschap dat een aantal factoren over het hoofd werden gezien. Boeren in de

(1) De volledige benaming van deze centra wordt in bijlage gegeven.

ontwikkelingslanden drijven meestal een gemengde landbouw, waarbij verschillende gewassen op elkaar inspelen. Bodem- en klimaatsverschillen in diverse landen maken het noodzakelijk dat het internationaal onderzoek der centra op nationaal vlak voortgezet en aangepast wordt. Er werd ingezien dat landbouwkundig onderzoek, om doeltreffend te zijn, niet kan gescheiden worden van het sociaal-economische milieu. Het "centrum" onderzoek evolueert geleidelijk in een net van samenwerkende nationale instellingen. Meer aandacht wordt nu besteed aan bedrijfssystemen en vruchtwisseling. Een betere verdeling van inkomsten en de voorziening van de basisbehoeften der plattelandsbevolking zijn ook oogmerken geworden. De rol van het internationaal onderzoek ziet men heden meer als een begeleiding van het nationaal onderzoek en in de uitvoering van specifieke taken zoals : gespecialiseerd onderzoek ; opleiding van onderzoekspersoneel ; uitwerken van nieuwe onderzoeksmethodes ; op punt stellen van nieuwe technologieën die wijd verspreid kunnen worden ; het opbouwen van informatie en bibliografische diensten ; de organisatie van seminars en werkgroepen ; de uitwisseling van onderzoeksresultaten.

Men mag zich afvragen indien de globale opdrachten voor enkele gewassen nog volledig aan de behoeften voldoen en indien meer geïntegreerde formules niet moeten worden nagestreefd. Naast de veredeling van variëteiten zou meer nadruk gelegd moeten worden op de interactie tussen verschillende hulpbronnen, zoals bodem, meststoffen, ziektebestrijding, waterhuishouding, krediet, distributie en arbeidsmarkt. Dit soort onderzoek kan evenwel niet afdoend in onderzoeksstations uitgevoerd worden, maar eerder in het veld en onder de levensvoorwaarden op het platteland zelf. Deze evolutie weerspiegelt zich in het feit dat de laatstgeborene van het CGIAR-systeem – ISNAR – speciaal als taak heeft het nationaal onderzoek te steunen. In zijn technische bijstand heeft de FAO steeds de voorrang gegeven aan onderzoekswerk in de ontwikkelingslanden. Van 1961 tot 1975 werden 615 onderzoeksprojecten uitgevoerd, waarvan 58 voor het uitbouwen van onderzoeksinstituten, 89 met een onderzoekscomponente in bepaalde ontwikkelingsprojecten en 468 gewijd aan opleiding en het overdragen van onderzoeksresultaten. Er moet een evenwicht geschapen worden, waarbij internationaal en nationaal onderzoek elkaar aanvullen. Het impact van internationale centra kan alleen dan verzekerd worden als de onderzoeksresultaten op nationaal vlak opgevangen en doorspeeld worden in een vorm die voor de kleine boer toegankelijk is.

PRIORITEITEN

In een tijd van algemene kredietbeperkingen en nijpende nood voor miljoenen mensen is het meer dan ooit vereist dat voor het internationaal landbouwkundig onderzoek prioriteiten worden vastgelegd. Met betrekking tot het bestrijden van de honger kan men volgende criteria toepassen (TAC, 1979) :

- het gewas of de activiteit die onderzocht wordt moet van belang zijn voor een aanzienlijk segment van de landbouw en voor verscheidene ontwikkelingslanden ;
- er moeten aanduidingen zijn dat het onderzoek een potentieel heeft om een stijging van de produktiviteit te bevorderen ;
- het moet blijken dat een dergelijke produktiestijging aan de plattelandsbevolking ten goede zal komen ;
- het onderzoek moet gericht zijn op duidelijk omschreven problemen die nu de produktie verhinderen ;
- het probleem moet van zulke aard zijn dat de oplossing een internationale aanpak vergt ;
- de resultaten van het onderzoek moeten beschikbaar zijn voor en toegankelijk tot bedrijven van verschillende grootte.

