

**INTENSIFICATION AGRICOLE ET  
ENVIRONNEMENT  
EN MILIEU TROPICAL**

**JOURNÉE D'ÉTUDE**

**Bruxelles, 5-6 juin 1990**

ACTES PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

**R. DELLERÉ & J.-J. SYMOENS**

CENTRE TECHNIQUE DE  
COOPÉRATION AGRICOLE ET RURALE  
(Convention ACP-CEE de Lomé)

ACADÉMIE ROYALE DES  
SCIENCES D'OUTRE-MER  
(Bruxelles)



1991





# **INTENSIFICATION AGRICOLE ET ENVIRONNEMENT EN MILIEU TROPICAL**

## **JOURNÉE D'ÉTUDE**

**Bruxelles, 5-6 juin 1990**

ACTES PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

**R. DELLERÉ & J.-J. SYMOENS**

CENTRE TECHNIQUE DE  
COOPÉRATION AGRICOLE ET RURALE  
(Convention ACP-CEE de Lomé)

ACADÉMIE ROYALE DES  
SCIENCES D'OUTRE-MER  
(Bruxelles)



**1991**

Le présent ouvrage peut être obtenu auprès de

CENTRE TECHNIQUE DE COOPÉRATION  
AGRICOLE ET RURALE  
(Convention ACP-CEE de Lomé)

P.O.B. 380  
6700 AJ Wageningen (Pays-Bas)

Tél. (08380) 20484  
Fax (08380) 31052

ACADÉMIE ROYALE  
DES  
SCIENCES D'OUTRE-MER

Rue Defacqz 1 boîte 3  
B-1050 Bruxelles (Belgique)

Tél. (02) 538.02.11  
Fax (02) 539.23.53

D/1991/0149/7

## TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos .....	5
Liste des participants .....	7
Séance du 5 juin 1990	
J.-J. SYMOENS, Allocution du Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer .....	19
D. ASSOUMOU MBA, Allocution du Directeur du CTA .....	23
G. GRUNER, Allocution du Chef de Division à la Commission des Communautés Européennes .....	27
R. DELLERÉ, Exposé introductif .....	29
H. DUPRIEZ, Systèmes de culture et environnement : La chaleur et le gras des champs .....	33
S.M. TOURÉ, Le nomadisme et le pastoralisme face à la sauvegarde du patrimoine naturel .....	49
Discussion des communications (Rapporteur : V. DRACHOUSOFF) .....	71
Séances du 6 juin 1990	
Atelier 1 : La maîtrise de l'eau et son impact sur l'environnement .....	75
O. A. A. FADL, Les grands aménagements hydro-agricoles et leurs effets sur la production agricole et sur l'environnement. Une étude de cas : l'irrigation dans la Gezireh (Soudan) .....	77
J. VERDIER, La problématique de l'exhaure en milieu aride .....	89
Discussion des communications (Rapporteurs : J. DENDAS, D. BOUBÉE & D. XANTHOULIS) .....	99
Atelier 2 : Fertilisation et protection des cultures .....	103
R. J. OLEMBO, La fertilisation : Un bilan global .....	105
C. PELERENTS, Introduction à la lutte intégrée .....	119
H. R. HERREN, La lutte biologique, première priorité pour une maîtrise durable des parasites : L'exemple du Projet de Protection du Manioc .....	133
Discussion des communications (Rapporteur : F. MALAISSE) .....	151

Atelier 3 : La mécanisation .....	155
E.-R. ELA EVINA, La mécanisation à moteur .....	157
R. VAN VAERENBERGH, La traction animale .....	169
Discussion des communications (Rapporteur : M.-F. DESTAIN) ...	183
Séance plénière .....	187
J. HECQ, Intensification agricole et environnement en milieu tropical. Rapport général .....	189

## AVANT-PROPOS

Nombreux sont les pays tropicaux qui connaissent une croissance démographique élevée et ne parviennent pas à satisfaire la demande alimentaire grandissante. Nul ne conteste donc la nécessité, pour ces pays, d'accroître leur production agricole, c'est-à-dire, s'ils veulent éviter d'étendre les défrichements et les déboisements souvent dévastateurs, d'intensifier leur agriculture.

Cependant, les technologies propres à assurer cette intensification peuvent elles-mêmes avoir des effets néfastes sur l'environnement, ressource vitale autant que cadre de vie pour les populations.

Aussi a-t-il paru opportun au Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale ACP-CEE (CTA) et à l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer de Belgique (ARSOM) d'organiser conjointement une journée d'étude sur le thème «Intensification agricole et environnement en milieu tropical».

Ce forum a eu lieu à Bruxelles les 5 et 6 juin 1990 et a rassemblé de nombreux participants.

La plus large liberté d'expression a été laissée aux intervenants, de sorte que les textes publiés dans le présent volume n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les opinions des institutions organisatrices de la journée.

D. ASSOUMOU MBA  
Directeur du CTA

J.-J. SYMOENS  
Secrétaire perpétuel  
de l'Académie





## LISTE DES PARTICIPANTS

### CEE

GRUNER, G.

Direction Générale du Développement (DG VIII)

CEE

Rue de la Loi 200

B-1049 Bruxelles

Belgique

ZIMMER

Direction Générale du Développement (DG VIII)

CEE

Rue de la Loi 200

B-1049 Bruxelles

Belgique

### CTA

ASSOUMOU MBA, D.

Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA)

P.O.Box 380

6700 AJ Wageningen

Pays-Bas

DELLERÉ, R.

Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA)

P.O.Box 380

6700 AJ Wageningen

Pays-Bas

HOUNKONNOU, D.

Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA)

P.O.Box 380

6700 AJ Wageningen

Pays-Bas

### PNUE

OLEMBO, R. J.

Office of the Environment Programme

United Nations Environment Programme

P.O.Box 30552

Nairobi

Kenya

## ALLEMAGNE

EL TITI, A.

Landesanstalt für Pflanzenschutz  
Reinsburgstrasse 107  
D-7000 Stuttgart 1

## BELGIQUE

ADJIDEYE, I.

Ambassade du Tchad  
Boulevard Lambermont 52  
B-1030 Bruxelles

BADJI, M.

Center for Irrigation  
Katholieke Universiteit Leuven  
Kardinaal Mercierlaan 92  
B-3001 Heverlee

BERNARD, E.

Avenue Winston Churchill 253  
B-1180 Bruxelles

BEZY, E.

Rue de l'Élevage 28  
B-1340 Ottignies

BIKWEMU, G.

Musée royal de l'Afrique Centrale  
B-3080 Tervuren

BOLYN, J.

Rue Elisabeth 25  
B-5030 Gembloux

COMHAIRE, J.

Rue des Deux-Eglises 110  
B-1040 Bruxelles

DAVIES, G.

UFSIA, Centrum Derde Wereld  
Prinsstraat 13  
B-2000 Antwerpen

DE BOODT, M.

Leerstoel Bodemfysica  
Rijksuniversiteit Gent  
Coupure Links 533  
B-9000 Gent

DENDAS, J.

Unité d'Hydraulique agricole  
Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux  
Passage des Déportés 2  
B-5030 Gembloux

DESTAIN, M.-F.

Unité de Mécanique agricole  
Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux  
Passage des Déportés 2  
B-5030 Gembloux

D'HUART, J.-P.

WWF-Belgium  
Chaussée de Waterloo 608  
B-1060 Bruxelles

D'HOORE, J.

Schoonzichtlaan 94  
B-3020 Winksele (Herent)

DIOP NDIUGA

Maison africaine  
Rue d'Alsace-Lorraine 33  
B-1050 Bruxelles

DRACHOUSOFF, V.

Rue Général MacArthur 48  
B-1180 Bruxelles

DUDAL, R.

Faculteit van de Landbouwwetenschappen  
Katholieke Universiteit Leuven  
Kardinaal Mercierlaan 92  
B-3001 Heverlee

DUPRIEZ, H.

Terres et Vie  
Rue Laurent Delvaux 13  
B-1400 Nivelles

FOCAN, A.

Rue du Beau Site 15  
B-1050 Bruxelles

GBEGBO, Ch.

Ambassade du Bénin  
Avenue de l'Observatoire 5  
B-1180 Bruxelles

GEERTS, S.

Prins Leopold Instituut voor Tropische Geneeskunde  
Nationalestraat 155  
B-2000 Antwerpen

GEYSEN, D.

ABOS  
Marsveldplein 5  
B-1050 Brussel

GUEDEGBE, B.

Institut de Médecine tropicale Prince Léopold  
Nationalestraat 155  
B-2000 Antwerpen

HARDOUIN, J.

Institut de Médecine tropicale Prince Léopold  
Nationalestraat 155  
B-2000 Antwerpen

HARROY, J.-P.

Avenue des Scarabées 9 bte 3  
B-1050 Bruxelles

HECQ, J.

AGRER  
Avenue Louise 251 bte 23  
B-1050 Bruxelles

KWESIBOON, E.

ICHEC  
Boulevard Brand Whitlock 2  
B-1150 Bruxelles

LEDERER, A.

Rue de la Tarentelle 15  
B-1080 Bruxelles

LOY, W.

Instituut voor Aardwetenschappen  
Katholieke Universiteit Leuven  
Redingenstraat 16  
B-3000 Leuven

MAES, F.

Musée royal de l'Afrique Centrale  
B-3080 Tervuren

MALAISSE, F.

Laboratoire d'Écologie et de Phytosociologie  
Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux  
B-5030 Gembloux

MBODJ, I.

Maison Africaine  
Rue d'Alsace-Lorraine 33  
B-1050 Bruxelles

MEYER, J.

Avenue Reine Fabiola 26  
B-1340 Ottignies

MICHA, J.-C.

Laboratoire d'Ecologie animale  
Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix  
Rue de Bruxelles 61  
B-5000 Namur

NGOLLO NGAMA, E.

Ambassade du Cameroun  
Avenue Brugmann 131/133  
B-1060 Bruxelles

NTAGANDA, Ch.

Laboratoire de Palynologie  
Musée royal de l'Afrique Centrale  
B-3080 Tervuren

PELERENTS, C.

Faculteit van de Landbouwwetenschappen  
Rijksuniversiteit Gent  
Coupure Links 653  
B-9000 Gent

RAHERIMANDIMBY

Maison Africaine  
Rue d'Alsace-Lorraine 33  
B-1050 Bruxelles

RANOARISON, W.

Maison Africaine  
Rue d'Alsace-Lorraine 33  
B-1050 Bruxelles

RAUCQ, P.

Rue Marie-Thérèse 37  
B-1040 Bruxelles

SEMAL, J.

Laboratoire de Pathologie végétale  
Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux  
B-5030 Gembloux

SYMOENS, J.-J.

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer  
Rue Defacqz 1 bte 3  
B-1050 Bruxelles

SYS, C.

Faculteit van de Wetenschappen  
Rijksuniversiteit Gent  
Ledeganckstraat 35  
B-9000 Gent

TAVERNIER, R.

Rysenbergstraat 99  
B-9000 Gent

TCHABASSIMY, J.

Ambassade de Centrafrique  
Boulevard Lambermont 416  
B-1030 Bruxelles

TOLLENS, E.

Faculteit van de Landbouwwetenschappen  
Katholieke Universiteit Leuven  
Kardinaal Mercierlaan 92  
B-3001 Heverlee

VANDEPUTTE, R.

ABOS

Marsveldplein 5

B-1050 Brussel

VAN DER VEKEN, P.

Leerstoel voor Morfologie, Systematiek en Ecologie van de Planten

Rijksuniversiteit Gent

Ledeganckstraat 35

B-9000 Gent

VERHASSELT, Y.

Geografisch Instituut

Vrije Universiteit Brussel

Pleinlaan 2

B-1050 Brussel

VERLOO, M.

Moortelputstraat 46

B-9031 Drongen

XANTHOULIS, D.

Unité d'Hydraulique agricole

Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux

B-5030 Gembloux

## BÉNIN

HERREN, H. R.

Programme de Lutte biologique

I.I.T.A.

B.P. 08-0932

Cotonou

## BURKINA FASO

KABORE, F.

CILSS

B.P. 7049

Ouagadougou

KOUTABA, M.

CILSS

B.P. 7049

Ouagadougou



## CAMEROUN

DJOMO, J.

B.P. 2163

Yaoundé

ELA EVINA, E. R.

ACEMA

B.P. 1040

Yaoundé

## ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

TSHIBAKA TSHIKALA, B.

1776 Massachusetts Avenue NW

Washington DC 20036-1998

## FRANCE

BONFILS, M.

Rue Montaigne

F-24480 Le Buisson

BOUBÉE, D.

CACG

B.P. 449

Route de Pau

F-65004 Tarbes

CHEZE, B.

Domaine de la Valette

73, rue J.-F. Breton

F-34000 Montpellier

LAZARDE, C.

Periscopio

Rue de Dunkerque 34 bis

F-75010 Paris

VERDIER, J.

3, rue des Pyrénées

F-64530 Pontacq

## GRANDE-BRETAGNE

PICKSTOCK, M. &amp; Mrs.

Media Projects

Fressingfield, Eye

Suffolk LP21 5SA

## ITALIE

VAN VAERENBERGH, R.  
pr. Via Mediana 141  
Valle Moretta 10040  
Rocca Priora (Rm)

## KENYA

GETAHUN, A.  
ICRAF  
P.O.Box 30677  
Nairobi

## NIGER

SAIDORE ONA  
Direction de la Production agricole  
B.P. 323  
Niamey

SOUNAKOYE ADANOU GARBA  
Direction Régionale ONAHA  
B.P. 80  
Tillabery

## RWANDA

NGIRINSHUTI, F.  
B.P. 1502  
Kigali

UFITINEMA, H.  
Programme Engrais/FAO  
B.P. 1502  
Kigali

## SÉNÉGAL

TOURÉ, S. M.  
ISRA, Laboratoire de l'Élevage  
B.P. 2057  
Dakar

## SOUDAN

FADL, O.

Water Management Programme  
University of Gezira  
P.O.Box 20  
Wad Medani

## SUÈDE

BALDENSPERGER, J.

Fondation Internationale pour la Science  
Grev Turegatan 19  
S-114 38 Stockholm

## ZAIRE

KALUME Ntwali

B.P. 3352  
Kinshasa

MATOSI Matungu

B.P. 3352  
Kinshasa

**SÉANCE DU 5 JUIN 1990**



## ALLOCUTION DU SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES D'OUTRE-MER

PAR

J.-J. SYMOENS \*

Pendant la plus longue partie de son histoire, l'humanité a été constituée de groupes nomades prélevant leurs aliments dans la Nature par la cueillette, la chasse, la pêche. Ces groupes humains n'avaient sans doute guère plus d'influence sur leur milieu et, en particulier sur la végétation, que les troupeaux de buffles en Afrique ou ceux d'aurochs en Europe.

Mais il y a environ 10 000 ans — c'est donc tout récent dans l'histoire de l'humanité — des transformations du mode de vie des hommes, lentes sans doute, mais fondamentales, ont commencé à s'accomplir : il s'agit de la révolution néolithique, en d'autres termes de la transition des civilisations paléolithiques aux civilisations néolithiques. Beaucoup plus qu'en un perfectionnement des outils de pierre, cette révolution consiste en une transformation des rapports entre l'Homme et la Nature. Cette fois, l'homme commence à organiser lui-même la production de ses aliments : la cueillette fait place à l'agriculture, la chasse à la domestication et à l'élevage, l'animal de trait est utilisé pour le travail de la terre.

Ce nouveau mode de vie représente une grande économie d'efforts et une immense réduction de la surface nécessaire à la subsistance d'un même nombre d'individus. On estime qu'au Proche-Orient où a débuté cette révolution, une superficie de 640 km<sup>2</sup> était nécessaire initialement à la survie d'une tribu de 25 collecteurs-chasseurs, soit, en moyenne,

\* Secrétaire Perpétuel de l'Académie ; Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, Rue Defacqz 1 bte 3, B-1050 Bruxelles (Belgique).

2560 hectares par individu ; après la révolution néolithique, une superficie de 15 km<sup>2</sup> pouvait subvenir aux besoins d'un village de 150 agriculteurs, soit, en moyenne, 10 hectares par individu. Par suite de la généralisation de l'agriculture et de l'élevage, le nombre des hommes se mit à augmenter pour atteindre sans doute 200 millions au début de l'ère chrétienne, au moins 500 millions au milieu du xviii<sup>e</sup> siècle.

Cette extension de l'agriculture et de l'élevage entraîna des défrichements dans les grands écosystèmes forestiers restés jusque là vierges (forêts sclérophylles méditerranéennes, forêts de feuillus des régions tempérées froides, forêts ombrophiles de la ceinture intertropicale). De nouveaux types de formations végétales d'origine anthropique s'étendirent, tels les garrigues et les landes en région tempérée, les savanes en région tropicale. Ainsi se créèrent des paysages ruraux dont la diversité résultait d'un équilibre, souvent harmonieux, entre forêt, pâture et champ ou, pour employer les termes des écologues, entre *silva*, *saltus* et *ager*.

Le caractère relativement autarcique de l'économie rurale a longtemps imposé la nécessité d'assurer, dans chaque région, des productions aussi variées que possible pour satisfaire l'alimentation, le vêtement, le logement des habitants. Cette nécessité, jointe à l'échelle modeste des moyens techniques disponibles, a contraint le paysan à utiliser au mieux les ressources de son terroir ; en particulier par les faibles dimensions des parcelles cultivées ou pâturées, elle a renforcé la diversité de l'espace rural.

Une deuxième révolution culturelle, s'annonçant à partir du xviii<sup>e</sup> siècle — mais nous en voyons toujours le développement au xx<sup>e</sup> siècle et elle n'est pas terminée — devait affecter l'humanité et bouleverser son environnement. L'essor de la science et des techniques, en particulier les progrès de l'hygiène et de la médecine, allant de pair avec ceux de l'agriculture et de l'industrie, ont entraîné en Europe d'abord, puis en Amérique du Nord, un nouvel accroissement de la population : de 1650 à 1900, la population du globe est passée de quelque 500 à 1500 millions. Compensant aussi certains effets démographiques néfastes de la colonisation, les découvertes médicales des pays dits « avancés », répandues au xx<sup>e</sup> siècle dans le reste du monde, y ont provoqué une chute rapide de la mortalité. Un exemple : à Sri Lanka (anciennement Ceylan), le taux de mortalité est tombé de 1945 à 1948, soit en 3 ans, d'autant qu'il était tombé en Europe occidentale en 300 ans.

La population mondiale a dépassé les 5 milliards d'habitants et notre époque la voit s'accroître à un rythme sans précédent dans

l'histoire du monde : environ 200 000 êtres par jour, soit plus de 70 millions d'êtres de plus par an. Cet accroissement est essentiellement dû à l'apport des pays en voie de développement où l'abaissement du taux de mortalité est souvent associé à une fécondité voisine de la fécondité physiologique. Il en résulte pour ces pays un taux d'accroissement annuel de l'ordre de 2 à 3,5% (et même plus) : 2,0% en Inde, 2,1% au Brésil, 2,4% aux Philippines, 2,5% au Pérou, 2,6% au Zaïre, 2,8% au Rwanda, 3,0% au Pakistan, 3,3% en Zambie, 3,4% en Ouganda, 3,9% au Kenya !

Du fait de cet intense accroissement, notre planète portera plus de 6 milliards d'habitants en l'an 2000 et, même en supposant une baisse assez sensible de la fécondité au cours du  $\text{xxi}^{\text{e}}$  siècle, quelque 10 milliards en 2050.

Avec l'accroissement des besoins, l'application des sciences et des techniques à l'agriculture des pays industrialisés y a déterminé son intensification, c'est-à-dire la mise en œuvre de moyens d'accroissement des productions sur une surface donnée, convenablement entretenue. L'amélioration des variétés, l'emploi des engrais, puis des pesticides, des aliments concentrés, voire des antibiotiques et des hormones, la mécanisation toujours plus poussée ont entraîné dans les pays industrialisés une augmentation des productions allant parfois jusqu'à l'absurde, puisque des sommes déraisonnables sont consacrées à l'entreposage des excédents agricoles. Or, si l'intensification permet, en principe, l'économie de terres et, de ce fait, la sauvegarde d'espaces naturels ou semi-naturels, nous savons aussi quelles atteintes ces pratiques productivistes ont portées à l'environnement dans les pays industrialisés : eutrophisation des eaux, contamination des nappes aquifères par les nitrates, empoisonnement des écosystèmes par les pesticides, disparition de prédateurs utiles, banalisation du paysage rural, régression de la flore messicole, etc.