Het gaat hier dus niet om een tegenstelling tussen fundamenteel en toegepast onderzoek – die beide noodzakelijk zijn – maar om de relevantie van het onderzoek voor de oplossing van het hongerprobleem en van de armoede. Het is van essentieel belang dat bij het kiezen van prioriteiten rekening gehouden wordt met de hinderpalen die de boeren zelf aanvoelen en identificeren. Er wordt teveel onderzoeksstrategie gevoerd los van de realiteit op het platteland. De boer wordt zelden geraadpleegd met het gevolg dat veel onderzoek – hoe goed ook bedoeld en wetenschappelijk doordacht – slechts weinig betrekking heeft op de werkelijke noden.

In de laatste jaren werden een aantal studies uitgevoerd aangaande prioriteiten in het landbouwkundig onderzoek (ARPAC, 1975 ; NAS, 1977 ; GTZ et al, 1979 ; FAO, 1981 b). Prioriteiten liggen natuurlijk anders in verschillende landen en in verschillende agro-ecologische zones, maar enkele studieobjecten worden algemeen erkend als zijnde van eersterangs belang :

- bevorderen van een grotere foto-synthetische efficiëntie van voedselgewassen zowel door het verbeteren van de bedrijfssystemen (meng- en meervoudige kulturen) als door wijzigingen in plantfysiologie, door

- veredeling voor grotere weerstand tegen klimatische en bodemlimitaties, en door een betere benutting van plantenvoedende bestanddelen ;
- het invoeren van meer radikale veredelings technieken die toelaten in een kortere tijdsspanne resultaten te bereiken, door het combineren en wijzigen van germplasma, pollenkulturen, embryokulturen, weefselkulturen en protoplastenfusie ;
 - bevorderen van biologische stikstoffixatie, door *Rhizobium* en blauw-groene wieren, in verschillende klimatische en bodemmilieus en voor specifieke teelten ;
 - geïntegreerde bestrijding van plantenziekten en plagen door het kweken van resistente gewassen, en door de combinatie van ku ltuurmetho des met chemische en biologische bestrijdingsmiddelen ;
 - verbeteren van inentingsstoffen tegen mond- en klauwzeer en het vinden van inentingsstoffen ter voorkoming van trypanosomiasis en Afrikaanse varkenspest ;
 - verbeteren van de veevoeding in tropische gebieden door een meer rationeel gebruik van natuurlijk grasland, de verwerking van bijprodukten en afval in de landbouwsektor, de integratie van vee in het bedrijfssysteem ;
 - verbetering van visproduktie in aquakulturen door gekontroleerd kweken, polyku ltuur en betere voeding ;
 - integratie van landbouw en bosbouw met het oog op de produktie van brandhout en bouw materiaal, het verzekeren van bodembescherming en het vermeerderen van inkomsten door het invoeren van boomgewassen, die voedsel, veevoeder en verhandelbare produkten opleveren ;
 - verhoogde efficiëntie van het gebruik van plantenvoedende bestanddelen, vooral van stikstof, waarvan gemiddeld slechts vijftig percent van de toegediende hoeveelheid door het gewas opgenomen wordt ;
 - verband tussen groeifaktoren van de voornaamste voedselgewassen en de bodem en klimatische eigenschappen met het oog op het evalueren van het produktiepotentieel van de natuurlijke hulpbronnen ;
 - verhoogde efficiëntie van het watergebruik op niveau van het bedrijf en energiebesparing door verbeterde irrigatietechnologieën ;
 - bepalen van het produktieverlies dat door erosie geleden wordt en economische evaluatie van bodembescherming ;
 - doelmatige aanwending van hernieuwbare bronnen van energie, vooral door omzetting van afval- en bijprodukten in de landbouw ;
 - verbeteren van de werktuigen die door dieren getrokken worden en veredeling van de trekdieren zelf ;

- verbeterde technieken voor het maken van houtskool en voor het gebruik van hout als brandstof ;
- verbeterde technieken voor het opslaan van geoogste produkten in tropische gebieden waarvan heden een groot gedeelte verloren gaan door bederf en ongedierte ;
- sociaal-economisch onderzoek naar de houding van de plattelandsmensen ten aanzien van vernieuwing.