Qu'en sera-t-il dans les régions tropicales où l'insuffisance actuelle des ressources alimentaires et le rythme élevé d'accroissement de la population rendent indispensable l'augmentation des productions agricoles ? Sans intensification de l'agriculture, il est vain d'espérer que puissent y être enrayés l'extension des cultures aux terres fragiles et vulnérables, les déboisements inconsidérés, l'érosion des sols, la désertification.

La présente Journée d'étude va s'efforcer d'analyser les modes d'intensification de l'agriculture applicables aux régions tropicales — utilisation optimale du savoir-faire paysan, maîtrise de l'eau, emploi



d'intrants chimiques, mécanisation — et d'évaluer leurs effets environnementaux. Nous sommes heureux que ces thèmes, tous riches de substance, puissent être traités au cours de nos séances par des spécialistes éminents venus d'horizons très divers.

L'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer est sensible à la confiance qu'une nouvelle fois, le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (ACP-CEE) lui témoigne en l'associant à l'organisation de cette Journée. Toute notre gratitude s'adresse à M. D. Assoumou Mba, directeur du CTA, à M. R. Delleré, chef de la Division technique, et à M. D. Hounkonnou, chargé de mission.

La Commission des Communautés Européennes, elle aussi, nous accorde une nouvelle fois son appui bienveillant et le Dr G. Gruner qui la représente vous exposera dans quelques instants les vues de sa Direction Générale.

En cette Journée mondiale de l'Environnement, nous sommes heureux que le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) ait bien voulu s'associer à notre initiative et y soit présent en la personne de son directeur adjoint, le professeur R. J. Olembo.

Notre vive reconnaissance s'adresse au Comité qui a préparé la présente Journée et, tout particulièrement, à M. J. Hecq, président du Bureau d'Ingénieurs conseils Agrer, qui y a joué un rôle décisif.

Enfin, je serais bien incomplet si j'omettais de signaler combien toute l'équipe du secrétariat de l'Académie, animée par Mme L. Peré-Claes, s'est dévouée pour assurer le bon déroulement de cette manifestation. Nous espérons qu'il répondra à votre attente.

(Bruxelles, 5-6 juin 1990)

Actes publiés sous la direction de

R. Delleré & J.-J. Symoens

Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)

pp. 23-26 (1991)

## ALLOCUTION DU DIRECTEUR DU CENTRE TECHNIQUE DE COOPÉRATION AGRICOLE ET RURALE

PAR

D. ASSOUMOU MBA \*

Après le séminaire sur les stratégies alimentaires et nutritionnelles organisé en novembre 1986 avec l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, c'est un réel plaisir et un honneur pour le CTA de s'associer à nouveau à cette auguste institution, pour les présentes journées d'étude sur l'intensification agricole et l'environnement.

Point n'est besoin de rappeler ici la gravité du ton avec lequel différents auteurs et experts décrivent la situation de crise alimentaire que vit l'Afrique depuis quelques décennies.

Mais si nous ne nous en tenons qu'aux faits, il est vrai qu'entre 1960 et 1985 la production alimentaire en Afrique subsaharienne n'a connu qu'une croissance de 2% alors que dans le même temps la population augmentait de 2,8%.

Là-dessus, la dernière étude prospective publiée par la Banque Mondiale \*\* est tout à fait formelle : «Si l'Afrique veut éviter la famine, fournir à sa population de plus en plus nombreuse des emplois productifs et des revenus croissants, elle doit avoir une croissance économique d'au moins 4 à 5% par an... Cette croissance serait seulement fondée sur la production agricole, qui doit augmenter de 4% par an».

Force est de constater que l'agriculture africaine, dans sa forme actuelle, ne peut guère relever ce terrible défi.

\* Directeur du Centre technique de Coopération Agricole et Rurale ; CTA, P.O.Box 380, 6700 AJ Wageningen (Pays-Bas).

\*\* L'Afrique subsaharienne, De la crise à une croissance durable — Banque Mondiale, Washington, 1989.

L'agriculture africaine se caractérise en effet aujourd'hui par une très faible productivité due, entre autres, à un sous-équipement technique chronique : l'Afrique possède moins de 1% du parc mondial des tracteurs agricoles alors qu'elle exploite 10% des superficies emblavées. Pour ce qui est des quantités d'engrais utilisées, l'Afrique se classe très loin derrière le reste du monde, avec moins de 0,3%. Plus faibles encore sont les taux relatifs à l'emploi de pesticides et de produits vétérinaires.

S'agissant des facteurs naturels, la terre par exemple, dans sa dimension quantitative, est en moyenne largement disponible. C'est plutôt dans sa dimension qualité, conjuguée avec la disponibilité ou la non-disponibilité de l'eau et en relation directe avec le climat, que la terre devient un facteur limitant pour le développement de l'agriculture. Le climat est effectivement fort déterminant en matière de production agricole. Bon nombre de pays africains font partie soit des zones tropicales semi-arides avec une pluviométrie entre 250 et 500 mm, soit des zones arides ou désertiques avec une pluviométrie inférieure à 200 mm. Toutes les productions agricoles, qu'elles soient végétales ou animales, sont ainsi tributaires des aléas climatiques.

L'eau est souvent un problème dont les facettes dépendent des régions. Alors que certaines zones géographiques sont confrontées à la sécheresse, avec notamment ses conséquences sur la production végétale et la production animale, dans d'autres zones l'excès d'eau peut être à l'origine entre autres, d'une hygrométrie élevée favorable à la prolifération des pestes.

Il est clair que c'est l'analyse de ces facteurs techniques et naturels qui retiendra notre attention au cours des présentes journées. Je voudrais néanmoins souligner, en passant, l'importance capitale des réalités économiques, celles par exemple, des systèmes de commercialisation et de prix qui, actuellement, ne peuvent guère inciter les paysans à produire davantage.

Nous ferons donc au cours de ces journées le diagnostic des systèmes traditionnels de production, essentiellement extensifs, puis l'analyse des possibilités d'intensification. C'est le lieu d'analyser les orientations suggérées par l'étude prospective de la Banque Mondiale précédemment évoquée qui affirme que «... les gains de productivité indispensables ne pourront venir que de changements technologiques, à savoir : utilisation plus intensive de facteurs de production chimique et organique, intégration de l'élevage dans les systèmes cultureux de façon à utiliser la traction animale et le fumier ; nouvelles cultures d'un

meilleur rapport ; meilleures techniques d'irrigation, instruments manuels améliorés, techniques de stockage des récoltes plus efficaces et méthodes d'élevage et de culture améliorées. Cela implique un ensemble de politiques conçues de façon que les cultivateurs trouvent profitable d'opérer ces changements».

Cette liste de mesures n'est sûrement pas exhaustive... Mais il importe également de dire qu'il est essentiel que la mise en œuvre de ces mesures se fasse dans le cadre de la meilleure gestion possible des ressources naturelles afin de sauvegarder la production à long terme.

Pour citer nos propres travaux, l'une des recommandations essentielles de notre Séminaire sur les Stratégies alimentaires et nutritionnelles était la suivante : «Les stratégies alimentaires et nutritionnelles pouvant avoir des effets écologiques négatifs, les facteurs d'environnement doivent être pris en considération lors de l'élaboration et de l'exécution des programmes de stratégie»\*.

Bien de voix, en général trop catégoriques, s'élèvent ça et là contre l'intensification agricole en Afrique... à cause des mouvements d'opinion qui ont cours dans le monde industrialisé sur les problèmes de l'environnement et qui sont préoccupés par la qualité de la vie. Ce sont sûrement des soucis fort nobles, mais nous ne devons pas oublier qu'en Afrique, il s'agit d'abord d'assurer la vie... bien sûr une vie de la meilleure qualité possible, pour aujourd'hui comme pour demain.

En clair, c'est pour essayer de résoudre ce dilemme que nous sommes ici réunis. Comment faire face à la nécessité de transformer radicalement l'agriculture africaine sans causer du tort à l'environnement ? Quelles sont les dispositions nécessaires pour que les actions à entreprendre ne fassent pas, comme beaucoup d'autres dans le passé, l'effet d'un feu de paille... Que faire pour que ces actions puissent s'intégrer, de façon durable, aux politiques et programmes de développement des pays concernés ?

C'est pour examiner ces questions que le CTA a décidé, en collaboration étroite avec l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, d'organiser la présente rencontre.

Elle rentre en effet dans le champ des activités du Centre dont les principaux thèmes d'actions s'inspirent des objectifs prioritaires de la Convention de Lomé que sont l'autosuffisance alimentaire, la lutte contre la désertification et la conservation des ressources naturelles.

\* CTA-ARSOM, 1988, Séminaire «Stratégies alimentaires et nutritionnelles. Concepts — Objectifs — Pratique» (Bruxelles, 3-7 novembre 1986), p. 443.

Je signalerai que, d'une manière générale, l'accomplissement de la mission du Centre passe par la mise en œuvre d'un programme d'actions intégrées de diffusion d'information qui s'articule autour de cinq axes essentiels :

- La réalisation d'un important programme de publication d'ouvrages à caractère scientifique ou technique et de manuels de vulgarisation ; le bulletin d'information du CTA, *Spore*, est l'outil central de ce programme ;
- La réalisation d'études sur des thèmes spécifiques reconnus prioritaires pour les pays ACP ;
- L'appui aux structures d'info-documentation agricole des pays ACP ;
- La mise à disposition d'un Service Questions-Réponses ;
- L'organisation de séminaires et ateliers comme véritables carrefours d'échange d'information scientifique et technique. C'est dans ce contexte que se situent les présentes journées.

Je souhaiterais saisir l'occasion ici offerte pour exprimer mes plus vifs remerciements à l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer pour toutes les facilités qu'elle a offertes au CTA dans le cadre de l'organisation de cette rencontre.

Je voudrais également remercier les experts ici présents pour leur réponse spontanée et positive à notre appel et pour les efforts et le temps qu'ils ont consacrés à la préparation des documents de base.

Le CTA espère vivement que nos travaux déboucheront sur des principes et des axes d'orientation susceptibles de guider nos activités futures au profit du développement rural des pays ACP.

D'ores et déjà le Centre s'engage à assurer dans les meilleurs délais la diffusion des résultats de ces journées et à œuvrer, aux côtés des différentes institutions ici représentées et avec le concours d'autres organismes internationaux et nationaux concernés, pour la mise en œuvre des actions concrètes qui en découleront.

En inaugurant officiellement le CTA le 6 février 1985, Son Altesse Royale, le Prince Claus des Pays-Bas avait exprimé l'espoir que le Centre puisse non seulement aider au renforcement de la coopération Nord-Sud, mais également contribuer à résoudre un des problèmes les plus poignants de notre temps, l'éradication de la faim dans le monde.

Je suis persuadé que les présentes assises pourront porter le CTA à la hauteur de cet espoir.

(Bruxelles, 5-6 juin 1990)

Actes publiés sous la direction de

R. Delleré & J.-J. Symoens

Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)

pp. 27-28 (1991)

## ALLOCUTION DU CHEF DE DIVISION À LA COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

PAR

G. GRUNER \*

C'est pour moi un honneur et un vif plaisir de représenter la Commission des Communautés Européennes à l'occasion de la séance d'ouverture de ces journées d'étude consacrées au thème «Intensification agricole et environnement en milieu tropical».

Tout d'abord, je voudrais vous remercier, Monsieur le Président, d'avoir bien voulu accueillir aujourd'hui les participants à cet important colloque dans ce cadre prestigieux du Palais des Académies.

Nous sommes très reconnaissants aux organisateurs de ces journées d'étude, l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer et le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale, d'avoir choisi un thème qui est actuellement au centre d'intérêt de tous ceux qui sont, d'une manière ou d'une autre, impliqués dans les problèmes de développement rural du Tiers Monde, qu'ils soient scientifiques, gestionnaires ou praticiens de l'agriculture.

En effet, les rapports entre l'intensification de la production agricole et la protection de l'environnement doivent être davantage pris en compte que dans le passé. Tandis qu'il est généralement reconnu que l'augmentation de la production agricole, et surtout une meilleure sécurité alimentaire ne peuvent être atteintes dans la plupart des pays en voie de développement que par une productivité plus élevée et une amélioration nette des rendements, toutes les opinions convergent également sur ce qu'une telle intensification ne doive pas porter

\* Direction Générale du développement (DG VIII) ; Commission des Communautés européennes, Rue de la Loi 200, B-1049 Bruxelles (Belgique).

préjudice à l'environnement. Puisque l'intensification de l'exploitation des terres agricoles mettra celles-ci davantage à contribution, il est indispensable de prévoir une meilleure conservation de cette ressource de base. Par conséquent, intensification et mesures de protection des ressources naturelles doivent être complémentaires.

La nécessité d'intensifier la production agricole, et notamment celle des cultures vivrières, se pose tout particulièrement en Afrique subsaharienne afin d'y arrêter la destruction progressive des forêts qui affecte actuellement près de 4 millions d'hectares chaque année. Étant donné que les possibilités de mise en valeur de nouvelles terres sont limitées, il faudra surtout augmenter la productivité par unité de surface des terres cultivées.

Pour que l'agriculture africaine puisse répondre aux besoins d'une population qui s'accroît très rapidement, le taux de croissance de la production agricole actuel d'environ 2 pour cent devrait être doublé et donc passer à 4 pour cent par an.

Je pense que ces journées de réflexion permettront d'apporter un certain nombre de réponses aux problèmes que je viens d'exposer brièvement. Elles seront certainement d'une grande utilité aussi aux services de la Commission — au moment où ils sont en train de préparer la mise en œuvre de la nouvelle Convention de Lomé qui a été signée avec les partenaires ACP de la Communauté le 15 décembre dernier.

Lomé IV établit, d'une manière plus accentuée que les conventions précédentes, le lien indispensable entre intensification et productivité agricole d'une part et protection de l'environnement et conservation du patrimoine naturel d'autre part. La nouvelle convention favorise un développement visible et durable, basé sur la gestion rationnelle des ressources naturelles.

La protection de l'environnement a pris dans ses textes une nouvelle dimension. Ainsi, Lomé IV prévoit l'évaluation de l'impact sur l'environnement des projets de développement avant toute approbation. Enfin, la nouvelle convention traite pour la première fois de la problématique de la croissance démographique qui constitue l'une des principales menaces pour l'environnement et envisage des politiques démographiques appropriées.

Ainsi, vu ces nouvelles dispositions de Lomé IV, je crois que les conclusions et les recommandations qui pourront être dégagées à la fin de ces journées de réflexion trouveront une large application dans le cadre de notre future coopération avec les États ACP.

*Journée d'Étude*  
*Intensification agricole et Environnement*  
*en Milieu tropical*  
(Bruxelles, 5-6 juin 1990)  
Actes publiés sous la direction de  
R. Delleré & J.-J. Symoens  
Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)  
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)  
pp. 29-32 (1991)

Original : Français

## EXPOSÉ INTRODUCTIF

PAR

R. DELLÉRÉ \*

Dans un grand nombre de pays en développement les besoins alimentaires ne sont pas satisfaits par la production locale, que ce soit sur le plan qualitatif ou quantitatif. L'accroissement démographique constant rend ce problème chaque jour plus aigu. Il est donc indispensable d'augmenter la production agricole dans ces pays.

Des mouvements d'idées à la mode s'opposent à l'intensification des techniques culturales sous prétexte qu'elles sont préjudiciables à l'environnement.

La situation des pays du tiers monde ne peut être comparée à celle des pays industrialisés où notamment des quantités importantes de produits agrochimiques sont utilisées régulièrement pour produire des surplus de façon antiéconomique.

En Afrique tropicale en particulier, les rendements des cultures vivrières ont globalement peu évolué au cours des trente dernières années et les augmentations de production ne sont dues qu'à un accroissement des surfaces cultivées, c'est-à-dire le plus souvent aux dépens des ressources naturelles soit par l'abattage de la forêt, par la mise en culture de terres marginales ou par la réduction du temps de jachère.

On peut dès lors se demander si la non-intensification n'est pas tout aussi, si pas davantage, préjudiciable à l'environnement.

Les systèmes d'agriculture traditionnels ont permis qu'un équilibre existe entre les besoins des habitants et les ressources offertes par le

\* Chef de la Division technique ; Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA), P.O.Box 380, 6700 AJ Wageningen (Pays-Bas).



milieu naturel, mais ces systèmes basés sur les cultures itinérantes qui maintenaient la fertilité du sol ne sont plus respectés.

La question fondamentale est posée : comment augmenter la production agricole, comment faire évoluer, comment transformer l'agriculture tout en protégeant, voire en restaurant, l'environnement afin d'assurer un développement permanent ?

Nous serons amenés au cours des débats à discuter de l'utilisation des intrants, de ceux venant de l'extérieur comme de ceux provenant des ressources disponibles localement.

C'est un constat que les gouvernements en place privilégient le consommateur urbain aux dépens du producteur rural.

Les gouvernements maintiennent des prix bas pour les denrées alimentaires, encouragés par ailleurs par la possibilité qu'il y a d'acquérir à l'extérieur des vivres nécessaires à des prix dumpés ou subsidiés, voire au titre de l'aide alimentaire.

Cette attitude ne favorise pas l'évolution de l'agriculture vers sa modernisation. Mais c'est un autre débat et nous devons éviter de nous y engager. Notre objectif est de réfléchir à l'incidence de l'intensification sur l'environnement afin de voir comment pourront être satisfaits les besoins alimentaires des populations contemporaines sans hypothéquer l'avenir.

Ces journées d'étude ont été structurées de telle manière que dans un premier temps, aujourd'hui, nous examinons les relations entre l'agriculture et l'élevage extensifs traditionnels et la conservation du patrimoine naturel et dans un deuxième temps, demain, l'impact sur l'environnement de trois facteurs d'intensification de l'agriculture. Nous avons choisi l'eau, la fertilisation et la protection des cultures et la mécanisation. Nous aurions pu y ajouter d'autres facteurs tels que l'amélioration génétique, la production semencière, la conservation des produits après récolte mais il nous a fallu tenir compte du temps dont nous disposons et de l'incidence de ces éléments sur l'environnement.

L'approvisionnement en eau est sans doute l'élément qui offre les meilleures possibilités d'augmentation sensible de production. Une agriculture dépendant essentiellement d'une pluviométrie aléatoire, comme c'est le cas dans de nombreux pays africains, offre-t-elle des perspectives de progrès ?

Faut-il favoriser la construction de grands barrages ou encourager la petite hydraulique ? Ou tout simplement faut-il éviter d'opposer ces deux concepts ?

Prend-on suffisamment en compte au moment de la planification tous les éléments concernés : nécessité de mesures d'accompagnement concernant la santé, la protection des bassins versants, la réinstallation, la formation et les incidences sociales et économiques ?

Les points d'eau sont-ils une alternative valable ?

Faut-il les multiplier ou faire meilleur usage de ceux qui existent ?

Les structures villageoises sont-elles impliquées à toutes les phases du programme : instruction, conception, réalisation et gestion ?

Accorde-t-on suffisamment d'importance au suivi ?

Prend-on suffisamment en considération dans le choix des programmes les besoins en eau des cultures ?

Un deuxième point sur lequel nous pensons qu'il faut concentrer notre attention est celui de l'utilisation des produits agrochimiques. Nous parlons donc de deux domaines : celui de la fertilisation et celui de la protection des cultures.

N'est-il pas utile de faire un bilan des avantages et des inconvénients de l'application des fumures chimiques dans le cas spécifique des pays en développement et de se poser la question de savoir si le niveau de leur utilisation a dépassé le seuil de tolérance pour l'environnement ou si au contraire il faut encourager leur emploi ?

Quelle que soit la réponse, quelles sont les initiatives qui dans le domaine de la recherche doivent être encouragées pour développer un plan de fertilisation végétale intégrée ?

Un nombre impressionnant d'articles ont été écrits sur les effets nocifs ou bénéfiques pour l'homme, la faune et l'environnement de l'utilisation d'insecticides, de fongicides et d'herbicides. Beaucoup de ces communications sont subjectives ou partisans. Pouvons-nous analyser le plus objectivement possible les conséquences de l'utilisation de ces produits ? Comment améliorer les stratégies de lutte ? Comment mieux protéger l'utilisateur, le consommateur, l'environnement ? Quelles sont les solutions alternatives ? Quel avenir pour la lutte biologique et pour la lutte intégrée ?

C'est un constat qu'en Afrique, 70 à 80% de la population ont une activité agricole et que néanmoins la production de vivres est insuffisante. La rentabilité du travail doit donc être améliorée ; l'homme doit être considéré comme une ressource au même titre que la terre et le capital.

Comment procéder ?

La culture attelée n'est-elle pas la forme de mécanisation accessible au plus grand nombre et la moins risquée sur le plan financier, celle

qui par ailleurs est, avec le parage, qui produit du fumier, un des meilleurs moyens d'intégrer l'agriculture et l'élevage ?

La culture attelée est-elle la panacée ? Peut-on l'appliquer partout pour mécaniser toutes les opérations culturales ?

Quelle est la place de la motorisation dans le processus de modernisation ?

Vers quel type de mécanisation faut-il s'orienter : vers un transfert de technologie depuis les pays industrialisés ou vers la recherche de solutions conçues et adaptées aux besoins des pays en développement ?

Toutefois, le danger n'est-il pas que la culture attelée et la mécanisation soient employées dans une optique extensive où les champs sont mal dessouchés, labourés superficiellement, sans protection anti-érosive et sans restitution organique importante ?

Il ne peut y avoir d'accroissement sensible de la production agricole sans une participation active des populations rurales. Le rôle des États n'est pas de produire. Il est de créer les conditions pour rendre l'agriculture attractive et rentable. C'est la meilleure motivation pour les paysans.

Notre responsabilité est de contribuer à la réflexion sur les orientations à suivre dans le domaine de la recherche et du développement pour que les besoins alimentaires des pays du tiers monde soient satisfaits de façon durable en équilibre avec l'environnement, ceci afin d'assurer la survie et le bien-être des générations futures.

Je formule le vœu que les débats que nous aurons contribuent à la réalisation de cet objectif.

## SYSTÈMES DE CULTURE ET ENVIRONNEMENT : LA CHALEUR ET LE GRAS DES CHAMPS

PAR

H. DUPRIEZ\*

L'ouverture d'esprit et le tempérament de Pierre de Schlippé conduisirent cet agronome formé à Gembloux à appliquer les méthodes d'analyse anthropologique et linguistique pour la reconnaissance d'une société agraire : celle des Azande. Il a mis en évidence de façon précise les nombreux *concepts écologiques et agro-écologiques* utilisés en milieu zande et chez les ethnies apparentées. Il s'agit, dit-il, de *concepts «structurels»* permettant de caractériser tout à la fois la position d'un champ sur la caténa (plateau, pentes, piémonts, galerie forestière, savanes boisées ou herbeuses, etc.), les plantes à cycles variés qu'on peut y cultiver à chaque période du calendrier, les «pseudo-rotations» qui y sont pratiquées et même, subsidiairement, la répartition des travaux culturels entre hommes et femmes. Parallèlement à ces concepts structurels, le calendrier agricole est subdivisé en périodes de longueurs inégales caractérisant la situation agricole du moment et le type d'activité se déroulant au cours de ladite période. Le calendrier agricole, spécifique, se superpose aux autres formes de calendriers lunaires ou civils.

Du nord au sud, d'est en ouest, chaque peuple d'Afrique dispose de tels concepts agro-écologiques. Ces concepts peuvent-ils contribuer aujourd'hui à la définition d'une «intensification» agricole respectueuse de l'environnement ?

Dans la tradition zande, on distingue huit ou neuf concepts structurels définissant les types de champs. Ces concepts sont intégrés

\* Agronome ; Terres et Vie ; rue Laurent Delvaux 13, B-1400 Nivelles (Belgique).

dans la langue et la culture. Ils sont repris dans l'éducation. Ils sont vécus de saison en saison et en caractérisent les périodes d'abondance et de pénurie. En d'autres termes, ces concepts sont «intégrés» dans les mentalités. Ils sont d'application immédiate dans le cadre des ressources et des contraintes du terroir lui-même. Leur application relève de la responsabilité propre du fermier.

Sur son terroir, la marge d'autonomie dont dispose le paysan, par rapport aux concepts agro-économiques est relativement limitée. La survie du groupe familial ne permet pas de bouleverser les modes de culture. Cette survie est assurée par la diversité et la complémentarité des types de champs, des espèces cultivées, des travaux agricoles. C'est cette diversité qui assure le maximum de sécurité, même si, et surtout si l'économie domestique est souvent précaire, en particulier, faute de pouvoir conserver les produits dans de bonnes conditions.

Dans ce contexte, l'évolution se fait par touches successives : on ajoute des éléments au système à l'endroit et au moment où ces éléments peuvent s'intégrer. On expérimente par tâtonnement de nouvelles combinaisons. C'est ainsi que de nombreuses espèces utiles sont venues s'intégrer dans les systèmes productifs. C'est ainsi aussi qu'évoluent aujourd'hui les multiples jardins qui approvisionnent les grandes villes d'Afrique.

Comme dit plus haut, la tradition et la langue zande distinguent huit à neuf concepts structurels définissant des types de champs, concepts s'adaptant d'ailleurs aux particularités régionales du pays zande.

Le «modernisme» ou, en d'autres termes, l'exigence coloniale conduisit à ajouter un concept supplémentaire simplement appelé «champ du commandant» ou «champ de l'État». La responsabilité sur l'avenir de ce champ n'est plus celle du cultivateur. Celui-ci doit se plier aux ordres des techniciens d'État. Les ressources dont il faut disposer pour exécuter les ordres ne sont pas toutes disponibles sur le terroir. Il faut les solliciter, attendre, les payer en monnaie (souvent à crédit), apprendre à les utiliser selon des instructions souvent péremptoires. Cet apprentissage ne laisse pas ou laisse très peu de place à l'expérimentation libre, car le commandant représenté par ses «encadreurs» accepte mal que ses ordres soient discutés. Le «paquet» technologique est à prendre ou à laisser. A prendre surtout puisqu'on n'a pas toujours le droit de le laisser !

Aux Azande, le coton — comme d'ailleurs toutes les cultures imposées ailleurs en Afrique — amène avec lui de nombreux maux,

par devers l'intérêt économique certain qu'il représente pour les cultivateurs. Les champs sont regroupés en blocs de culture dessinés sur les terroirs par les services agricoles. Ils sont placés sur les meilleures terres. La dimension des champs est imposée. Le travail est commandé par l'encadrement. La présence régulière aux champs est vérifiée. Les concepts du productivisme doivent supplanter les concepts structurels. Les prix des facteurs et des produits ne sont jamais négociés entre acheteurs et vendeurs paysans. L'économie des exploitants est manipulée par le jeu des stabilisations et des subventions. Sur le plan micro-économique, le système de subventionnement favorise toujours la rémunération du travail en culture d'exportation par rapport à la rémunération offerte sur les marchés locaux pour les produits vivriers.

Avec des raisons qui sont les siennes, l'État intervient dans le milieu pour définir un nouveau type de champ en dehors des mentalités et des contextes micro-écologiques. La paysannerie n'est plus responsable de l'invention du concept. Nombreux sont les éléments qu'elle ne peut maîtriser : les semences, les pesticides, les engrais, la gestion du temps de travail, le mode de culture lui-même.

Dès lors que l'État impose un type de champ sans «négociier», ses intérêts entrent en affrontement direct avec ceux de l'autosuffisance. Vu dans l'optique des paysans, il se donne le droit — lui étranger à l'exploitation et au milieu — d'intervenir directement dans l'activité familiale. Pourquoi serait-il bienvenu ?

Petit à petit, le «champ du commandant» s'élargit dans le cadre de ce qu'on appela «projet de développement» ou «projet d'intensification». Il n'est toujours pas négocié avec le monde paysan. Il est toujours aussi lointain malgré les préceptes de la «participation». Encore plus lointain, bien souvent puisqu'il est défini dans les métropoles anonymes et inaccessibles pour les paysans, sinon pour les experts. En même temps que foisonnent les projets de développement, s'accroissent la dette, les pénuries, la démographie, etc.

Parallèlement aux efforts de l'État, de ses commanditaires et de ses servants pour «organiser» ou mettre la main sur l'économie agricole, s'est développé un langage dichotomique faussement scientifique. On fait une distinction très manichéenne entre agricultures «traditionnelles» et «modernes». Un raccouci un peu simpliste pourrait sans doute être celui-ci : agriculture qui nourrit l'indigène, d'une part, agriculture qui intéresse les marchés internationaux et qui enrichit l'État, d'autre part. Ou encore : agriculture autonome fondée sur l'exploitation des res-

sources du terroir, d'une part, et agriculture dépendante de l'agro-business, d'autre part.

Cette dichotomie factice aveugle les politiques agricoles, gaspille les moyens, participe à la dévitalisation des campagnes, détourne les mentalités, y compris celles des agents de bonne volonté.

Parlons crûment : est « moderne » l'agriculteur qui accepte sa dépendance par rapport aux marchés internationaux des facteurs de production et des produits, sur lesquels il n'a aucune emprise d'aucune sorte. Il doit devenir « moderne » dans un monde internationalisé où toutes les concurrences lui sont défavorables, qu'elles soient loyales ou, le plus souvent, déloyales. Ajoutons aussi : « a-t-il la liberté d'accepter ou non cette dépendance ? Où peut-il s'exprimer dans le contexte politique de son pays et du monde ? Peut-il faire appel aux chercheurs ? Peut-il suggérer à l'État de consacrer des budgets à des recherches qui l'intéressent dans le cadre de ses propres systèmes culturels et savoir-faire ? Peut-il entendre autre chose de la bouche de ses cadres que des instructions péremptoires ou des paroles dénigrantes ? ».

Si on se place du point de vue des politiques agricoles, on est obligé de constater que la notion de « mise en valeur » appliquée au milieu des exploitations paysannes a conduit à leur éclatement. Les principes « simplificateurs » du productivisme sont appliqués en dehors de toute approche structurelle. Les projets s'adressent à une production spécifique, non à l'aménagement des terroirs considérés comme entités géographiques et écologiques. De même, on parle de « paquets technologiques à transférer » plutôt que de l'ensemble des incitants économiques à mettre en place pour favoriser la production générale.

Les études d'exploitations agricoles ont été entreprises afin de comprendre pourquoi les cultivateurs délaissaient les cultures commerciales d'exportation. Il s'agissait le plus souvent d'enquêtes statistiques quantitatives reflétant les seuls aspects chiffrables. Le fait qu'elles étaient commanditées par les planificateurs économétriciens ou réalisées par des thésards renforçait le caractère quantitatif au détriment de l'approche plus qualitative et souvent plus explicative des comportements. Le monde paysan trouve d'ailleurs rarement son compte dans ce genre d'enquêtes, ne participant pas à la définition de leurs termes et n'en recevant presque jamais en retour, les conclusions opérationnelles.

Menées par un monde de chercheurs étrangers ou nationaux, ces enquêtes sont le plus souvent « apolitiques ». Cela veut dire que les problèmes les plus cruciaux pour les familles paysannes n'y sont pas soulevés : problèmes de droits fonciers, de droits d'exploitation, de

propriété des arbres, de règles collectives de gestion des terroirs, de structures féodales, de commerce de traite et d'usure, du rôle des multiples agents techniques ou d'autorité intervenant dans le milieu, avec ou sans contrôle, souvent avec des attitudes spoliatrices. Dès lors qu'elles soulèveraient de tels problèmes, les services d'État auraient vite fait de les mettre sous le boisseau et les commanditaires internationaux de n'en publier que ce qui n'apparaîtrait pas comme ingérence dans les affaires internes d'un pays.

L'absence d'organisations paysannes et de pouvoirs locaux forts empêche bien souvent l'application de politiques locales de préservation ou d'amélioration de l'environnement. Par exemple, lorsque la forêt est menacée de mise à blanc par des charbonniers provenant de zones lointaines, les autorités locales sont le plus souvent démunies pour empêcher les dévastations. Elles sont fréquemment soumises aux dictats d'administrations lointaines délivrant des permis de coupe à partir de la capitale ou du gouvernorat, sans consultation locale. À moins qu'elles ne fixent des règlements aveugles interdisant la coupe d'arbres. Cela entraîne l'absence de plantation par les paysans, puisqu'ils ne sont pas sûrs de pouvoir les exploiter plus tard. A fortiori, les autorités locales ne disposent dans ces conditions d'aucune possibilité de fixer leurs propres règles de préservation et d'amélioration du milieu.

Dans un tel contexte, des institutions nationales, régionales et sectorielles à caractère purement technique ne peuvent aboutir à des résultats plausibles en matière de préservation de l'environnement. Un double mouvement assurant d'une part l'*autonomie des collectivités* et des *politiques nationales réfléchies* devrait s'affirmer. Le rôle de l'État moderne dans ce cas, ne serait-il pas de créer les incitations et de pourvoir à la formation des responsables locaux pour qu'ils soient à même de prendre efficacement en compte les problèmes d'environnement ? Le temps des « tutelles » réglementaires qui affirment la primauté de l'État central dans la définition des règles d'exploitation du milieu devrait laisser la place au temps des concertations entre autorités nationales et collectivités locales, dans le cadre de politiques générales claires.

Dans le cadre de politiques concertées, il est probable que les concepts structurels dont nous avons parlé, seraient de la plus grande utilité, étant directement abordables par les populations.

Dialogue avec un agronome préfectoral (AP) sur une colline du Rwanda :



HD : Pourquoi ces caféiers ont-ils l'air si malingres sur cette parcelle ?

AP : C'est parce que le paysan ne met pas d'engrais. Le prix est trop élevé mais nous lui disons (lire : imposons) d'aller chercher de la paille et des déchets de bananier pour couvrir le sol. Ça ne suffit pas encore. Moi, j'ai planté des grevilles entre mes caféiers pour que ça donne du fumier.

HD au cultivateur : Connais-tu cette pratique ?

Cultivateur : Oui, je la connais, je connais aussi la façon de semer des haricots ou des arachides entre les caféiers, mais si je fais cela, on me fait une amende de 3000 francs (rwandais).

HD à l'AP : Est-ce vrai ?

AP : Oui, c'est normal parce que la politique de l'État ne permet pas de planter entre les caféiers.

Pourquoi tant d'agents agricoles de l'État font-ils des choses qu'ils interdisent aux paysans de faire ?

Dialogue avec un paysan sénégalais (PS) :

PS : Voici notre pépinière. Elle est presque vide maintenant car tout le monde a voulu avoir des plants d'eucalyptus, de neems et surtout des kads (Acacia) qui sont fertilisants. Nous pouvons aller les voir dans les champs.

En parcourant les champs, on débouche sur une parcelle de sable sec quasiment nue, sur laquelle on voit quelques plants de roselle.

HD : Pourquoi ce champ est-il aussi nu alors que la végétation cultivée est belle tout autour ?

PS : C'est la parcelle des Américains.

HD : ... ?

PS : Ils font des expériences ici. Ils disent que même s'il n'y a pas de résultats, il vont tirer des conclusions.

HD : Quand sont-ils arrivés dans cette zone ?

PS : Il y a à peu près quatre ans. Ils vont repartir cette année.

Budget du «projet» : 80 000 000 CFA !

Dialogue avec un paysan camerounais (PC) :

PC : Ici, nous avons eu un Français du temps colonial qui nous a bien appris à cultiver l'ananas. Nous en vendons beaucoup sur la route, aux véhicules de passage. C'est une bonne production. Mais nous avons des problèmes avec l'agronome pour les semences et les produits.

HD : Quels problèmes ?

PC : Ils nous envoient seulement des semences qui viennent de Loum (près du port de Douala) et des produits pour que les fleurs sortent toutes en même temps. Ils ne pensent pas que nous sommes à 700 km de la mer et que nous ne pouvons pas produire pour vendre aux bateaux des Blancs. Mais nous voulons diversifier les variétés dans les champs, comme cela nous pouvons allonger la période de vente et étaler nos recettes dans le temps en vendant des fruits durant six mois au lieu de deux. Les gens qui passent sur notre route veulent trouver des ananas tout au long de l'année.

HD : Et pour les engrais minéraux ?

PC : Pour les engrais, nous en employons parfois, mais nous voyons que les fruits nourris aux engrais pourrissent beaucoup plus vite à l'intérieur. Avec les engrais, nous augmentons la vitesse de production, mais nous perdons des fruits par pourriture. Nous ne savons pas pourquoi. Avec cela, nous avons trop de pertes.

HD : Que comptez-vous faire ?

PC : Nous allons nous chercher un agronome à nous. Comme cela, ce dont il nous parlera pourra nous servir. Nous allons le payer pour qu'il fasse nos recherches à nous.

Dialogues innombrables qui montrent l'abîme d'incompréhension qui peut exister entre des mondes paysans absents sur le plan politique et jamais représentés dans les institutions de recherche et le monde des institutions de développement imbues de leurs finances et de leurs pouvoirs forts.

Très souvent, le «commandant» a échoué dans ses pratiques, ses grands argentiers l'ont reconnu. Lisons les rapports de la Banque mondiale, de la CEE et d'autres.

En Occident comme dans les pays de l'Est, on reconnaît que l'agriculture ne se gère pas sans responsabilités locales. «L'étranger qui passe, ne peut pas connaître le gras et la chaleur de mon champ» dit un paysan. «Pourquoi ce que nous connaissons ne sert-il jamais à ceux qui viennent faire leurs projets chez nous ?»

Des questions se posent : «Pourquoi les pays occidentaux ont-ils soutenu en Afrique tant de projets ressemblant furieusement à ce qu'ils dénonçaient comme inefficaces pour les pays socialistes ? Pourquoi a-t-on inventé tant de sociétés de développement monopolisatrices des savoirs officiels et des circuits commerciaux ? Pourquoi tant de règlements astreignants pour les agriculteurs et si peu d'incitants économiques «naturels» ? Pourquoi impose-t-on en Afrique, dans une

louable et nécessaire volonté d'intensification agricole, ce qu'aucun agriculteur occidental n'accepterait qu'on lui impose ?

Inversement, un libéralisme économique débridé conçu uniquement en fonction d'intérêts financiers peut-il avoir d'autres résultats que l'appauvrissement des paysanneries ?

Il est urgent de voir se transformer radicalement les méthodes de vulgarisation agricole. De considérer celle-ci dans le cadre d'économies nationales bien gérées et non comme préalable à une activité productive vers laquelle il faudrait conduire les agriculteurs de façon plus ou moins coercitive pour qu'ils engendrent un surplus fiscalisable.

De nouveaux mythes sont cependant en train de se forger. Exemple : «Pour nourrir l'Afrique, il faudra toujours continuer de faire appel à l'aide alimentaire. Les régions de très haute productivité — entendons les USA — produisent suffisamment pour nourrir le continent africain. L'Europe elle-même, d'ailleurs, aura avantage à se soumettre à cette règle du libéralisme qui veut que l'agriculture qui produit au moindre coût financier emporte les marchés.»

Pourtant, les systèmes de culture des plaines américaines sont en train d'épuiser les nappes aquifères. Dans certaines régions, des champs entiers sont récoltés par des troupes d'immigrés mexicains munis de masques afin qu'ils ne soient pas intoxiqués par les produits pulvérisés. On a trouvé des variétés de tomates qui résistent à l'application d'herbicides généraux. A qui profitent vraiment ces méthodes ? Pas aux Mexicains sans doute !