Deze lijst zou nog aanzienlijk verlengd kunnen worden. Een stelregel voor het bepalen van prioriteiten is een ruggespraak met de boer, en het vaststellen van de hinderpalen die hij zelf erkent. Ook kan een oplossing wellicht gevonden worden door het verbeteren van de middelen die de boer over de jaren zelf uitgewerkt heeft om met zijn gezin te overleven. Algemeen kan men stellen dat het onderzoek erop gericht moet zijn de produktiviteit van de plattelandsarbeid te verhogen, risico's die het gebruik van hulpbronnen verhinderen uit de weg te ruimen, oogstzekerheid te verzekeren, economische motivering te scheppen.

Een ander gezichtspunt van prioriteitsbepaling is de beschikbaarheid van de nodige fondsen voor het landbouwkundig onderzoek. Men schat dat in 1980 globaal 5 miljard US\$ aan het landbouwkundig onderzoek besteed werden (World Bank, 1981). Daarvan zijn 25 percent gewijd aan het onderzoek in de ontwikkelingslanden. Voor de geïndustrialiseerde landen betekende dit een uitgave van ongeveer 2 percent van het bruto agrarisch inkomen ; voor de ontwikkelingslanden was dit gemiddeld minder dan 0,5 percent. Buitenlandse hulp aan het onderzoek in ontwikkelingslanden heeft in de laatste jaren aanzienlijke verhoudingen aangenomen. De Wereld Bank is de belangrijkste bron van financiële steun aan het onderzoek. In 1979 werd 330 miljoen US\$ of 9 percent van de totale investering in de landbouw aan onderzoek en voorlichting gewijd. Deze cijfers zullen respectievelijk tot 540 miljoen US\$ en 12 percent opgevoerd worden tegen 1984 (World Bank, 1981). In 1980 werd 340 miljoen US\$ aan bilaterale hulp en 70 miljoen US\$ in de vorm van FAO/UNDP projecten aan landbouwkundig onderzoek in de Derde Wereld besteed. De CGIAR centra hebben gezamenlijk een budget van ongeveer 120 miljoen US\$ per jaar ter beschikking. De betekenis van deze cijfers moet bekeken worden tegen de achtergrond van een schrijnend tekort aan wetenschappelijk personeel en infrastrukturen in veel van de ontwikkelingslanden. Internationale onderzoeksinstellingen hebben derhalve de overkoepelende prioriteit om de opleiding van nationale onderzoekers en techniekers te verzekeren.

TOEPASSING VAN HET ONDERZOEK

Het is gebruikelijk om de kloof te beschrijven tussen het onderzoek en de toepassingen in het veld. Aan dit probleem werd een omvangrijke literatuur gewijd en de meeste analyses wijzen op onvoldoende voorlichting als een belangrijke oorzaak. Deze overweging is natuurlijk geldig en daarom wordt ook veel belang gehecht aan het opbouwen van voorlichtingsdiensten. Blijkbaar wordt aan voorlichting meer hulp geboden dan aan het onderzoek zelf. Daar de kloof evenwel blijft bestaan, mag men zich afvragen of voorlichting alleen bij machte is om ze te overbruggen.