A vrai dire, à l'exception des avantages financiers que cela procure à quelques-uns, à quoi cela sert-il vraiment ? Même au prix le plus bas, les économies africaines anémiées par la faim, par des conflits si souvent attisés de l'extérieur et par «leur» dette, ne pourront les acheter qu'en renforçant cette dernière.

Quel est le coût écologique d'une telle intensification ? Quel est le coût social ? Quel est le coût politique ?

Nous, agronomes, pouvons-nous parler d'intensification agricole sans aborder le problème politique majeur qui serait — qui est déjà — la concentration de plus en plus accentuée de la production agricole dans les mains d'une caste de financiers internationaux décidant des modes de production, des types de semences, de la spécificité des intrants, de leur incidence écologique et sanitaire, de la dimension des engins, de l'exclusion de la main-d'œuvre agricole, etc. ?

«L'arme de la faim», concentrée dans les mains de quelques nations est à l'origine des problèmes majeurs qu'a rencontrés le continent

africain pour le développement de ses agricultures paysannes et de son autosuffisance alimentaire. On a tendance à attribuer ces difficultés à la trop forte croissance démographique et à l'incapacité des mondes paysans à s'adapter. N'est-ce pas se voiler la face ? Comment expliquer que des régions dont les climats sont bien moins favorables à la luxuriance naturelle de la végétation arrivent à s'autosuffire sur le plan alimentaire ?

Pouvons-nous imaginer un instant ce que seraient nos agricultures européennes si les agriculteurs recevaient comme paiement de leur peine un tiers seulement du prix auquel on exporterait leur produit brut ?

Dans un tel contexte, il est difficile de concevoir l'intensification. Il n'est pas étonnant que la théorie des «cultures motrices» qui consistait à vouloir intensifier l'agriculture paysanne en se basant sur la promotion d'une seule culture intéressant le commerce d'exportation ait eu des effets très déstructurants sur les économies vivrières, sur les sols, sur les écosystèmes naturels ou anthropiques. Encadrés par les institutions d'État et attirés par les revenus monétaires, les paysans se consacrèrent excessivement à des cultures, délaissant les équilibres de leurs productions alimentaires. Cette théorie, comme d'ailleurs la distinction systématique entre le «traditionnel» et le «moderne», a laissé les cultures alimentaires d'autosubsistance et d'autosuffisance et leurs méthodes d'exploitation orphelines de soutien technique efficient et en particulier de la recherche agronomique dont elles avaient le plus grand besoin.

Quant aux systèmes cultureux et aux concepts agro-écologiques structurels dont nous avons parlé, qu'en est-il advenu dans nos esprits d'agronomes ?

D'autres voies existent, exprimées bien souvent par des paysans et des paysannes :

Comme nous n'avions plus de place, ma famille et moi, j'ai commencé à semer les haricots sous les bananiers. J'ai dû changer mon mélange de variétés pour qu'il s'adapte aux nouvelles conditions. S'il fait trop sombre, je coupe quelques feuilles de bananier que je donne à mes chèvres et je ramène leur fumier dans la bananeraie. Avant, je laissais pourrir les tiges dans la bananeraie elle-même, mais maintenant, je les coupe pour les faire pourrir en tas. Comme cela, ça ne gêne pas le haricot. J'ai aussi planté des avocatiers et des eucalyptus qui vont bientôt dépasser mes bananiers.

Ici, nous avons décidé de replanter les haies de salanes (Euphorbes) qui ont disparu depuis plusieurs années. A cette époque, on nous obligeait à supprimer les haies et les arbres parce que cela gênait la mécanisation.

Dès la première année de replantation, l'eau a été ralentie et nous avons eu une bonne récolte de mil alors que nous n'avions plus rien eu sur ces terres depuis plus de 5 ans. Nos ancêtres n'étaient pas des ignorants. Après, nous avons renforcé l'effet des haies par des cordons de pierres. Nous avons entrepris l'embouche de nos bœufs de trait plutôt que de les laisser vagabonder, afin de disposer de bonnes quantités de fumier que nous mélangeons avec du compost et des cendres. Nous avons appris tout cela au cours de quelques voyages d'étude que nous avons faits. Il y a eu aussi l'examen du terroir d'ici que nous avons fait avec tous les villageois pour étudier d'où venait l'érosion de nos parcelles.

Nous, les femmes de ce jardin, nous allons chercher nos semences au Nigéria. Nous envoyons l'une d'entre nous pour trouver cela. C'est mieux que les semences qui viennent de France dans des sachets. Souvent, il en manque et parfois elles ne germent pas. Au Nigéria, beaucoup de femmes savent produire de très bonnes semences.

Voici notre parcelle d'expérimentation. Nous ne connaissions pas l'irrigation mais maintenant, nous avons pu acquérir une pompe. Dans cette parcelle, on a mis toutes sortes de plantes pour voir comment elles vont se développer avec l'eau. Après, nous ferons des casiers sur lesquels nous regrouperons entre elles les plantes qui vont bien ensemble. Il nous manque une formation approfondie pour faire ces expériences, mais nous nous débrouillons seulement avec nos propres têtes.

Tous ceux qui circulent un tant soit peu en milieu paysan ont entendu ce type d'informations. Mais combien d'entre nous, agronomes, avons voulu et pu réagir positivement à ces recherches pragmatiques ? Combien de nos programmes n'ont-ils pas échoué parce qu'ils étaient définis dans l'optique désignée par nous «moderne».

L'avis d'un jeune agriculteur au Burkina-Fasso :

«Ici au village, nous les jeunes, nous voulions la culture attelée, car elle facilite le travail et nous pouvions agrandir nos terres. On pensait qu'avec les charrues, on pourrait combattre le *Striga* qui sort de plus en plus dans les champs de sorgho. Nos pères se sont opposés parce que, disaient-ils, cela rendrait la terre encore plus «chaude». Mais nous ne les avons pas crus. Quand nous l'avons adoptée, la culture attelée nous a rapporté beaucoup d'argent malgré la dépense. Maintenant, c'est fini. Le *Striga* a tout envahi. La terre est devenue rouge et les pierres se sont mises à pousser.

Le *Striga*, plante parasite vivant sur les racines du sorgho, apparaît lorsque le sol est appauvri. On ne le voit pratiquement pas sur les

terres riches en matières organiques. Il disparaît lorsque la rotation des cultures est bien assurée.

Durant de longues années, l'effort des sociétés de développement fut d'introduire la mécanisation des cultures au Burkina Faso, la fertilisation devant être assurée par des engrais minéraux. Les résultats agronomiques furent les suivants :

- Approfondissement des labours. Extension des assiettes racinaires. Accroissement de surface. Exploitation d'un volume de sol très largement accru. La mécanisation, visant l'accroissement de la productivité du travail, contribua donc à développer l'exploitation extensive.
- Utilisation d'engrais NPK subventionnés. Faute de disponibilités financières suffisantes, l'engrais minéral fut appliqué le plus souvent en doses insuffisantes ou marginales. Suractivation du complexe microbien, réduction de la structure, surconsommation des oligo-éléments s'en suivirent. Faute de pouvoir être suivie — l'engrais coûtant trop cher par rapport aux prix des produits —, l'intensification par la fertilisation minérale a conduit dans cet endroit, à une forme d'agriculture minière. Même les jachères traditionnelles ne se sont pas réinstallées sur les champs laissés en friche, laissant la place à des champs de latérite.
- Élimination des arbres, justifiée par les besoins de la mécanisation et donc, élimination des apports de fumier végétal. Parallèlement, réduction des rendements fourragers provenant de ces arbres et des apports de fumier animal. La production des arbres, souvent très variée tant sur le plan de la consommation que sur le plan fertilitaire, n'est jamais entrée dans les estimations du rendement de la terre alors même qu'elle était source de revenus non négligeables, bien étalés dans le temps, parfois disponibles en pleine saison sèche.
- Suppression des rotations de cultures et de jachères. Il n'est pas rare que des parcelles de coton ou d'autres cultures commerciales aient été exploitées dix années sans aucune rotation.

Trop souvent au bout de quelques années, l'ensemble des facteurs de fertilisation organique originaires du terroir ont été éliminés au nom d'une politique de fertilisation minérale qui s'est avérée infinancaible par la suite compte tenu des termes de l'échange très défavorables entre les facteurs de production et les produits exportés. La «mise en valeur» de la terre par les techniques de culture pure s'est faite trop fréquemment sous le couvert de chercheurs inféodés à l'économie des cultures

d'exportation et des budgets étatiques, oubliés d'éminents travaux conduits par exemple par l'INEAC, concernant la biologie des sols tropicaux.

Nous savons tous que l'engrais minéral doit se fixer sur un sol structuré, sans quoi il est rapidement lessivé. Comment se fait-il que l'intensification «moderniste» ait pu simultanément créer les conditions d'une déstructuration des sols (dont la fragilité est connue sous les tropiques) et d'un lessivage accru ?

Combien de budgets n'ont-ils pas été attribués à cette logique d'intensification minière ? Pouvons-nous poursuivre dans cette direction ?

Au Rwanda, l'occupation des marais s'est affirmée depuis 15 ans par suite de la pression démographique croissante. De nombreux projets d'aménagement ont été mis en place avec l'aide internationale officielle ou privée.

Ce qui me frappe dans la plupart des cas peut être résumé comme suit.

- On aménage les marais dans une optique de drainage plutôt que dans une optique de maîtrise globale de l'eau en drainage et en irrigation. La moindre erreur technique entraîne l'assèchement. Certains marais ou parties de marais sont surdrainés. Dans certains cas, le ravinement s'installe.
- Il en résulte que des terres qui, par le passé, étaient cultivées en saison sèche grâce à l'affleurement des nappes, dans les fonds, finissent par n'être plus que de banales terres pluviales ne pouvant être cultivées qu'en saison pluvieuse.
- La conception des cultures de bas-fond est une conception «plate». Les services agricoles prônent et parfois imposent les cultures pures sur les billons de drainage. La plantation d'arbres ou d'espèces pérennes est interdite car elle fixerait les cultivateurs sur des terres «qui appartiennent à l'État». L'agriculture est conçue comme une «activité de surface», non comme «activité en volume». Même des espèces réputées ombrophiles sont cultivées en plein soleil.
- De diversités et de synergies d'espèces cultivées, il n'est jamais question. Tout au plus, tolère-t-on dans les «projets» les mélanges variétaux de patates douces ou de haricots.

Il y a quelques années, le fleuve Niger n'avait pas débordé aux alentours de Mopti (Mali). Il n'y avait plus d'espoir de sauver la saison de riz inondé. Les pluies en août avaient cependant bien arrosé les

plaines ordinairement soumises aux débordements du fleuve. Constatant ce fait, les agriculteurs pénétrèrent dans les plaines afin d'y semer du niébé, espèce se développant bien en fin de saison et capable de profiter de l'humidité résiduaire se trouvant dans les sols en début de saison sèche. Les autorités du projet rizicole les expulsèrent, arguant du fait qu'il s'agissait de terres aménagées pour le riz, non pour le niébé.

Quel est le sens d'une telle attitude ? Après avoir fait main basse sur les terres de la plaine le «projet» estimerait-il qu'il possède à lui seul le «savoir-gérer» l'eau du sol ? N'a-t-il jamais vu comment on pratique la riziculture dans certaines régions d'Asie où la ségrégation des espèces cultivée n'est pratiquée que dans les cas précis où elle s'avère efficiente ? Quel intérêt a-t-il de s'aliéner la confiance des populations locales qui seront renforcées dans l'impression que le «projet de développement» qui se déroule sous leurs yeux et sur leurs terres n'est qu'une enclave étrangère qui n'est pas concernée par leurs problèmes de subsistance ?

Les lois, les règlements, les interdits, la propagande agricole ne vont-ils pas beaucoup trop souvent à l'encontre des tendances naturelles des paysanneries tropicales ?

L'Asie tropicale, les peuples du Pacifique ou de l'Amérique du Sud, les Océaniens et les Africains ont mis en œuvre des systèmes polycultureaux très sophistiqués. Curieusement, ces systèmes se ressemblent entre eux.

Les principes logiques de ces systèmes parfois développés à l'extrême de l'intensification, sont les suivants :

- a) Intensification polyculturelle. Des espèces à cycles végétatifs variés sont associées entre elles, qu'elles soient saisonnières, plurisaisonnières ou vivaces, herbeuses, arbustives ou arborescentes.
- b) Intensification synergique. Le système cultural imite les phytosystèmes naturels, tout en se limitant aux espèces utiles. Les synergies se manifestent de plusieurs manières, tant sur le plan écologique que sur le plan agro-alimentaire. Quelques exemples :
  - Complémentarités entre céréales et légumineuses fixatrices d'azote atmosphérique.
  - Associations de plantes héliophiles et ombrophiles.
  - Associations d'espèces et de variétés à cycles végétatifs et culturaux diversifiés ; leurs exigences, leur développement racinaire, leur développement aérien occupant les volumes aérien et souterrain de façon différenciée et selon des calendriers



complémentaires. Dans ce contexte, les concurrences entre espèces sont parfois vives, mais souvent compensées par des productivités globales accrues.

- Associations végétales réactives en fonction des risques (pathologiques, climatiques, économiques) ; la diversité des réactions spécifiques dans le cadre de l'association culturale amortit les risques et assure une certaine sécurité dans le résultat global du système cultural.
- Diversité et complémentarité nutritionnelle dans le cadre d'économies agricoles dont la priorité est la subsistance.
- Synergies agriculture — élevage — pisciculture.

L'intensification synergique est poussée à l'extrême dans le cadre des exploitations agro-piscicoles associant étroitement les cultures vivrières d'autosuffisance, les cultures spéculatives, la production piscicole et l'élevage.

- c) Intensification économique et commerciale. Les cultures commerciales s'intègrent dans le contexte polycultural, qu'il s'agisse de cultures d'exportation sur les marchés internationaux ou de cultures commercialisées dans le pays lui-même.
- d) Intensification fertilitaire. Dans ces systèmes, une activité particulière s'adresse à la production de biomasse fertilitaire. La production de biomasse fertilitaire restant sur place est supérieure à la production exportée des champs. La structure du sol est constamment entretenue. Ce sol est susceptible de fixer et de valoriser les fumures minérales qui y sont appliquées par placeaux. Les risques d'érosion sont nuls.
- e) Intensification du travail. Les systèmes polycultureux conduisent à une intensification du travail dans la mesure où la diversification des espèces et des activités étale les travaux dans le temps et les spécialise.

La logique des concepts agro-écologiques des Azande décrits par Pierre de Schlippé et des peuples africains en général va dans ce sens. On la découvre au détour de chaque champ, de chaque sentier, avec des applications plus ou moins sophistiquées. C'est cette logique qu'on trouve dans les jardins et les grands champs d'Afrique, qu'il s'agisse des régions à pluviométrie bimodale ou unimodale. C'est cette logique aussi que combat trop souvent et détruit l'intensification productiviste sectorielle.

Parlons en termes logiques et objectifs. Les logiques productivistes en agriculture ont fait la preuve qu'elles sont capables de produire toujours plus au prix de dépendances, d'appauvrissement et de destructions écologiques sans égales. Elles sont dépossessives pour le monde paysan. Sur le plan social, elles n'ont fait leurs preuves, ni dans leurs applications étatiques telles que pratiquées en pays socialistes, ni dans leurs applications capitalistes.

Je ne puis m'empêcher de citer ici Max GALLO (1990) dans son «Manifeste pour une fin de siècle obscure». Parlant de Marx, il écrit :

Quand, dans le Tome I du *Capital*, vous écrivez, à propos de l'agriculture : «La production capitaliste a fait violence au conditionnement nécessaire à une durable fertilité des sols... Chaque progrès de l'agriculture capitaliste représente un progrès non seulement dans l'art de dépouiller le travailleur mais dans l'art d'appauvrir la terre. Toute amélioration temporaire de la fertilité des sols rapproche les conditions d'une ruine définitive des sources de cette fertilité», n'est-ce pas là l'intuition de ce qui survient aujourd'hui ? Quand des régions entières — en Afrique, en Amérique latine, mais aussi au cœur de l'Europe et des États-Unis — sont vouées à la désertification, après une surexploitation, quand les paysans deviennent, après rupture de l'équilibre social et naturel dans lequel ils vivaient, les «pauvres» des favelas et des banlieues des villes africaines ? Et quand on «fertilise» par l'utilisation des engrais chimiques, c'est la pollution des fleuves et des mers qui progresse. N'est-il pas vrai, comme vous l'avez pensé (et c'est Engels qui vous cite), que «chaque progrès est en même temps un pas en arrière. Tout ce que crée la civilisation est à double face, équivoque et contradictoire.

Nous agronomes, nous devons faire un retour sur nous-mêmes. Nous nous sommes trop souvent soumis aux exigences des politiques. Nous leur avons laissé croire ou fait croire dans une force que nous n'avions pas. Nos titres académiques nous ont bien souvent enivrés de supériorité, incapables de croire, ou refusant de le faire, que nos colonisés paysans étaient capables d'invention et d'adaptation technique. Nous avons cru que nos propagandes agricoles allaient convaincre des paysans «encadrés». Nous avons confondu les intérêts des États avec ceux des peuples. Nous n'avons pas été assez clairs pour dire aux politiques que la meilleure des vulgarisations ne peut avoir d'effets en dehors du jeu des incitations économiques normales et «libérales». Le libre choix économique d'intensifier son exploitation de façon durable n'a que bien rarement été offert au paysan africain.

«Nous voulons nos propres agronomes, nos chercheurs à nous. Nous devons nous organiser pour pouvoir les payer nous-mêmes, mais

les moyens nous manquent, Nous voulons aller voir ailleurs ce qui se passe. Nous n'avons plus besoin des encadreurs qui nous disent la même chose depuis 30 ans. Nous aussi, nous avons nos connaissances. Lorsqu'ils mangent, ce sont nos produits. Mais si nous leur demandons des conseils, ils ne nous répondent que ce qu'on entend à la radio ; ils nous prennent nos chèvres et nos poulets. Nous n'avons même plus le droit de gérer nos forêts et nos arbres. Parfois, des gens viennent de la capitale avec un permis de couper les arbres. Nous ne pouvons rien dire et si nous nous opposons, on nous envoie la police. Dites-nous, vous les Blancs, est-ce que vos campagnes sont gérées à la capitale ?»

Trop d'État ? Trop de science « officielle » ? Trop de dépendance ? L'intensification agricole dans les campagnes africaines ne devrait-elle pas être analysée avec d'autres outils méthodologiques ?

Si Pierre de Schlippé vivait encore, peut-être serait-il devenu chercheur au service des Azande. Imaginons un instant ce qu'il aurait eu à faire.

#### RÉFÉRENCE

GALLO, M. 1990. Manifeste pour une fin de siècle obscure. — Éditions Odile Jacob.

*Journée d'Étude*  
*Intensification agricole et Environnement*  
*en Milieu tropical*  
(Bruxelles, 5-6 juin 1990)  
Actes publiés sous la direction de  
R. Delleré & J.-J. Symoens  
Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)  
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)  
pp. 49-70 (1991)

Original : Français

## LE NOMADISME ET LE PASTORALISME FACE À LA SAUVEGARDE DU PATRIMOINE NATUREL

PAR

S. M. TOURÉ \*

### Introduction

De nombreux siècles durant, les populations pastorales africaines ont vécu en équilibre dans des milieux rigoureux, peu propices à l'agriculture vivrière mais aptes à être exploités principalement par l'élevage extensif des animaux domestiques. Qu'il s'agisse du Sahel occidental, des savanes du Soudan, d'Abyssinie ou d'Afrique australe, les pasteurs qui y vivent ont acquis une connaissance parfaite de leur environnement et ont pu développer à travers le temps des us et coutumes de nomadisme et de transhumance pour tirer leur subsistance du milieu tout en le préservant. La nature assurait une régulation, en quelque sorte malthusienne, et un équilibre de l'écosystème à travers des épisodes périodiques de sécheresse ou l'apparition d'épizooties meurtrières. Que l'on songe, par exemple, tout en les déplorant, aux vagues successives de peste bovine intervenues en 1828, 1866, 1891, 1915 (O. TOURÉ & ARPAILLANGE 1986).