De verbeterde variëteiten hebben zich zeer snel verspreid, in tegenstelling tot veel andere technologieën die als verbeteringen voorgelicht werden. De reden is dat de boer snel technieken aanvaardt die hem zonder overmatig risico een hoger inkomen bezorgen. Het is veel moeilijker hem meststoffen te doen kopen, hoe wetenschappelijk ook verantwoord, als de prijs die hij voor zijn meeropbrengst krijgt amper zijn risico dekt. De beste voorlichting kan hem niet overtuigen onkruidverdelgers te gebruiken die hem meer kosten dan zijn hele oogst waard is. Men tracht hem te bewegen rooibouw op te geven, maar hij weet dat hij de middelen niet heeft om de bodemvruchtbaarheid te onderhouden, noch om de erosie te bestrijden. Hij vraagt zich af hoe hij een bepaalde kultuur, die men in zijn vruchtwisseling wil invoeren, aan de markt zou brengen zonder vervoer en soms zonder wegen. Deelpacht en onzekerheid van het grondgebruik zijn ernstige remmen tot het invoeren van verbeterde landbouwmethodes. De beperkingen die de vooruitgang op het platteland in de weg staan werden hier al eerder uitvoerig behandeld (HARROY, 1975). In deze gevallen heeft de boer aan onderzoeksresultaten weinig baat. Een gebrek aan economische motivatie en relevantie zijn hinderpalen die de beste voorlichting niet kan overkomen.

Een factor die bij de voorlichting dikwijls over het hoofd wordt gezien is dat in de ontwikkelingslanden een groot gedeelte van het veldwerk door de vrouw gedaan wordt. Anderzijds worden de voorlichtingsdiensten meestal door mannelijk personeel bediend en aan mannelijke voorlichters hebben boerenvrouwen geen boodschap.

Men mag zich ook afvragen of van het voorlichtingspersoneel niet teveel gevraagd wordt. Kan men verwachten dat ze onderlegd zijn in alle verschillende takken van de landbouw, gewassen, bodemvruchtbaarheid, veeteelt en plantenziektenbestrijding? Een splitsing van de verschillende specialiteiten is in de ontwikkelingslanden voor het ogenblik niet denkbaar gezien het gebrek aan krachten. Vaak heeft het voorlichtingspersoneel ook weinig statuut, noch bij de onderzoekers noch bij de boeren en hebben ze de ondankbare taak als bemiddelaar op te treden tussen twee

werelden, waartoe ze niet behoren. Zou dan de verbinding tussen onderzoek en de boer in ontwikkelingslanden niet herdacht dienen te worden? Voor het internationaal onderzoek is deze vraag van bijzonder belang: hoe kan de ondervinding die in centra wordt opgedaan uitgedragen worden? Is het niet zo dat het onderzoek zelf moet worden gespreid? Al zijn veel plattelandsbewoners in ontwikkelingslanden ongeletterd, ze hebben over generaties een traditie opgebouwd om te leren door zien en horen. Het "Fertilizer Programme" van de FAO, dat sinds twintig jaar werkzaam is, heeft zich van in het begin gehouden aan proefveldwerk op het platteland zelf en kan erop bogen vijftien miljoen boeren op hun bedrijven bereikt te hebben (FAO, 1981 a). In China is er geen systematische voorlichtingsdienst. Onderzoekers werken zes maanden per jaar in de dorpen. Een aantal boeren werkt aan het onderzoek mee en krijgen ook gelegenheid de onderzoeksstations te bezoeken en er de relevantie van het onderzoekswerk te helpen bepalen.

Ook wordt veel onderzoek niet toegepast omdat het eenvoudig niet toepasbaar is. Het milieu waarin onderzoek plaats vindt is zelden voldoende gekarakteriseerd zodat de overdracht van de resultaten naar andere gebieden bemoeilijkt wordt of zelfs niet mogelijk is. De ligging van de centra moet derhalve kenmerkend zijn voor de gebieden waar het onderzoek voor bestemd is. Onderzoeksstations met globale opdrachten lopen gevaar weinig milieugericht onderzoek te kunnen uitvoeren.

NIEUWE RICHTINGEN

Indien het landbouwkundig onderzoek een volwaardige rol wil spelen in de strijd tegen de honger moeten onderzoeksresultaten doordringen tot de minst begoeden, tot de plattelandsbewoners. Velen onder hen hebben geen opleiding gekregen en beschikken over geen financiële middelen. Derhalve moet het onderzoek naar technologieën uitzien die de kleine boer aankan. Dit wil niet zeggen dat hem niet de beste technieken ter hand moeten gesteld worden, noch dat de meest moderne onderzoeksmiddelen niet moeten worden aangewend. Het gaat er alleen om dat de resultaten in zijn bereik moeten gebracht worden en dat rekening moet gehouden worden met de sociale schaduwzijde waarin hij verkeert.

Het oude – en gedeeltelijk ook het huidige – onderzoeksmodel steunt op gecentraliseerde experimentatie, waarvan de resultaten verondersteld worden door te sijpelen in de praktijk. Wel worden velddemonstraties aangelegd, maar het onderzoek loopt in feite buiten de centra niet meer door. Nadruk wordt meestal gelegd op produktie van enkelvoudige gewassen. Plantenvoeding, erosiekontrolle, ziektebestrijding en andere produktiefactoren worden dikwijls afzonderlijk beschouwd, soms door

andere instellingen en op andere plaatsen. Sociale beschouwingen worden als marginaal beschouwd en de boer zelf heeft weinig of geen inspraak in het bepalen van prioriteiten.

Een nieuw model dat dichter bij de werkelijkheid staat begint zich te ontwikkelen (WHYTE, 1977 ; FAO, 1981). Het onderzoek vindt plaats niet alleen in de centra, maar ook op het platteland. Het studieobject wordt ingeschakeld in bestaande bedrijfssystemen en de verschillende produktiefactoren worden in aanmerking genomen. Het landbouwkundig en sociaal onderzoek gaan samen en de medewerking van de bevolking wordt gezocht. De toepassing en de relevantie van het onderzoek worden hiermee meteen verzekerd. Dit onderzoeksmodel vergt wellicht ook een wijziging in de houding van de onderzoeker ten opzichte van de boer, die als weerstandig en konservatief beschouwd wordt. De nieuwe aanpak onderstelt dat de boer zijn lot wil verbeteren als hem maar middelen ter hand gesteld worden die passen in zijn eigen milieu. De onderzoeker is zich bewust dat de traditionele doenwijzen hem in zijn werk kunnen leiden.

In verband met het duurder worden van energie zal het onderzoek meer nadruk dienen te leggen op het scheppen van genetisch materiaal dat aan minder gunstige milieufactoren aangepast is zoals droogte, onvruchtbare grond, verzouting, aluminium toxiciteit, ongunstige bodemstructuur (DUDAL, 1980). Tot nog toe had men eerder gestreefd naar een wijziging van deze factoren door irrigatie, bemesting, bekalking, drainage en bodemverbetering, die energie-intensief zijn en dikwijls veel tijd vergen vooraleer tastbare resultaten bereikt worden.

Op internationaal vlak wordt het onontbeerlijk dat een engere samenwerking tot stand wordt gebracht. De middelen die door het groot aantal internationale instellingen worden besteed, konden een groter impact hebben indien het onderzoek beter gekoördineerd werd en indien men beter op de hoogte was van wat de verschillende programma's beogen. Netwerken, samenwerking in bepaalde sectoren, verdeling van opdrachten, uitbesteden van taken aan nationale instellingen, het aansluiten bij bestaande informatiesystemen, het uitwisselen van onderzoeksresultaten zouden veel doelbewuster moeten worden nagestreefd. De informatiesystemen die de FAO heeft opgezet – AGRIS en CARIS – zouden hierbij grote diensten kunnen bewijzen. De uitwisseling van gegevens en het doorstromen van resultaten tussen vergelijkbare gebieden zouden kunnen plaatsvinden op grond van de agro-ecologische studie die de FAO van de ontwikkelingslanden heeft gemaakt (DUDAL, 1978 ; FAO, 1978-81). Deze aanbeveling slaat ook op het gebruik maken van onderzoeksresultaten, die in de voorbije jaren in de tropen verwezenlijkt werden (JURION & HENRY, 1967).