À une situation d'équilibre naturel a succédé, au début de ce siècle, une période de bouleversements profonds, causés par l'occupation coloniale et une planification autoritaire qui ont entraîné des changements dans les modes de vie des communautés pastorales. L'indépendance des pays africains, intervenue par la suite, a souvent perpétué, avec moins de moyens qu'auparavant, les pratiques de planification

\* Représentation FAO, 01 B.P. 2540 Ouagadougou 01 (Burkina Faso). — Adresse actuelle : Centre de Recherches sur les Trypanosomoses animales (CRTA), 01 B.P. 454, Bobo-Dioulasso 01 (Burkina Faso).

autoritaire. Les résultats obtenus n'ont pas été des meilleurs et les phénomènes climatiques adverses que connaît le Sahel depuis deux décennies ont contribué à mettre en relief les insuffisances du développement de l'élevage.

Actuellement, le nomadisme et le pastoralisme, et, de façon plus générale, l'élevage traditionnel et les éleveurs connaissent, un peu partout dans l'Afrique sud-saharienne, une situation critique. Celle-ci est caractérisée par :

- une profonde dégradation du milieu physique pastoral ;
- une déstructuration des sociétés pastorales traditionnelles ;
- et une réduction de la part de l'élevage dans l'économie des pays.

Faute de pouvoir aborder toutes les situations africaines dans ce bref exposé, on s'efforcera d'illustrer les problèmes du nomadisme et du pastoralisme dans certains pays d'Afrique de l'Ouest pris comme exemple.

### **1. Rappel des systèmes d'élevage traditionnel**

Le nomadisme peut être défini comme étant le déplacement de troupeaux de zébus, moutons, chèvres et dromadaires conduits par des bergers perpétuellement à la recherche de points d'eau et de pâturages ; ses mouvements sont quasi imprévisibles et non ordonnés à l'avance ; le phénomène est circonscrit dans l'espace et porte principalement sur le nord du Sahel et le sud du Sahara ; les populations nomades sont surtout des Peulh Bororo, des Touaregs Tamacheck, des Maures ou des Toubous.

La transhumance, quant à elle, est fondée sur l'alternance de la saison des pluies et la saison sèche et elle vise à exploiter alternativement des pâturages et des points d'eau. En hivernage, lorsque la végétation est abondante et les mares pleines, les cheptels occupent le nord du Sahel ; quand les points d'eau tarissent et que les pâturages s'amenuisent, les troupeaux migrent vers le sud du Sahel et les savanes soudaniennes où les ressources existent encore. Le terme de pastoralisme couvre cette modalité (avec des déplacements plus ou moins limités) ; il a l'avantage d'évoquer une situation africaine, tout en étant de même acception dans la langue anglaise ; enfin, il sert à traduire des situations plus spécifiques telles que l'agropastoralisme, le sylvopastoralisme, l'agrosylvopastoralisme.

Le système agropastoral concerne un bétail sédentaire, attaché à un terroir villageois dont il ne s'éloigne que très peu : pendant la période des cultures, le cheptel est écarté des champs pour éviter les dégâts, puis il est ramené après les récoltes pour permettre la vaine pâture.

Depuis quelques décennies, avec l'accroissement des grandes métropoles, des déplacements à but commercial ont vu le jour : ce sont les mouvements du Sahel vers les capitales des pays côtiers (Abidjan, Accra, Lomé, Lagos) pour y vendre des animaux sur pieds.

La figure 1 illustre un cycle pastoral tel qu'adopté au Niger. Il apparaît que les causes des déplacements, quelle que soit leur amplitude, sont principalement liées à la recherche d'eau ou de pâturage, en fonction des saisons, à la protection des cultures d'hivernage ou à l'exploitation des résidus champêtres après les récoltes. Des causes traditionnelles, comme la flagellation, commerciales ou administratives s'y ajoutent.

À l'échelle de la sous-région d'Afrique de l'Ouest, les déplacements portent chaque année sur des millions de têtes d'animaux. À titre indicatif, en 1985-1986, près de 1 700 000 bovins sont partis du Mali, du Burkina Faso et du Niger pour aller vers le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Nigéria (FAO 1988).

De tels déplacements ne sont pas sans conséquences majeures sur le milieu et les populations et leur impact est de plus en plus mal supporté.

## **2. Impact du nomadisme et du pastoralisme sur le patrimoine naturel**

Deux périodes peuvent être distinguées : avant 1950 et après. La première correspond sensiblement à l'ère coloniale et la seconde sensiblement à celle de l'indépendance des pays africains.

### **2.1. PÉRIODE COLONIALE ET PREMIÈRE MOITIÉ DU XX<sup>e</sup> SIÈCLE**

À cette période correspond, jusque dans les années 1950, une conservation relativement bonne des parcours malgré des effectifs de cheptels en nette augmentation du fait des progrès accomplis dans les soins sanitaires. Assez généralement, les groupes pastoraux ont su exploiter avec bonheur différentes situations écologiques.

On citera, en guise d'exemple, le cas des Peulh au Ferlo au Sénégal, faisant passer leurs animaux alternativement des prairies de graminées

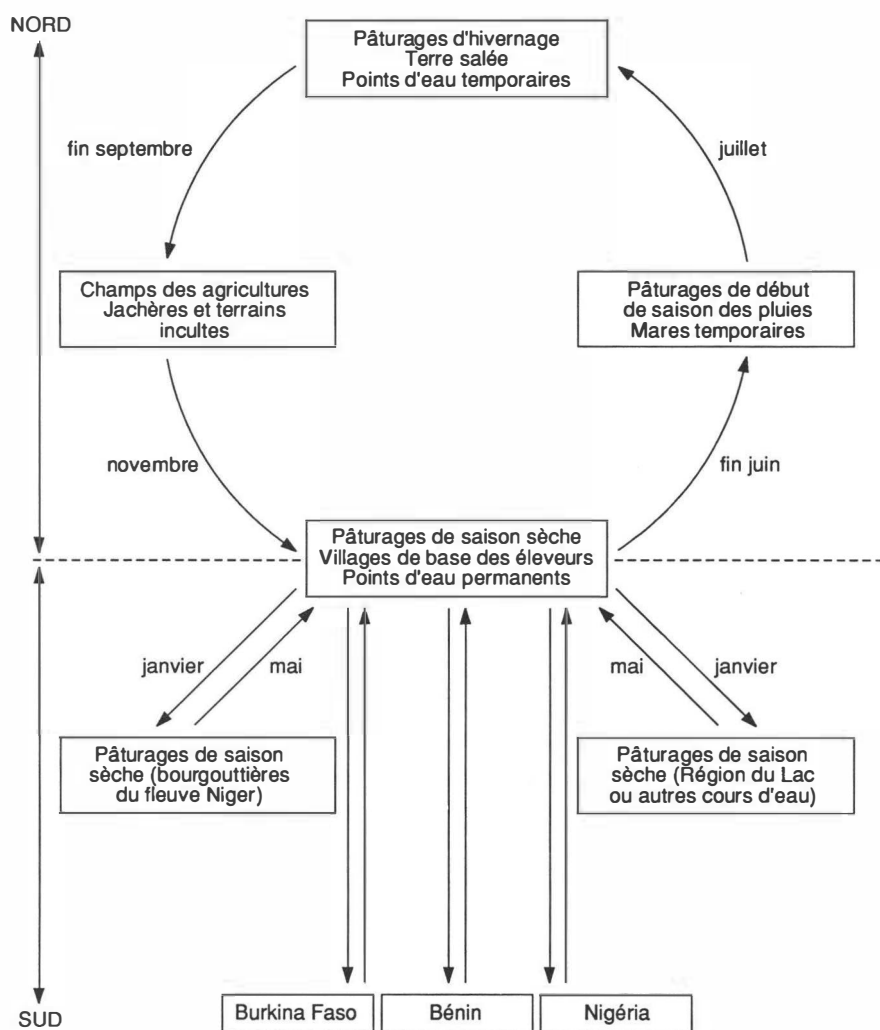


Fig. 1. — Cycle pastoral en région sahélienne.

Source : Saidou Abouba, 1986. Thèse doctorat vétérinaire. In : FAO, 1988a.

juxta-fluviales (*diéri*) aux formations alluviales du fleuve Sénégal (*waalo*). Les différents groupements pastoraux pratiquent tous l'agriculture et l'élevage et, bien que les déplacements des animaux portent sur plusieurs dizaines de kilomètres, il n'y a aucune anarchie dans la gestion de l'espace pastoral. La mobilité des troupeaux et des personnes permet, au contraire, de «valoriser la diversité écologique» (O. TOURÉ & ARPAILLANGE 1986). En effet, le *waalo* et le *diéri* offrent alternativement de bons pâturages et de l'eau, en quantité suffisante, au point de satisfaire les besoins en toute saison. En outre, une petite agriculture vivrière permet de produire des céréales pour une population pastorale peu nombreuse, le reste de l'alimentation étant constitué par le lait, les produits laitiers et la viande. L'occupation de l'espace obéit ici à des règles traditionnelles. Chaque groupe possède une zone d'accueil et les différentes zones sont séparées par des espaces interstitiels non attribués et d'accès libre. Les zones d'accueil sont elles-mêmes subdivisées en secteurs ou territoires agro-pastoraux qui sont des quasi-domaines rattachés à des campements d'hivernage. Les différents domaines, enfin, sont jointifs afin de permettre la délimitation d'une surface d'un seul tenant, destinée aux cultures et pouvant, de la sorte, être facilement protégée des animaux. Cette conception, il est vrai, privilégie les cultures d'hivernage et ne constitue aucunement une esquisse de code pastoral destiné à limiter la charge des pâturages. En effet, dès la fin des cultures, les droits de pâturage se relâchent et les champs sont soumis à la vaine pâture. Cela pour le Ferlo.

Dans d'autres régions, d'autres groupements ont pu réglementer une vie pastorale communautaire. Les Peulh de l'Empire théocratique du Macina, au <sup>xix</sup><sup>e</sup> siècle et au début du <sup>xx</sup><sup>e</sup>, se sont entourés de règles d'usage des espaces pastoraux et agraires.

Les Peulh ont toujours fait la distinction entre les terres réservées aux activités agricoles (les *seeno*) et les terres réservées aux pâturages (les *balaare*). Il en a été de même dans les communautés Haoussa du Niger et du Nigéria et même, très loin de ces contrées, au Botswana (CHANDLER 1984).

Dans le nord du Sahel et au sud du Sahara, les tribus maures et les Touaregs, Bella et Tamachek, ainsi que les Peulh Bororo et les Toubous ont de tout temps pratiqué un nomadisme stratégique, seul moyen de tirer profit d'un environnement des plus difficiles.

Dans de telles situations, le nomadisme et le pastoralisme, il faut le reconnaître, n'ont pas véritablement entraîné de dégradation du milieu. Toutefois, dans ces systèmes, il manquait un chaînon important :



le déstockage et la vente régulière des bœufs arrivés à maturité pour constituer une épargne monétaire au lieu d'avoir un capital à l'état vif.

La situation du système n'a véritablement commencé de changer, et ce dans un sens souvent défavorable, qu'avec la mise en œuvre de plans de développement élaborés pendant les vingt dernières années de la colonisation et après l'indépendance des pays africains, plans presque toujours conçus sans y avoir associé les populations intéressées.

## 2.2. PÉRIODE DES PROJETS ET SITUATION ACTUELLE

Les mêmes raisons qui ont toujours poussé les pasteurs à pratiquer le nomadisme et le pastoralisme, à savoir la recherche d'eau et de pâturages complémentaires, continuent de prévaloir pendant cette période mais dans un milieu et une société de mutation. Aux cultures vivrières traditionnelles de céréales se sont ajoutées, dans beaucoup de pays, celles de l'arachide et du coton qui ont occupé de plus en plus de surface dans un système de culture itinérante. Les aires de pâture ont sensiblement diminué. Le civisme des groupements pastoraux s'est relâché quand les États ont nationalisé les terres pour en faire des domaines nationaux. Les notions de limites du «possible» et du «permis» ont changé de sens dans les mentalités. Le nomadisme et le pastoralisme ont alors été menés jusqu'à l'épuisement des parcours.

Une planification, souvent autoritaire, a évidemment cherché à améliorer les systèmes pastoraux et la productivité des animaux. Une des premières conceptions a été de promouvoir l'hydraulique pastorale en fonçant des puits et des forages. De tels points d'eau devaient, pensait-on, réduire les déplacements des animaux et rendre accessibles des pâturages dépourvus d'eau en saison sèche.

Cependant, puits et forages ont eu des résultats assez controversés.

### 2.2.1. *Impact des puits et des forages*

Des exemples, pris encore au Sénégal, illustreront la situation créée par cette politique d'hydraulique pastorale. Dès 1938, il est apparu aux chercheurs que le Ferlo sénégalais repose sur une gigantesque nappe aquatique semi-artésienne et qu'en y pratiquant des forages, on peut disposer d'eau à volonté. Cette nappe, appelée maestrichtienne couvre quelque 150 000 km<sup>2</sup> et, en toute logique, doit être exploitée. C'est ce qu'ont fait, à partir de 1947, des projets financés par le FIDES (Fonds d'Investissement pour le Développement économique et social).

De nombreux forages ont été alors réalisés en zone sylvopastorale pour fixer les communautés d'éleveurs. Ce sont :

- en 1950 : Dahra et Boulel ;
- en 1951 : Barkédji ;
- en 1953 : Diaguéli et Yonoféré Dodji, Labgar, Yaré Lao, Mbiddi ;
- en 1954 : Fourdou, Ranérou, Lombol et Dendoudi ;
- en 1955 : Tatki et Vindou-Tingoli ;
- en 1956 : Amali, Tessékré, Katiedah, Hairé et Bourdé Doubel (Mbar Toubab) ;
- en 1957 : Louggéré Tioli, Guéye Kadar, Révane et Loumbi.

«Ces ouvrages, qui réalisent un maillage raisonné à partir des connaissances sur l'élevage pastoral sont généralement distants de 30 km. L'installation des points d'eau a été conduite selon des principes tendant à uniformiser et à harmoniser l'exploitation des parcours» (TOURÉ & ARPAILLANGE 1986).

Cependant, l'environnement s'en est trouvé profondément modifié. Des recherches agrostologiques, menées pendant de nombreuses années autour des forages, ont montré une modification de la strate herbacée : augmentation du taux des légumineuses et baisse de la productivité en matière sèche. Ce phénomène, s'il est intéressant pendant les quelques mois que dure l'hivernage, est cependant défavorable du point de vue des réserves fourragères de saison sèche. En effet, les feuilles et les fruits des principales espèces de légumineuses comme *Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius*, tombent rapidement et sont emportés par le piétinement. Dès le début de la saison sèche, on note, autour des forages, la disparition du couvert herbacé et la formation de plages dénudées. Cette situation favorise l'érosion éolienne et le lessivage par les pluies.

De plus, la fréquence des pannes au niveau de certains forages a souvent entraîné le transfert d'animaux vers d'autres points d'eau et, par voie de conséquence, des surcharges de bétail qui ont ruiné certains périmètres.

On ajoutera que le brassage et la promiscuité des animaux ont souvent favorisé la transmission de maladies contagieuses et parasitaires. C'est ainsi que le botulisme, surnommé au Sénégal «la maladie des forages», maladie indirectement favorisée par une aphosphorose, est devenu si fréquent qu'il a fallu produire des anatoxines en quantité.

Sur le plan socio-culturel, les forages sont devenus des centres de brassage de populations très diverses : agriculteurs d'autres terroirs,

commerçants, employés de l'administration ; et il s'en est suivi, progressivement, une dilution des us et coutumes des pasteurs traditionnels :

- La notion de terroir peulh se perd de plus en plus et, avec elle, la maîtrise des parcours et de leur qualité ;
- Le gardiennage rapproché des animaux est devenu laxiste et les troupeaux ont tendance à divaguer ;
- La technicité des éleveurs est en baisse dans les générations nouvelles, en rapport avec un changement dans les modes de vie.

Les effets conjugués de la pression anthropique et de la charge animale sont apparents sur la végétation arbustive qui est devenue plus clairsemée du fait de l'émondage, des prélèvements de bois de chauffe et des dépréciations par les caprins. De plus, la faune sauvage résiduelle a complètement disparu.

Dans certaines situations, on en est arrivé à créer un milieu totalement dégradé. «Comme le craignait déjà Feunteun (1955), le Ferlo, parti de la situation de pâturage sans eau avant la période des forages est maintenant à la situation inverse : de l'eau et pas d'herbe» (O. TOURÉ & ARPAILLANGE 1986).

### *2.2.2. Pastoralisme et productivité des animaux*

Les forages, ajoutés aux soins sanitaires, ont entraîné au Ferlo, comme ailleurs dans le Sahel, une croissance numérique vertigineuse des troupeaux, ce qui a accentué le piétinement. Le Niger, par exemple, est passé de 760 000 bovins en 1938 à 4 500 000 en 1970 (DRACHOUSOFF 1985) et le Burkina Faso de 1 300 000 têtes en 1952 à 2 871 000 en 1982. Sur le plan de la production animale, cette augmentation numérique très rapide des troupeaux pouvait être de nature à satisfaire une partie des besoins d'une population humaine en croissance vertigineuse. Malheureusement, faute d'avoir intensifié les filières de production de viande et de lait, les résultats ont été peu satisfaisants. Les jeunes bovins sevrés ne dépassent pas un gain annuel de 50 kg dans le système de transhumance ; il faut, dans ces conditions, 5 à 6 ans pour produire un bœuf de 250 kg. La productivité pondérale est 7 à 14 kg par an pour les bovins, 3 à 6 kg pour les petits ruminants. Quant aux vaches laitières, elles produisent 200 à 300 kg de lait en saison sèche, 600 à 1000 kg, au mieux, en saison pluvieuse. Dans le système pastoral, le rendement zootechnique est nettement défavorisé : précocité et vitesse de croissance assez lente, déficiences physiologiques

qui se répercutent sur la production, nombreux aléas sanitaires, pertes chroniques de poids en saison sèche, faiblement compensées à la saison des pluies suivante. Le taux d'exploitation zootechnique est faible : 10% environ comme l'a montré une enquête dans les élevages transhumants encadrés (FAO 1988). Il résulte de tout cela que la consommation de viande par tête d'habitant dans les pays sahéliens a rapidement stagné ou baissé ; et tous ces pays sont fortement tributaires d'importation de lait (S. M. TOURÉ 1987).

Le pastoralisme classique a donc montré ses limites et l'autosuffisance en viande et lait n'est possible, et encore à long terme, qu'avec des systèmes intensifiés de production animale.

À ces résultats négatifs de productivité s'ajoutent les conflits sociaux générés par les pratiques pastorales.

### *2.2.3. Pastoralisme et conflits sociaux*

Les déplacements des éleveurs ont toujours été à l'origine de conflits graves, souvent meurtriers. Les antagonismes entre agriculteurs sédentaires et éleveurs en déplacement résultent le plus souvent dans la destruction des cultures par les animaux, l'interdiction d'accès à des points d'eau, le saccage de végétation arbustive ou de bosquets villageois, la propagation de feux de brousse. Un fait nouveau est signalé dans certains pays côtiers : l'agression physique des femmes par des transhumants.

Les conflits sociaux entre agriculteurs et éleveurs pastoralistes doivent plus que jamais retenir l'attention et trouver des solutions globales. Beaucoup de conflits graves sont latents aux frontières des États sahéliens et des États dits côtiers, à l'instar de ceux qui se sont déjà produits ailleurs. Ce n'est que lucidité d'insister sur l'urgence de solutions concertées pour résoudre ce problème.

### *2.2.4. En résumé, les inconvénients du nomadisme et du pastoralisme sont nombreux*

Ces systèmes d'élevage :

- Favorisent les épizooties et les épidémies ;
- Bouleversent les politiques nationales en matière de production animale ;
- Entraînent des surcharges de pâturages et de points d'eau ;
- Favorisent la désertification ;

- Entraînent la déforestation et la dégradation de forêts classées ;
- Favorisent la pollution de points d'eau destinés à l'homme ;
- Peuvent causer des feux de brousse ;
- Provoquent des conflits sociaux graves.