In het streven naar nieuwe richtingen kunnen de universiteiten een belangrijke rol spelen. Het richten van hun onderzoek en opleiding op de noden van ontwikkelingslanden, samen met het voldoen van de nationale behoeften, zou hiertoe kunnen bijdragen (FAO, 1977 ; COTTENIE, 1981). Het leggen van internationale kontakten en het inrichten van onderwijs gericht op de problemen van de Derde Wereld kan wederzijds zeer verrijkend zijn.

EEN BLIK OP DE TOEKOMST

Om in het jaar 2000 in de behoeften van de wereld's 6 miljard mensen te voorzien zal de globale landbouwproductie in de komende twintig jaar met 60 percent moeten stijgen. Men schat dat deze produktietoename voor 72 % door een intensivering van de bestaande landbouw en voor 28 % door een uitbreiding van het landbouwareaal tot stand kan worden gebracht (FAO, 1979). Een afremming van de bevolkingsgroei wordt in het jaar 2110 in het vooruitzicht gesteld met een wereldbevolking tussen de 10 en 12 miljard inwoners (UNFPA, 1981). Dit wil zeggen dat het peil der voedselproductie van het jaar 2000 in de loop van de volgende eeuw weer zal moeten worden verdubbeld. Indien een rationeel bodemgebruik doorgevoerd werd, zou dt op wereldvlak mogelijk zijn. De wereld is evenwel nog geen broederlijke gemeenschap, waarin gezamenlijke produktie naar behoefte verdeeld wordt. Daar zelfvoorziening binnen de landsgrenzen of in regionaal verband aanbevolen wordt zal meer voedsel moeten geproduceerd worden in gebieden die dikwijls voor intensieve landbouw minder geschikt zijn. Het overwinnen van ongunstige milieufactoren, het invoeren van aangepaste technologieën, het verbeteren van genetisch materiaal, het beter bestrijden van ziekten en plagen, het opvoeren van de arbeidsproductiviteit zijn de taak van het landbouwkundig onderzoek. Evenwel is de landbouw slechts één van de sectoren van het ontwikkelingsproces en om tot de economische opbouw te kunnen bijdragen moet ze op haar beurt door de industriële en dienstsectoren volwaardig gesteund worden. Spijtig genoeg is dit vaak niet het geval en krijgt de landbouw de prioriteit niet die ze verdient. Daarenboven zijn de huidige internationale handelsbetrekkingen voor de landbouw in de ontwikkelingslanden ongunstig. Voedselproductie hangt ook af van een verbetering van de internationale economische orde, die door de Verenigde Naties nagestreefd wordt, en van de politieke wil om de landbouw te bevorderen zowel op nationaal als op internationaal vlak. Voedsel voor allen en het bestrijden van de honger is derhalve een verantwoordelijkheid van de gehele gemeenschap waarbij ook het onderzoek zijn maatschappelijke rol dient te spelen.

INTERNATIONAAL LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK *

ACSAD	Arab Centre for the Study of Arid Zones and Dry Lands (Syria)
AGRIS	International Information System for Agricultural Sciences and Technology (FAO)
AIT	Asian Institute of Technology (Thailand)
CARIS	Current Agricultural Research Information System (FAO)
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research (USA)
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical (Colombia)
CIEH	Comité Interafricain d'études hydrauliques (Haute-Volta)
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Mexico)
CIP	Centro Internacional de la Papa (Peru)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Italy)
IBPGR	International Board for Plant Genetic Resources (FAO)
ICARDA	International Centre for Agricultural Research in Dry Areas (Syria)
ICIPE	International Centre for Insect Physiology and Ecology (Kenya)
ICRAF	International Council for Research in Agro-Forestry (Kenya)
ICRISAT	International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics (India)
IFDC	International Fertilizer Development Centre (USA)
IFPRI	International Food Policy Research Institute (USA)
IICA	Instituto Internacional de Ciencias Agrícolas (Costa Rica)
IITA	International Institute of Tropical Agriculture (Nigeria)
ILCA	International Livestock Centre for Africa (Ethiopia)
ILRAD	International Laboratory for Research and Animal Diseases (Kenya)
IRAT	Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières (France)
IRHO	Institut de recherches pour les huiles et oléagineux (France)
IRRI	International Rice Research Institute (Philippines)

* Deze lijst is niet bedoeld als een volledig overzicht van de internationale landbouw-onderzoeksinstituten. Ze geeft de naam van de organisaties die in de tekst met afkortingen vermeld werden.