Telle est la situation actuelle et on ne peut guère augurer d'un avenir meilleur si ces pratiques se perpétuent telles quelles.

### 2.3. HORIZON 2000 ET XXI<sup>e</sup> SIÈCLE

La stratification climatologique de l'élevage en fonction des isohyètes s'est profondément modifiée consécutivement aux épisodes de sécheresse vécus par les pays sahéliens au cours des années 1970 et 1980. Les éleveurs de zébus, naguère confinés au-delà du quatorzième parallèle Nord, limite approximative de la mouche tsé-tsé, sont descendus massivement dans la zone subhumide (isohyète 800 à 1500 mm). On les rencontre fréquemment entre 8 degrés et 11 degrés de latitude Nord, où les glossines sont pourtant abondantes. Certains départs des zones sahélienne et soudano-sahélienne ont tout l'air d'un exode définitif. La mouche tsé-tsé n'a pas constitué un obstacle majeur. Ceux des éleveurs qui n'avaient pas pris la précaution de traiter préventivement leurs animaux ont certes perdu de nombreux sujets mais un constat s'impose : la zone subhumide renferme désormais beaucoup plus de troupeaux que quelques années auparavant. Les zébus sahéliens sont de plus en plus croisés avec le bétail trypanotolérant, taurins Ndama et Baoulé, en danger d'extinction dans beaucoup de régions.

Cette nouvelle distribution des animaux doit inquiéter dans la mesure où l'élevage ambulatoire n'a pas su protéger le milieu d'origine des éleveurs nouvellement installés plus au sud. Pourtant elle pourrait être bénéfique si l'occupation des terres nouvelles était encadrée. C'est qu'en effet, la zone subhumide dispose de vastes pâturages d'*Andropogonées* pérennes (*Andropogon gayanus*) ayant une capacité de charge assez élevée et actuellement sous-exploitée. Elle demande à être valorisée par l'élevage. Toutefois, il faut se rendre maître du processus : planifier l'utilisation des terres, sédentariser, intensifier la production animale en l'associant très étroitement à l'agriculture et, en même temps, assainir le milieu en luttant contre les vecteurs de maladies : tsé-tsé, moustiques, tiques, etc. Ces actions doivent constituer les tâches principales en cette fin de siècle et au cours de la prochaine décennie. Dans la zone

subhumide, le pari de l'intensification peut être gagné. Par contre, si on devait laisser se poursuivre les tendances actuelles, alors il faudrait craindre le pire : une sahélisation progressive, la dépendance alimentaire, voire des famines encore plus graves. C'est tout de suite qu'il faut agir.

### **3. Propositions de solutions**

#### **3.1. CONTEXTE DE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE**

Les propositions qui sont faites dans cette deuxième partie de l'exposé, que nous abordons à présent, ne sont certes pas originales mais répondent à un souci de synthèse. Beaucoup a été dit et redit sur le développement agricole des pays africains, mais hélas souvent sans consulter les acteurs de ce développement, paysans, pasteurs, pêcheurs. Un grand nombre de mises en scène inédites ont été mal comprises et forcément mal exécutées. Les raisonnements et les solutions basés sur les caractéristiques de régions écologiques ou d'écosystèmes particuliers restent souvent valables (BERGANS 1985, CAMONO & VELOZO 1989, GORSE 1985, HENZELL 1985, SCHIFFERS 1985). Les activités humaines doivent être orientées vers la conservation des caractéristiques du milieu tout en faisant produire à celui-ci les denrées ou matières premières.

Dans le contexte agro-pastoral, il y a à considérer l'utilisation de l'espace, les choix de politique de société, la problématique de la sédentarisation des éleveurs, les actions de développement souhaitables en matière d'élevage dans les différentes zones écologiques.

#### **3.2. UTILISATION DE L'ESPACE**

Contrairement à l'opinion communément répandue, une bonne notion d'un patrimoine collectif à préserver, a contribué, pendant longtemps, à protéger les espaces pastoraux sahéliens. Ce n'est que récemment que l'on a déploré un changement dans les mentalités consécutivement à une croissance démographique vertigineuse et à l'adoption de législations contraignantes, prises sans avoir consulté les populations de pasteurs. Les terrains de culture ont progressivement augmenté au détriment des parcours ; les mares destinées à l'abreuvement des animaux ont de plus en plus été utilisées pour l'agriculture irriguée, notamment le maraîchage.

Dans ces conditions, il convient de rétablir le droit des pasteurs à tirer eux-mêmes profit de leur écosystème agro-sylvopastoral, sans privilégier les allochtones.

Plusieurs mesures peuvent être prises dans ce sens par les administrations, de concert avec les collectivités rurales, à savoir :

- La redéfinition de la vocation des terres et la délimitation de zones agricoles, pastorales ou agropastorales ; bien entendu, dans chaque zone, on associera l'agriculture et l'élevage mais selon des modalités et à des degrés différents ;
- L'attribution de parcelles spécifiques à des individus ou à des groupements communautaires sur une base qui garantisse l'usufruit, le transfert ou la vente des plus-values ;
- La mise en œuvre d'opérations de délimitation et d'enclosure des domaines partout où cela est faisable ;
- La création de nouveaux projets d'aménagement et de gestion des terroirs, avec une participation active des éleveurs dans leur conception, leur réalisation, leur gestion administrative, voire financière ;
- L'incitation à des investissements privés dans des domaines pastoraux ou agropastoraux ;
- La création de comités locaux, non administratifs, de gestion des zones pastorales, et de conciliation et arbitrage.

On ne cessera pas de répéter : «le pasteur, comme tout producteur, doit être acteur et non spectateur passif des mutations de son mode de vie. Cela est d'autant plus vrai que l'ouverture actuelle des systèmes pastoraux traditionnels sur le monde extérieur a ruiné les anciennes règles de leur fonctionnement pour en imposer d'autres. En vue de rétablir l'équilibre, il s'avère indispensable de susciter des organisations locales de pasteurs librement constituées et pleinement responsables, susceptibles d'édicter les règles répondant aux situations concrètes et donc de stabiliser et de sécuriser les systèmes pastoraux» (DIALLO 1988\*).

Toutes les réflexions, rétrospectives et prospectives, dictent la sédentarisation de l'élevage pour mettre fin à la dégradation des milieux

\* La sédentarisation des éleveurs, objet d'un mémoire pour l'obtention du titre d'ingénieur d'élevage, soutenu en 1988 par M. Harouna Diallo, a été un sujet favori de discussion avec ce jeune cadre du Burkina, hélas emporté trop tôt dans un accident. Ma mémoire lui est fidèle.

pastoraux et favoriser leur restauration ; pour donner une meilleure vie sociale aux éleveurs et assurer leur encadrement, la scolarisation de leurs enfants, la fourniture de soins de santé primaires ; pour mettre fin à de nombreux conflits sociaux et, enfin, évoluer vers le modernisme. S'il est vrai que les pâturages sahéliens ne peuvent être exploités que sur un mode extensif, le pastoralisme programmé doit nécessairement remplacer le mode traditionnel. Des politiques doivent être prises de concert avec les communautés pastorales.

### 3.3. CHOIX POLITIQUE DE SOCIÉTÉ PASTORALE ET SÉDENTARISATION DES PASTEURS

La réalisation effective de la sédentarisation pose de très nombreux problèmes, entre autres les suivants :

- Des contradictions, dans la législation foncière, entre le droit coutumier et le droit moderne des États, ce dernier étant souvent moins avantageux pour les éleveurs ;
- L'abandon nécessaire d'un élevage qui capitalise les têtes de bétail pour passer à un élevage fondé sur le rendement monétaire ;
- La solution préalable des problèmes d'alimentation pour éviter toute disette, même en cas de sécheresse ;
- La réalisation d'un encadrement rapproché efficace.

En d'autres termes, il faut plus de sécurité foncière, de sécurité alimentaire pour l'éleveur et ses animaux, et plus de sécurité sociale. «En vue d'encourager les pasteurs traditionnels à la sédentarisation, la réglementation des points d'eau en zone pastorale devrait permettre la pratique de cultures maraîchères et la plantation d'arbres par les pasteurs. Toutefois, l'interdiction de cultiver ou de camper devrait être faite aux cultivateurs allogènes ayant l'intention de s'y installer» (DIALLO 1988).

On devra sans tarder refaire la cartographie des parcours sahéliens, recenser les campements, les personnes et les troupeaux, délimiter et attribuer des domaines pastoraux dans lesquels on procédera à un regroupement, réalisé de concert avec les pasteurs. «Le regroupement du bétail doit être entendu comme étant l'utilisation en commun d'une zone de pâture bien définie, des infrastructures et équipements qui y existent ou à créer, par des animaux évoluant sous forme de troupeaux appartenant à une ou plusieurs personnes, tous les besoins des animaux étant satisfaits sur les mêmes lieux» (DIALLO 1988). Ce processus doit



conduire à la fixation de l'habitat de l'éleveur, la pratique d'activités agricoles ou artisanales complémentaires et la cessation des migrations. Le milieu ainsi défini devra donc nécessairement comporter des aires de culture céréalière et/ou maraîchère et des parcours classés : zones de pâturages en cours d'utilisation, zones de réserves fourragères non pâturables, zones de mise en défens à régénérer, des abreuvoirs et couloirs d'accès, des périmètres de culture pluviale et de culture irriguée, des bosquets de sylviculture, etc.

De nombreux auteurs ont déjà proposé des schémas de sédentarisation des pasteurs, dont certains mis en œuvre, avec plus ou moins de bonheur. Au Sénégal, on citera les actions de la SODESP (Société pour le développement de l'élevage en zone sylvopastorale) et du PEDES (Projet de développement de l'élevage au Sénégal oriental) (DIEME 1987). Un schéma de G. BOUDET répond davantage au souci de préserver l'écosystème. Il suggère de «réaliser l'exploitation alternée, selon les saisons, des pâturages ceinturant un point d'eau, en veillant à l'équilibre de la charge. Une unité pilote en zone soudanienne constitue un terroir villageois regroupant l'habitat des éleveurs, les points d'eau, les terres de culture et les pâturages» (DIALLO 1988).

Quelles que soient les modalités appliquées, la réussite passe par un déstockage régulier des animaux commercialisables.

Il convient de commenter les mesures à prendre dans les différentes zones écologiques en se gardant de généraliser. En effet, très souvent, les solutions techniques ne posent pas de problèmes majeurs dans leur application, contrairement aux effets socio-économiques, peu analysés dans une vision prospective ou difficilement prévisible.

### 3.4. MESURES D'AMÉLIORATION DU PASTORALISME ET D'INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION ANIMALE

#### 3.4.1. *Zone sahélienne*

Fixation de l'élevage. — Un constat s'impose : malgré de très nombreuses tentatives de sédentarisation, la fixation des éleveurs n'est pas encore réussie. Tout au plus y a-t-il eu limitation de la mobilité pastorale. De fait, de nombreux auteurs pensent que la sédentarisation de l'élevage n'est pas réaliste pour de vastes zones arides qui ne peuvent être exploitées que sur un mode extensif. La très faible capacité de charge des pâturages, la pauvreté des sols et l'absence d'eau condamnent à exploiter les faibles ressources du milieu par le pastoralisme. Il faut

cependant optimiser les rendements. Le découpage de l'espace pastoral et l'attribution à des individus ou à des groupements d'une part, et, d'autre part, la limitation volontaire des effectifs constituent les conditions du succès. On pourra se référer à des études menées ailleurs pour tenter de redresser la situation au Sahel : nord de la Somalie où ont été instituées, en 1974, des coopératives pastorales réparties sur 16 000 ha, avec en moyenne 70 adhérents par coopérative ; Botswana, avec les règles édictées par la « Tribal Grazing Policy » (CHANDLER 1984). On ne manquera pas de souligner que les milieux pastoraux traditionnels sont fortement déstructurés. L'exode des jeunes vers les grandes villes est certes de nature à diminuer la pression démographique, mais risque de priver le Sahel d'éleveurs compétents. La formation, parmi les jeunes, de néo-éleveurs modernes, pourra améliorer les modes d'utilisation des parcours et mener à la création de grands ranches rentables.

Beaucoup de mesures d'incitation sont à prendre telles que :

- L'encadrement de la commercialisation et une politique de prix rémunérateurs ;
- La sécurisation alimentaire en cas de sécheresse : réserves pastorales, aliments du bétail, supplémentation minérale ;
- La sécurisation alimentaire des éleveurs.

Mesures d'accompagnement. — Le milieu sera progressivement remis en valeur : par la reconstitution des acacias producteurs de gomme arabique (*Acacia senegal*), la multiplication des arbres fourragers (*Faidherbia albida*), l'enrichissement par des arbustes fourragers (*Leucaena* spp., *Cajanus cajan*), etc. Les périmètres ainsi définies prendront progressivement l'allure de ranches extensifs modernes.

Les recherches sur la restauration et l'enrichissement des parcours utilisant des cultivars reconnus sont à renforcer : amélioration des arbustes et arbres fourragers : rhizobiologie ; introduction d'espèces fourragères ; effets de la mise en défens, etc.

À titre indicatif, à Djibo, dans le nord du Burkina où la dégradation était intense, la mise en défens de 1000 ha et un sous-solage partiel ont permis, en une année, de passer d'une production de 750 kg MS/ha à 1540 kg MS/ha. La végétation spontanée à dominance de *Schoenefeldia gracilis* s'est très bien réinstallée. La réalisation de diguettes, l'ensemencement à la volée de *Stylosanthes hamata* et le semis en poquets de graminées pérennes (*Andropogon gayanus*) sur les versants ont permis une bonne restauration du milieu

(POYGA 1987). La plantation d'arbres et d'arbustes a renforcé les résultats. En plus des espèces locales, trois espèces exotiques furent utilisées : *Parkinsonia aculeata*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis juliflora*.

Le Programme de développement rural intégré dans l'Adder Doutchi Maggia, Vallée du Keita, au Niger, a réalisé d'importants travaux de réhabilitation du milieu. À titre indicatif, il s'agit de récupération de plusieurs milliers d'hectares de terres dégradées et abandonnées, avec reboisement à l'appui, utilisant plusieurs millions de plants, amélioration du potentiel des pâturages et introduction d'animaux plus performants (AMADOU 1987).

Les obstacles dans la réalisation des objectifs de restauration pastorale tiennent dans le manque notoire de cadres pastoralistes et d'encadreurs connaissant le milieu.

#### 3.4.2. Zone sahélo-soudanienne et nord-soudanienne (600-800 mm)

Cette zone est à la fois surpâturée et surpeuplée. On atteint, par exemple, des densités supérieures à 70 habitants par km<sup>2</sup> dans le Plateau Mossi du centre du Burkina Faso. Les règles d'occupation de l'espace et de gestion du patrimoine naturel devront être encore plus strictes. On devra réussir à associer l'agriculture et l'élevage à travers de nombreuses activités. On peut en énumérer les principales (LOPEZ 1987) qui concourent à sédentariser les éleveurs :

- Pratique de l'agriculture vivrière (mil, sorgho, maïs) pour couvrir la plus grande partie des besoins en céréales ;
- Établissement d'un campement conçu pour résister et durer ;
- Encore une fois, délimitation des parcours d'un éleveur donné ou d'un groupement d'éleveurs ;
- Construction d'un parc de nuit destiné à parquer les animaux après la pâture ;
- Déplacement de ce parc de 2 à 9 fois au cours de la saison des pluies afin de fumer les aires de culture à utiliser ultérieurement, ou encore adoption de techniques modernes de fumure organique ;
- Après les récoltes, parcage de nuit sur les chaumes ;
- Généralisation de la pratique de la culture attelée ;
- Orientation vers l'intensification de la production céréalière et de la production animale.

### 3.4.3. Zone subhumide au sens large (800-1500 mm)

Elle est composée de savanes diverses (arbustives, arborées, boisées) et d'îlots de forêts claires. Le faciès botanique est soumis à des changements par action de l'homme. En particulier, l'agriculture itinérante procède par éclaircissement des savanes boisées qui se transforment en savanes arborées où seuls sont conservés les arbres utilitaires : le karité (*Vitellaria paradoxa*), le cailcédrot (*Khaya senegalensis*), le néré (*Parkia biglobosa*), le tamarinier (*Tamarindus indicus*), etc. Le tapis herbacé est composé de graminées très appréciées par le bétail, les espèces pérennes d'Andropogoneae étant de plus en plus abondantes au fur et à mesure que la pluviosité augmente. Les cours d'eau constituent un réseau peu dense et beaucoup sont bordés de galeries riveraines.

On prendra en Côte d'Ivoire les exemples types du développement de l'élevage dans cette zone, aussi bien les tendances actuelles que les mesures préconisées dans le futur.

Actuellement coexistent dans cette zone le système sédentaire traditionnel, naisseur, et le système pastoral, d'introduction récente (il y a environ une trentaine d'années, mais phénomène surtout accentué depuis la sécheresse dans le Sahel, en 1972-1973). Actuellement plus de 2000 familles d'éleveurs possédant plus de 300 000 têtes de bovins occupent le nord de la Côte d'Ivoire (ABO-SOH 1987). Il s'agit souvent de familles ayant de gros troupeaux, estimés à 150 têtes ou davantage. Comme ce sont d'allochtones au milieu, la contrainte foncière est importante et source de conflits. Les effectifs de cet élevage ont tendance à se multiplier très rapidement. Il en est de même dans le nord des autres pays dits côtiers (Ghana, Togo, Bénin et Nigéria, dans une moindre mesure). La dégradation du milieu n'est pas encore patente du fait que la Côte d'Ivoire dispose encore de réserves de terres.

Il convient d'inverser rapidement la tendance actuelle et de faire évoluer le pastoralisme en système sédentaire en associant étroitement agriculture et élevage. L'intensification est précisément le thème majeur de ces Journées et je pense qu'à travers les discussions de groupe se dégageront des modalités, qu'il n'est pas possible d'aborder présentement.

On terminera ces réflexions par des recommandations. Celles-ci, faites dans d'autres instances (TOURÉ 1987), restent, me semble-t-il, tout à fait de circonstance. Elles portent sur des actions qui s'articulent les unes aux autres, comme les rouages d'une mécanique et ne concernent

pas spécifiquement l'élevage ou le pastoralisme, mais bien plus l'avenir de régions et de peuples. Elles appellent des actions urgentes, soutenues, durables, constamment guidées par l'évaluation, la réflexion, la prospective.

#### 4. Recommandations

4.1. Étant donné que, dans la plupart des pays africains, l'agriculture, faiblement productive, n'arrive plus à nourrir les populations et qu'il y a une dépendance alimentaire, il convient de rechercher l'autosuffisance alimentaire et même de dégager des surplus dont une partie pourrait être utilisée dans la production animale.

Est-ce possible ? Oui, à condition d'accéder à un niveau plus élevé de pratiques agricoles, à savoir : l'emploi d'instruments aratoires appropriés et de la traction attelée ; le passage à la mécanisation légère là où c'est souhaitable ; la culture de plantes à haute teneur en protéines.

Certaines zones dans les pays sahélo-soudaniens et toute la zone subhumide se prêtent à un développement agricole plus intense.

Dans toutes les zones où la longueur de la période végétative est supérieure à 90 jours, un niveau élevé d'intrants agricoles peut conduire à des résultats nettement supérieurs en matière d'alimentation de la population. Il y a lieu d'insister tout particulièrement sur l'utilisation d'outils agricoles appropriés, les mesures de conservation absolue des terres arables et la fertilisation par des engrais chimiques, particulièrement les trinomes NKP (azote, potassium et phosphore) utilisés judicieusement. L'élevage, bien évidemment, aura aussi une place privilégiée pour les raisons que nous savons.

Les résidus de récolte et les sous-produits agro-industriels que l'on pourra tirer du développement agricole seront à même de bénéficier à l'élevage en retour.

4.2. Étant donné la surexploitation du milieu et son manque de protection, plusieurs mesures déjà retenues dans des pays africains, mais timidement suivies, devront faire l'objet d'une application plus diligente :

- Arrêt de la déforestation, de la coupe abusive de bois,
- Interdiction de feux de brousse par les populations en l'absence d'autorisation et de surveillance ad hoc.

Ces mesures comportent plusieurs actions d'accompagnement dont les principales sont :

- Le reboisement et la création de bosquets villageois utilitaires, surtout au Sahel ;
- L'utilisation accrue des énergies renouvelables (soleil, biogaz, vent) ;
- La fixation de dunes pour constituer des barrières contre l'érosion éolienne ;
- Le découpage de provinces en zones agricoles à vocation définie ;
- La fixation des capacités de charge des zones pastorales et la dévolution des parcours aux utilisateurs par bail emphytéotique ;
- La clôture de parcelles par des haies vives ;
- La limitation volontaire des effectifs de cheptels et exploitation optimale de l'existant ;
- Une meilleure approche de la politique des puits et forages.

4.3. En zone subhumide, la situation est moins dramatique, mais il faut à tout prix éviter une «sahélisation» grâce à une gestion rationnelle du milieu. On encouragera la pratique de l'enclosure des exploitations de production animale et la propriété individuelle ou collective de parcours déterminés sera reconnue aux ayants droit.

4.4. Étant donné la dégradation économique des activités d'élevage, prendre de nouvelles dispositions pour promouvoir la production intérieure. Les mesures porteront notamment sur :

- La mise en place de crédits pour les investissements dans les activités d'élevage comme : l'achat de géniteurs performants, l'acquisition d'intrants, etc. ;
- La valorisation des catégories supérieures de viandes par la fixation de prix à la qualité ;
- La protection des marchés sous-régionaux africains contre les viandes importées à des prix de dumping ;
- La constitution de caisses de péréquation des prix des produits animaux pour alimenter les plans d'amélioration de l'élevage et les caisses de crédit agricole à but zootechnique.

4.5. Étant donné la diminution des possibilités d'intervention financière des États dans la production :

- Favoriser les initiatives individuelles ou collectives privées pour permettre la prise en charge des coûts de production ;
- Rendre effective la rémunération des produits au coût de production pour valoriser l'élevage.

4.6. Étant donné la péjoration de la condition sociale aussi bien des citadins que des ruraux par rapport aux possibilités actuelles de production, prendre des mesures pour ;

- Freiner l'exode rural et maîtriser la croissance des grandes villes en favorisant le développement de pôles de peuplement rural suffisamment incitatifs, surtout pour la jeunesse ;
- Maîtriser la croissance démographique en général ;
- Protéger les valeurs culturelles traditionnelles des milieux agricoles et pastoraux ;
- Assurer une promotion sociale des ruraux par l'alphabétisation de masse, la protection et les soins sanitaires, la préservation contre le dénuement et l'isolement géographique et culturel.

4.7. Étant donné la dégradation des moyens d'intervention des services de santé et de production animale, restaurer ces moyens grâce aux mesures suivantes :

- Rehaussement des budgets à environ 2% du PIB généré par les activités d'élevage ;
- Limitation des activités à des tâches de conception, de programmation, de contrôle des opérations d'élevage, d'inspection et de police sanitaire ;
- Restitution des activités d'encadrement de l'élevage, de prophylaxie et de soins sanitaires à des corps défonctionnarisés d'agents qui pourraient être installés à leur compte personnel ;
- Promotion du travail non salarié dans les activités d'élevage, de commercialisation et de transformation des productions d'élevage et des activités en amont.

4.8. Étant donné la faible vulgarisation des sciences et techniques, adopter une politique favorisant les activités scientifiques et techniques et mettre en place des dispositifs efficaces de communication de masse pour diffuser largement les sciences et techniques.

4.9. En matière de santé animale, en particulier, donner une plus grande place à la recherche épidémiologique pour envisager d'éradiquer les grandes épizooties qui pèsent encore lourdement dans les budgets.

Il convient de souligner que presque toutes ces recommandations ont déjà été faites dans différentes assises et certaines connaissent un début d'application dans les programmes des États, à moyen comme à long terme. Force est, cependant, d'insister sur la plus importante : l'autosuffisance alimentaire vivrière pour mettre fin à la misère des campagnes et à la dépendance extérieure. C'est le point de départ pour dégager des ressources à consacrer à toutes les autres activités importantes où l'on doit investir, à commencer par celles de l'élevage intensif des animaux domestiques.

### BIBLIOGRAPHIE

- AMADOU, H. 1987. Développement rural intégré et plan directeur d'aménagement d'un territoire. Exemple du Niger, pp. 155-156. — *In* : TOURÉ, S. M. (éd.), 1987 (19).
- ABO-SOH, J. 1987. Socio-économie de la production de viande bovine en Côte d'Ivoire, pp. 63-75. — *In* : République de Côte d'Ivoire, Ministère de la Production animale, 1987 (6).
- BERGANS, J. 1985. Topic V : Socio-economic aspects. — *In* : Colloque international «Développement agricole et conservation du patrimoine naturel dans les pays du Tiers-Monde», *Bull. Rech. agron. Gembloux*, 20 : (3/4) : v-x.
- CAMONO, VELOZO, R. 1989. Mesures d'incitation pour encourager la communauté à participer aux programmes de conservation. Cahier FAO Conservation n° 12. Rome, 1989.
- CHANDLER, D. R. 1984. Review of range and pasture research in Botswana, pp. 115-142. — *In* : KATEGILE, J. A. (ed.), Pasture improvement research in Eastern and Southern Africa, 1985 (Workshop, Harare, Sept. 1984).
- CÔTE D'IVOIRE (RÉPUBLIQUE DE) — MINISTÈRE DE LA PRODUCTION ANIMALE. Compte rendu du Séminaire sous-régional sur l'économie de la production animale en Afrique de l'Ouest (Bouaké, 1-6 décembre 1986).
- DIALLO, H. 1988. Problématique de la sédentarisation de l'élevage au Burkina Faso. — Mémoire pour l'obtention du titre d'ingénieur d'élevage.
- DIEME, I. 1987. Sociologie agropastorale et encadrement rapproché des éleveurs : cas du PEDES0, pp. 117-121. — *In* : République de Côte d'Ivoire : Compte rendu du Séminaire sous-régional sur l'économie de la production animale en Afrique de l'Ouest, Bouaké, 1-6 décembre 1986.
- DRACHOUSOFF, V. 1985. Aspects socio-économiques de la désertification. — *In* : Colloque international «Développement agricole et conservation du patrimoine naturel dans les pays du Tiers-Monde», *Bull. Rech. agron. Gembloux*, 20 (3/4) : 917-925.



- FAO, 1988a. Étude des transhumances et de l'insertion de l'élevage dans les zones agro-pastorales. Rapport de mission AG :TCP/RAF/6661(A).
- FAO, 1988b. Annuaire de la Production, 1988.
- FAO, OMS et OIE. Annuaire de la Santé animale, 1988.
- GORSE, J. 1985. La désertification dans les zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest. — *In* : Colloque international «Développement agricole et conservation du patrimoine naturel dans les pays du Tiers-Monde», *Bull. Rech. agron. Gembloux*, **20** (3/4) : 943-1004.
- HENZELL, E. F. 1985. Summative address, pp. 367-369. — *In* : TOTHILL, J. C. & MOTT, J. J. (eds.), *World's Savanna Ecology and Management of the CSIRO, Queensland, Australia*.
- LOPEZ, G. 1987. Agriculture et élevage : activités concurrentes ou complémentaires ? Les alternatives possibles d'association et d'intégration de l'agriculture et de l'élevage, pp. 77-101. — *In* : TOURÉ, S. M. (éd.), *Compte rendu du Séminaire sous-régional sur la planification de l'utilisation de la mise en valeur des sols dans les zones affectées par la trypanosomiose animale africaine (Niamey, 1-5 décembre 1987)*.
- POYZA, F. 1987. Conservation et bonification des sols. Cas particulier des pâturages naturels du Burkina Faso, pp. 135-143. — *In* : TOURÉ, S. M. (1987b).
- SCHIFFERS, B. 1985. Désertification. Synthèse. — *In* : Colloque international «Développement agricole et conservation du patrimoine naturel dans les pays du Tiers-Monde», *Bull. Rech. agron. Gembloux*, **20** (3/4).
- TOURÉ, O. & ARPAILLANGE, J. 1986. Peul du Ferlo. — D. Landais, M. F. Ribéry et M. N. Fourgeaud, Paris, 1986.
- TOURÉ, S. M. 1987a. Données comparatives de la production animale et de la médecine vétérinaire préventive dans les pays sahéliens du CILSS et dans les pays côtiers d'Afrique de l'Ouest, pp. 11-36. — *In* : *Compte rendu du Séminaire sous-régional sur l'économie de la production animale en Afrique de l'Ouest. (Bouaké, 1-6 décembre 1986), Côte d'Ivoire, Ministère de la Production animale*.
- TOURÉ, S. M. 1987b. Planification et mise en œuvre de la lutte intégrée contre la trypanosomose animale africaine et des programmes de Développement connexe, pp. 27-46. — *In* : TOURÉ, S. M. (éd.), *Compte rendu du Séminaire sous-régional sur la planification de l'utilisation et de la mise en valeur des sols dans les zones affectées par la trypanosomiose animale africaine (Niamey, 1-5 décembre 1987)*.

## DISCUSSION DES COMMUNICATIONS

(Rapporteur : V. DRACHOUSOFF)

Les communications sur les systèmes traditionnels, en particulier celle de M. H. Dupriez, nous rappellent opportunément que ces systèmes sont techniquement ingénieux et sociologiquement intégrants et que l'expérience multicentenaire des paysans africains mérite d'être connue et utilisée.

Je voudrais cependant rappeler que ces systèmes de culture ont été élaborés et appliqués dans un contexte très différent :

- Il n'y avait pas d'explosion démographique comparable à celle d'aujourd'hui ;
- L'urbanisation était faible ou nulle ;
- L'économie était largement basée sur l'autosubsistance et il n'y avait guère d'autres activités possibles ;
- Les informations sur le monde extérieur étaient fragmentées, ponctuelles, presque toujours filtrées et interprétées par la coutume.

Tout a changé et, dans la plus grande partie de l'Afrique noire, le milieu rural est en crise. Son système de vie et de culture, comme tout autre système bien équilibré et fortement intégré, a un pouvoir d'adaptation limité. Il peut absorber un certain nombre de changements dans son environnement et dans le comportement de ses membres. Mais, au-delà d'un seuil déjà atteint en maints endroits, il bloque ou se désagrège.

L'agriculture africaine se trouve devant un immense défi : améliorer les conditions de vie pour maintenir dans les villages un nombre suffisant d'actifs, nourrir les populations salariées des villes, approvisionner les industries, générer des devises pour l'importation des équipements et autres intrants. On ne répondra pas à ce défi en faisant table rase du passé, en coupant le paysan de ses racines, mais il faut bien se rendre compte que les seuls systèmes traditionnels ne peuvent

ni augmenter substantiellement la productivité du travail rural, ni satisfaire les nouvelles aspirations de la jeune paysannerie. Il faudra donc une évolution rapide et parfois une rupture avec le passé.

Mais — et l'échec de tant de plans, de réformes agraires, de tours de Babel technocratiques, l'a amplement confirmé — on ne réussira l'indispensable mutation de l'agriculture africaine qu'en respectant et en consultant le rural, en lui laissant une grande autonomie de décision et de gestion, en le libérant du parasitisme oppressif de la «nomenclatura» politico-administrative, en améliorant son pouvoir de négociation et avant tout en développant sa confiance dans sa propre capacité de progresser.

Sur ces points, les réflexions des conférenciers sont pertinentes et utiles.

## **SÉANCES DU 6 JUIN 1990**



## ATELIER 1

# LA MAÎTRISE DE L'EAU ET SON IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT



*Journée d'Étude*  
*Intensification agricole et Environnement*  
*en Milieu tropical*

(Bruxelles, 5-6 juin 1990)

Actes publiés sous la direction de

R. Delleré & J.-J. Symoens

Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)

pp. 77-87 (1991)

Original : Anglais

LES GRANDS AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES  
ET LEURS EFFETS SUR LA PRODUCTION AGRICOLE  
ET SUR L'ENVIRONNEMENT.  
UNE ÉTUDE DE CAS :  
L'IRRIGATION DANS LA GEZIREH (SOUDAN)

PAR

O. A. A. FADL\*

**1. Histoire**

Au dix-neuvième siècle, le paysage politique et commercial était dominé par les tentatives des puissances coloniales d'annexer des territoires et d'étendre leur influence politique. L'occupation du Soudan par les Britanniques en 1898 faisait partie de la stratégie d'extension des régions productrices de coton. À l'époque, l'approvisionnement de l'industrie textile en matière première était insuffisant.

L'économie du Soudan était une économie de subsistance, étant donné que l'agriculture dépendait des nomades et de petits exploitants qui se servaient de houes pour biner leurs parcelles irriguées par la pluie. Le long des rives du Nil, des fermiers s'installèrent sur d'étroites bandes de terrain et y cultivèrent des dattiers, des légumes et le dura. Pendant des siècles, ils utilisèrent des *sakias* tirées par des bœufs afin de puiser l'eau dans le fleuve à 2 m de profondeur à la saison des pluies et à 8 m en été.

La nouvelle administration coloniale du Soudan a estimé qu'il était indispensable de planifier l'agriculture, afin d'accroître les revenus nécessaires à financer ses projets dans le pays. Les ressources connues disponibles pour développer le pays étaient l'eau et la terre. Toutefois,

\* University of Gezira, P.O.Box 20, Wad Medani (Soudan). — Adresse actuelle : P.O.Box 3761, Khartoum (Soudan).



les préoccupations étaient que l'utilisation de l'eau du Nil ne pouvait mettre en danger les intérêts de l'Égypte et que l'utilisation de l'eau ne pouvait menacer les intérêts des citoyens soudanais. Le développement de la Gezireh est un héritage de cette époque.

## 2. Description

Avant l'occupation étrangère du Soudan, le mot «Jezira» (mot arabe signifiant île ou péninsule) représentait pour les paysans soudanais la région comprise entre le Nil Blanc et le Nil Bleu. Plus tard, et pour des raisons pratiques, ce terme s'est limité à couvrir les 2,1 millions d'hectares formant un triangle dont le sommet se trouve au confluent des deux fleuves et dont la base est la voie ferrée Kosti-Sennar. Ces endroits sont indiqués sur la carte (fig. 1), et leurs latitudes, longitudes, altitudes et les données climatologiques de Khartoum, Wad Medani et Sennar, dans le tableau 1.

La caractéristique la plus frappante de cette région est l'uniformité du paysage, avec une inclinaison de 5 cm/km en direction du nord. Le minéral argileux dominant est la montmorillonite. Pendant l'été chaud et sec, la surface se craquelle de profondes fissures qui se referment pendant la saison des pluies et conservent les eaux tombées pendant les orages tropicaux de juillet à septembre.

Le plan de la Gezireh couvre 0,88 million d'hectares de terre, répartis entre plus de 100 000 exploitants. Chacun détient 16,8 ou 8,4 hectares, divisés en quatre parcelles de même surface, servant à la culture rotative. Ces parcelles sont appelées *hawashas*. La production est planifiée au niveau central. C'est pourquoi les exploitants divisent leurs parcelles comme suit : coton — blé — sorgho/arachides — jachère. Les légumes sont cultivés sur la parcelle sorgho/arachides. Récemment, la culture de fourrage a été introduite, à la suite de la reconnaissance par les autorités de l'importance de l'élevage de bétail par les agriculteurs et de leur rôle dans la prospérité de l'économie nationale. Les régions de production selon la culture rotative dans la Gezireh de 1976-77 à 1988-89 sont reprises dans le tableau 2. Le rôle de la Gezireh dans la production de nourriture et de produits d'exportation est évident. Toutefois, la réduction progressive du rendement des cultures depuis 1978-79 est due à l'incapacité de conserver les infrastructures existantes, telles que l'enlèvement du limon, et aux corrections apportées aux structures de contrôle. La réduction des zones

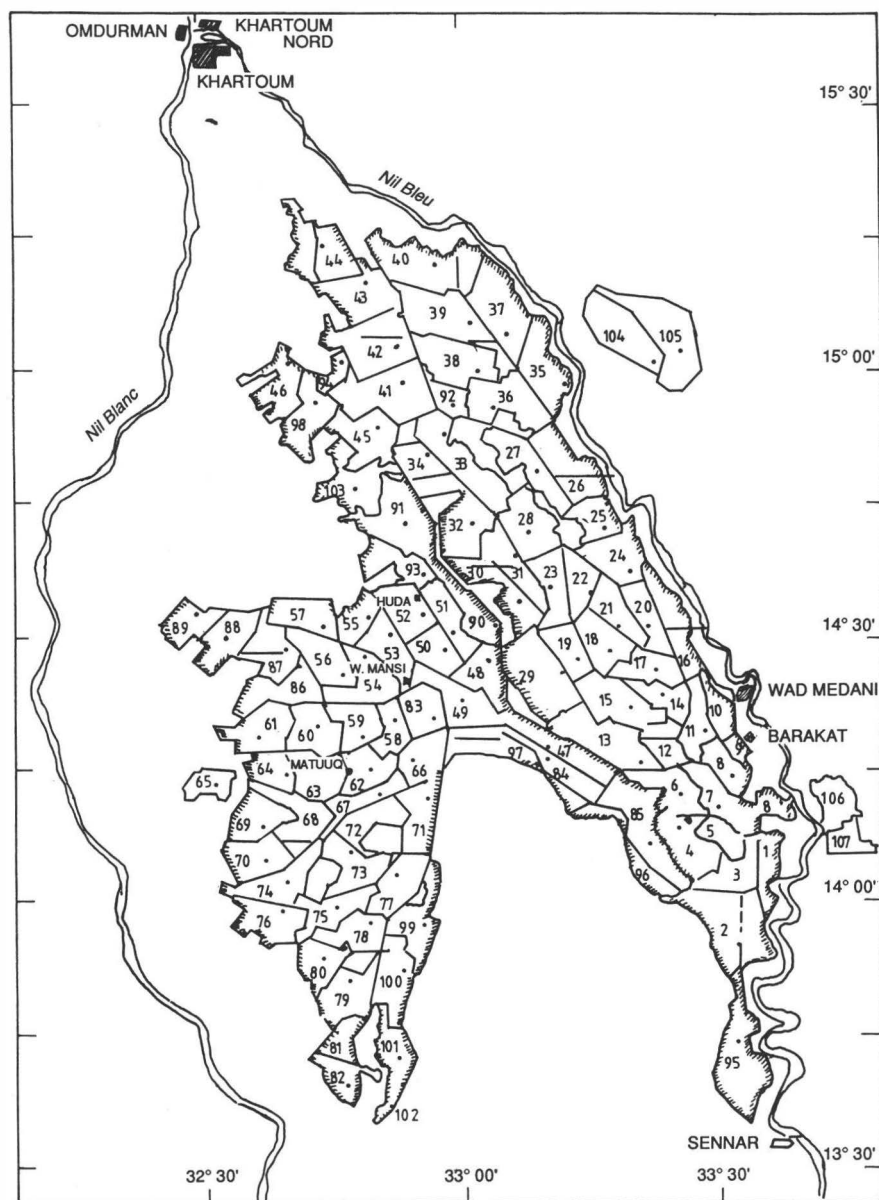


Fig. 1. — Plan de la Gezireh et de Managil.  
Division par groupe et par bloc.