ISNAR	International Service for National Agricultural Research (Netherlands)
SEARCA	South East Asian Regional Centre for Graduate Study and Research in Agriculture (Philippines)
UNDP	United Nations Development Programme (USA)
WARDA	West Africa Rice Development Association (Liberia)

REFERENTIES

- Agricultural Research Policy Advisory Committee (ARPAC), 1975. – Research to Meet U.S. and World Food Needs, U.S.D.A., Washington.
- Consultative Group on International Agricultural Research, 1976. – Les Activités du CGIAR, UNDP, New York.
- Consultative Group on International Agricultural Research, 1978. – Integrative Report, World Bank, Washington.
- COTTENIE, A., 1981. – De Universiteit en de Wereld Ontwikkeling. Rijksuniversiteit, Gent.
- DALRYMPLE, D., 1975. – Measuring the Green Revolution, USDA/USAID Foreign Agricultural Economic Report No. 106, Washington.
- DUDAL, R., 1978. – Land Resources for Agricultural Development, Proceedings of the 11th International Congress of Soil Science, Vol. 1. Edmonton.
- DUDAL, R., 1980. – Soil-related Constraints to Agricultural Development in the Tropics, *in* : Soil-related Constraints to Food Production in the Tropics, IIRI, Los Baños.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1977. – The Contribution of Agricultural Facilities and Universities to Development, FAO, Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1978-1981. – Report on the Agro-ecological Zones Project, World Soil Resources Reports Nos. 48/1, Africa ; 48/2, South-West Asia ; 48/3, Latin America ; 48/4, South-East Asia. FAO, Rome
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. – Agriculture : Towards 2000, FAO, Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1981 a. – FAO Fertilizer Programme, 20 Years Increasing Crop Yields 1961-1981, FAO, Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1981 b. – National Agricultural Research in Developing Countries. 21st Session FAO Conference, C 81/26, FAO, Rome.
- GERMAIN, R., 1979. – La révolution verte. Ses origines, ses succès, ses contraintes. *Bull. Séances Acad. roy. Sci. Outre-Mer, Bruxelles*, 1979 (4).
- German Agency for Technical Cooperation (GTZ), German Foundation for International Development, F.R.G. Ministry of Economic Cooperation, Rockefeller Foundation, 1979. – Agricultural production : Research and Development Strategies for the 1980s, Rockefeller Foundation, New York.

- HARROY, J.-P., 1975. – Blocages et freinages des réformes agraires intertropicales : un essai d'approche quantitative. *Bull. Séances Acad. roy. Sci. Outre-Mer*, Bruxelles, **1975** (3).
- JURION, F. & HENRY, J., 1967. – De l'agriculture itinérante à l'agriculture intensifiée. *Publ. Inst. nat. Ét. agron. Congo*, hors série. Bruxelles.
- National Academy of Sciences (NAS), 1977. – World Food and Nutrition Study : Potential Contributions of Research, NAS, Washington.
- Technical Advisory Committee (TAC), Consultative Group on International Agricultural Research, 1979. – TAC Review of Priorities for International Support to Agricultural Research, FAO, Rome.
- United Nations Fund for Population Activities, 1981. – State of World Populations Report 1981 : Beyond 2000, New York.
- WHYTE, W. F., 1977. – Towards a New Strategy for Research and Development Agriculture: Helping Small Farmers in Developing Countries. *Desarrollo Rural en Las Americas*, Vol. IX, No. 1-2.
- World Bank, 1981. – Agricultural Research, Sector Policy Paper, Report No. 2966, World Bank, Washington.