**Tableau 1**

*Situation et données météorologiques de Khartoum, Wad Medani, Sennar et Kosti*

SITUATION												
<b>Khartoum</b> : Observatoire météorologique de Shambat (station agrométéorologique principale)												
Lat. : 15°40'N	Long. : 32°32'E						Alt. : 376 m.					
<b>Wad Medani</b> : Station de météorologie agricole de la Gezireh (station agrométéorologique principale )												
Lat. : 14°24'N	Long. : 33°29'E						Alt. : 407 m.					
<b>Sennar</b> : Station agrométéorologique normale												
Lat. : 13°33'N	Long. : 33°37'E						Alt. : 420 m.					
<b>Kosti</b> : Station météorologique												
Lat. : 13°10'N	Long. : 30°14'E						Alt. : 380 m.					
NORMALES SAISONNIÈRES (1951-1980)												
	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>Khartoum</b>												
Temp. °C												
min.	14	15	18	21	25	26	25	24	25	23	20	16
max.	30	33	36	39	42	41	38	36	38	39	35	31
% humidité												
06.00 GMT	36	29	23	19	23	38	58	67	56	37	35	39
12.00 GMT	21	17	13	11	13	18	31	29	33	20	21	22
Préc. tot. mm	TR	00	TR	00	03	03	46	75	28	03	00	00
Pich./jour mm	13	15	19	21	20	19	14	10	12	15	15	13
<b>Wad Medani</b>												
Temp. °C												
min.	14	16	19	22	24	25	23	22	22	22	18	15
max.	33	35	38	41	41	40	36	33	35	38	36	33
% humidité												
06.00 GMT	39	30	21	20	30	49	69	78	71	52	37	40
12.00 GMT	19	14	11	11	15	24	39	50	43	26	20	20
Préc. tot. mm	00	00	00	01	13	30	107	128	49	15	00	00
Pich./jour mm	13	15	19	21	20	18	12	07	08	11	14	12
<b>Sennar</b>												
Temp. °C												
min.	15	16	19	22	25	24	22	20	22	22	19	16
max.	34	36	39	41	41	38	35	33	35	37	37	34
% humidité												
06.00 GMT	37	33	26	24	35	52	69	73	69	56	38	39
12.00 GMT	17	15	13	12	16	23	33	40	36	27	20	20
Préc. tot. mm	00	00	01	04	13	63	134	162	61	25	00	00
Pich./jour mm	15	17	20	20	20	16	10	07	08	11	16	15
<b>Kosti</b>												
Temp. °C												
min.	16	17	20	23	25	25	23	23	23	23	21	17
max.	33	35	39	41	41	38	35	33	34	36	36	33
% humidité												
moyenne	39	33	28	27	35	49	66	75	69	53	41	41
Préc. tot. mm	00	00	TR	03	16	45	12	146	66	13	03	TR
Pich./jour mm	10	12	15	16	14	11	07	04	05	09	11	10

Remarques : (1) Piche «in screen» à 100 cm de hauteur.

(2) Heure locale du Soudan = GMT + 2

Source : Meteorological Department, Sudan.

de culture en plein milieu d'une saison, sans compensation, en raison du manque d'approvisionnement en eau a démoralisé les exploitants. Le projet de réhabilitation de la Gezireh, dont le coût est estimé à 285 millions de \$, n'a toujours pas entraîné de reprise de l'activité. Bien que le Soudan n'ait pas encore comblé, pour diverses raisons, les attentes qui consistaient à en faire le «panier à pain du Moyen-Orient», le potentiel existe toujours (KIRPICH 1987).

**Tableau 2**

*Superficies cultivées (10<sup>3</sup> ha) et rendements (kg/ha) dans le cycle de rotation de la Gezireh pour les campagnes 1976-77 à 1988-89*

Campagnes	Coton*		Blé		Dura		Arachides		Lég. Sup.	%** SA
	Sup.	Rend.	Sup.	Rend.	Sup.	Rend.	Sup.	Rend.		
1976-77	208	395	210	1392	147	1572	105	2880	13	77
1977-78	216	464	194	1553	147	720	110	3000	10	77
1978-79	208	354	206	602	143	1025	90	2093	11	74
1979-80	225	287	151	1142	136	1200	95	2880	14	70
1980-81	209	249	153	1200	125	600	71	1452	18	65
1981-82	181	419	112	960	143	960	110	2880	15	63
1982-83	202	507	65	1440	134	1171	62	2880	12	54
1983-84	207	532	111	931	171	1277	57	1834	15	63
1984-85	194	564	00	***00	175	926	89	1594	15	53
1985-86	167	383	101	965	241	1680	43	2880	13	64
1986-87	173	533	75	1152	187	1488	63	3120	15	58
1987-88	160	494	105	1152	163	1200	66	3120	17	58
1988-89	169	561	114	1349	178	1210	46	2880	19	59

\* Remarque : Rendement du coton pour les variétés ELS, LS et MS.

\*\* SA : superficie brute.

\*\*\* Année de sécheresse grave et de crues trop basses du Nil Bleu. Le Gouvernement décida de ne pas cultiver de blé dans la Gezireh pendant cette campagne.

Source : Agricultural Administration, SGB.

### 3. Ressources aquifères et sécheresse

Bien que la région du Soudan alimentée par les pluies soit un important fournisseur de produits agricoles et d'élevage pour les marchés locaux et étrangers, le secteur irrigué, pour des raisons évidentes, a concentré la plus grande partie de l'attention politique et financière. L'irrigation des cultures dépend traditionnellement des eaux du Nil, qui ont été divisées en 1959 par l'accord «d'Utilisation pleine des eaux du Nil» conclu entre le Soudan et l'Egypte. Le débit annuel

moyen à Assouan depuis 1900 est de 84 milliards de m<sup>3</sup>, dont le Soudan reçoit 18,5 milliards et l'Égypte 55,5 milliards de m<sup>3</sup> (à Assouan, dans les deux cas). Cependant, au cours de la campagne 1984-1985, l'Éthiopie et le Soudan ont été aux prises avec une sécheresse dramatique et des famines. Le débit naturel du Nil Bleu a été exceptionnellement bas. À titre de comparaison, nous vous indiquons au tableau 3 les débits mensuels du Nil Bleu à Sennar en période de crue en 1946-47 et en période de décrue en 1984-85. Le Gouvernement a publié, pour la première fois, un décret ordonnant la cessation de la culture de blé dans la Gezireh pendant la campagne 1984-85.

**Tableau 3**

*Débit mensuel du Nil Bleu à Sennar,  
en milliards de m<sup>3</sup>, en 1946-47 et en 1984-85*

Mois	1946-47	1984-85
Juillet	9,060	4,208
Août	24,000	7,124
Septembre	15,000	3,637
Octobre	7,060	1,398
Novembre	2,720	0,175
Décembre	1,380	0,179
Janvier	0,671	0,226
Février	0,465	0,333
Mars	0,516	0,309
Avril	0,701	0,325
Mai	0,502	0,668
Juin	9,902	1,077

*Source* : Ministry of Irrigation, rapport annuel 1985-1986.

#### **4. Système de canalisation et découpage**

L'ingénieuse conception et le fonctionnement du système de la Gezireh ont été imaginés au début du siècle sur base de l'expérience acquise dans le sous-continent indien. Toutefois, les intérêts officiels et les études scientifiques étaient exclusivement centrés sur la production de coton. Force est de reconnaître que le *dura*, l'alimentation de base des exploitants, et le *lubia*, le fourrage des animaux, étaient repris dans la rotation, mais les règles et réglementations témoignent de leur niveau officiel d'importance. Dans le Memorandum sur les accords de travail (des canaux) de 1925, par exemple, il est stipulé que : «La zone où

sont cultivés le 'dura' et le 'lubia' ne servira que de soupape de sécurité pour compenser l'excès d'eau dans un cas d'urgence, tel que des précipitations fortes ou une brèche...». «On ne sait que peu de choses des besoins en eau de la culture du dura, mais cela ne revêt qu'un intérêt relatif, étant donné que l'arrosage du dura ne mérite qu'une considération secondaire». Depuis lors, le Gouvernement et les gestionnaires de la région ont toujours eu le mot de la fin dans la Gezireh.

En 1919, la répartition des champs fut décidée en fonction du découpage et de la planification de l'irrigation. La terre fut divisée en unités rectangulaires standard de 1350 m sur 280 m, appelées «numéros». Une partie de la rotation couvrait le numéro, qui était irrigué par un cours d'eau (appelé Abu XX). Les Abus XX ont été conçus avec une capacité de 125 à 250 l/s. Ils étaient alimentés par des Canaux Mineurs, par le biais de tuyaux à débit réglable d'un diamètre standard de 35 cm.

Les numéros étaient divisés entre 9 ou 18 exploitations égales, selon la taille des parcelles. Les exploitants se servaient des Abus XX et contrôlaient l'eau sur leurs champs en suivant un plan théorique très serré.

Des directeurs agricoles étaient chargés du fonctionnement des Canaux Mineurs et des ingénieurs divisionnaires adjoints du Ministère de l'Irrigation (MDI) étaient chargés du découpage. Une découpe est un ordre écrit précisant un débit journalier (en mètres cubes) dans un canal mineur pour un nombre déterminé de jours jusqu'à la découpe suivante. Dans la pratique, grâce au système nocturne de stockage de la Gezireh, un directeur agricole procède au découpage en comptant le nombre de FOP (tuyaux) prévus, multipliés par 5000 m<sup>3</sup>, ce qui est le débit prévu d'un FOP pour 12 heures. Selon les règles, un Abu XX, dans le cas d'un rendement de culture de 50%, devrait être ouvert 7,5 jours et fermé pendant les 7,5 jours suivants. Cependant, les données d'irrigation pour la Gezireh sont aujourd'hui disponibles et l'utilisation des facteurs d'évaporation de Penman (E<sub>o</sub>) et de culture (= ET/E<sub>o</sub>) sont actuellement des solutions de rechange plus plausibles que la méthode orthodoxe de découpage (FARBROTHER 1976).

## 5. Méthodes d'exploitation

Selon la théorie, un exploitant doit diviser chaque *hawasha* en plus de 120 petits bassins. La sagesse traditionnelle était que l'eau devait

être méticuleusement contrôlée, afin d'éviter d'inonder les cultures, particulièrement en saison de pluies. Dans la Gezireh, la saturation en eau des terres porte préjudice aux cultures, surtout aux premiers stades de développement de celles-ci. Toutefois, les exploitants ont fait preuve d'une sagesse différente, mais relevant d'un esprit pratique et née de la nécessité de réduire les coûts et les besoins de main-d'œuvre, étant donné les circonstances. Ils ont donc adopté la pratique du «plan ouvert», qui consiste à réduire de cette manière le nombre de personnes chargées de veiller à l'irrigation. Cette innovation, loin d'être idéale, mais néanmoins pratique, n'est toujours pas admise par les autorités.

## **6. Cultures : l'attitude des autorités et des exploitants**

Officiellement, les décisions sont influencées par des considérations économiques et par les forces du marché, ainsi que par le développement international et les donateurs. Pour un exploitant de la Gezireh, le coton bénéficie, à juste titre, des préférences officielles. Le blé commence à faire l'objet d'une plus grande attention de la part des hommes politiques, dans un monde où la sécurité alimentaire est devenue une priorité. Cependant, le blé n'entre toujours pas dans l'alimentation des exploitants. Ils le tournent en ridicule, tout comme le pain doux, qui n'est pas un signe d'hospitalité. L'hospitalité est une convention importante, enracinée dans la culture populaire de la région.

L'aliment de base, à l'instar de nombreuses autres régions du Soudan, est le dura. Les exploitants en mangent et offrent à leurs invités du pain ou des gruaux de dura amer. De plus, les tiges du dura sont des aliments de volume pour leurs animaux pendant la saison chaude et représentent une source de revenus essentielle dans les moments difficiles. Aucun planteur de coton ne travaillera sur une *hawasha*, s'il ne s'est pas d'abord assuré qu'il avait suffisamment de dura pour ses ânes et pour construire des logements provisoires pour sa famille.

Le dura et les arachides sont cultivés sur le même numéro. L'objectif de cette technique était d'accroître la fertilité du sol pour la récolte de coton suivante en introduisant la culture d'un légume pendant le cycle de rotation. Les exploitants n'ont pas respecté cette règle et la plupart d'entre eux louaient leurs terres à des nomades afin qu'ils y cultivent les arachides.

Les arachides sont une culture de rapport parfois vendue comme fourrage vert en vue d'obtenir de l'argent en cours de campagne. Le

besoin de trouver de l'argent ou d'obtenir un crédit détermine les décisions des exploitants (FADL 1982). La situation du marché et les bénéfices nets récoltés en une saison influencent la promptitude des exploitants à cultiver des arachides et, par conséquent, dans certaines régions, le niveau de gestion des cultures et l'ordre des priorités pour la saison suivante (voir les variations annuelles selon les régions au tableau 2).

## 7. Irrigation et sols

Le cycle de rotation actuel dans la Gezireh consomme annuellement 7 milliards de mètres cubes d'eau. Les eaux du Nil Bleu contiennent 130 ppm de sels solubles, ayant une faible teneur en sodium. Il n'existe aucune preuve réelle de salinisation ou d'augmentation de la teneur en sodium des sols à la suite d'une irrigation de plus de 70 ans. La salinisation a commencé au début du développement de la Gezireh. Toutefois, des expériences ont montré que la tendance à la salinisation se renversait lentement, mais sûrement (GREENE & PETO 1934, GREENE & SNOW 1939, FADL & FARBROTHER 1973, FADL & ALI 1977, ALI & FADL 1977).

Ces vertisols ont un régime d'humidité unique qui règle leur absorption d'eau. Les sols absorbent l'eau pendant les crues, jusqu'à ce qu'ils atteignent un certain degré d'humidité ; ensuite, le taux d'infiltration devient négligeable. Les exploitants savent que les besoins en eau des canaux dépendent de l'histoire des cultures de leurs terres et de la date des dernières pluies. Les mesures prises indiquent que les précipitations sur les argiles de la Gezireh varient entre  $> 2500$  et  $< 450$  m<sup>3</sup>/ha. Ces variations dépendent du profil d'humidité lors des crues (FARBROTHER 1972, FADL 1984). Ces caractéristiques ont empêché la formation de nappes d'eau superficielles à une profondeur de 15 m. Quelles que soient la quantité et la durée des précipitations sur la surface, elles n'atteignent pas la nappe phréatique, dont la profondeur et la qualité demeurent inchangées.

## 8. Produits chimiques

Les sols argileux de la Gezireh sont tellement fertiles que seuls des engrais azotés sont utilisés. Récemment, les résultats de recherches agricoles ont recommandé l'utilisation de phosphore pour les cultures



de blé, mais la pratique en est toujours limitée en raison du coût élevé de ces engrais et des problèmes d'importation du pays. Toutefois, entre 1978-79 et 1988-89, une moyenne annuelle de 70 000 tonnes d'urée a été utilisée dans la Gezireh.

Le développement agricole de la Gezireh a significé l'introduction de pesticides chimiques et la propagation de maladies associées à l'eau. Des insecticides toxiques destinés au coton sont largement — et illégalement — utilisés par les exploitants sur leurs cultures de légumes. Les importations d'herbicides au Soudan s'élèvent chaque année à 13 millions de \$. La région de la Gezireh en utilise à elle seule l'équivalent de 6 millions de \$. La facture des insecticides pour le pays dépasse les 50 millions de \$ et la partie de ces produits pulvérisée sur la Gezireh coûte 30 millions de \$.

Des études toxicologiques réalisées au Soudan indiquent la diffusion géographique des produits chimiques dans le sang humain, dans différents aliments et dans le lait maternel. Dans certains cas, les conteneurs des produits chimiques servent au transport de l'eau potable. Des efforts plus intenses que ceux consentis jusqu'ici devront être employés au niveau de l'éducation, de l'extension, du contrôle des ventes et des normes de protection et du respect de la loi.

## **9. Maladies associées à l'eau**

Les programmes de contrôle de la malaria, de la schistosomiase et des maladies diarrhéiques ont recueilli un vaste soutien international. Le Projet sanitaire du Nil Bleu et l'aide du Japon et d'autres donateurs à la lutte contre ces maladies affaiblissantes méritent une mention spéciale. L'unité épidémiologique et le BNHP (Rapport annuel de 1988) ont déclaré que «chaque fois que des contrôles exhaustifs étaient dûment pratiqués, une réduction concomitante de ces trois maladies était constatée». La stratégie globale se fondait sur une éducation à la santé et sur la participation des communautés, l'approvisionnement d'eau propre pour les besoins domestiques et l'amélioration du contrôle sanitaire et des vecteurs. Le nombre d'homme-jours perdus en raison de maladies et de visites sociales obligatoires aux malades n'était pas surestimé. Les études menées dans la Gezireh indiquaient que les groupes à risque étaient les tranches d'âge de 5 à 9 et de 10 à 19 ans, étant donné les longues périodes de contact que ces groupes avaient avec l'eau des canaux, une source de contamination (IBRAHIM 1984).

## REMERCIEMENTS

L'auteur exprime ses vifs remerciements à Mme Mary Khodary qui a bien voulu corriger le texte français de la présente communication.

## RÉFÉRENCES

- ALI, M. A. & FADL, O. A. A. 1977. Irrigation of a saline-sodic site in the Sudan Gezira, II. Salt movement. — *Trop. Agr. (Trin)*, **54** : 279-283.
- BARNETT, T. 1977. The Gezira Scheme : an Illusion of Development. — Frank Cass.
- FADL, O. A. A. 1982. Groundnuts : Competition for water with other crops in the Gezira. — *In* : Proc. Internat. Symp. in Africa on Production, world oilseeds, market & intra-African trade in groundnuts and products (Banjul, The Gambia, June 1982), African Groundnuts Council.
- FADL, O. A. A. 1984. Impact of water relations of vertisols on irrigation in Sudan (Field studies on Gezira clays). — *In* : BOUMA, J. & RAATS, P. A. C. (eds.), Proc. ISSS Symp. Water and Solute Movement in heavy Clays, ILRI, Wageningen, 1984, pp. 160-165.
- FADL, O. A. A. & ALI, M. A. 1977. Irrigation of a saline-sodic site in the Sudan Gezira, I. Water movement. — *Trop. Agr. (Trin)*, **54** : 157-165.
- FADL, O. A. A. & FARBROTHER, H. G. 1973. Water management in the Sudan. — *In* : PETERSON, D. F. (ed.), Proc. Internat. Symp. Research needs for on-farm water management, Utah State University, pp. 53-60.
- FARBROTHER, H. G. 1972. Field behaviour of Gezira clay under irrigation. — *Cott. Gr. Rev.*, **49** : 1-27.
- FARBROTHER, H. G. 1976. CWR indenting in the Gezira, Tables of Crop Water Requirement. — Prepared under FAO/TCP 6/SUD/OM.
- GAITSKELL, A. 1959. Gezira : a Story of Development in the Sudan. — Faber & Faber.
- GREENE, H. & PETO R. H. K. 1934. The effect of irrigation on soil salts at the Gezira Research Farm. — *J. agr. Sci. (Cambridge)*, **24** : 42-58.
- GREENE, H. & SNOW O. W. 1939. Soil improvement in the Sudan Gezira. — *J. agr. Sci. (Cambridge)*, **29** : 1-34.
- IBRAHIM, M. A. M. 1984. Human water use patterns in relation to the transmission of schistosomiasis. — *In* : FADL, O. A. & BAILEY, C. R. (eds.), Conference on Water Distribution in Sudanese Irrigated Agriculture : Productivity & Equity, University of Gezira.
- KIRPICH, P. Z. 1987. Developing countries : high tech or innovative management. — *J. of Professional Issues in Engineering*, **113** : 150-166.



(Bruxelles, 5-6 juin 1990)

Actes publiés sous la direction de

R. Delleré & J.-J. Symoens

Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)

pp. 89-98 (1991)

## LA PROBLÉMATIQUE DE L'EXHAURE EN MILIEU ARIDE

PAR

J. VERDIER \*

Deux facteurs ont perturbé profondément au cours des dernières décennies et continuent de bouleverser les équilibres très précaires des milieux arides sahéliens. Une pression démographique croissante induit une surexploitation des ressources du milieu quand elles sont exploitables. La persistance d'un épisode de sécheresse sévère compromet la reconstitution de ces mêmes ressources. Dans le temps, l'attraction des régions mieux arrosées, plus au sud, mais aussi déjà plus peuplées, provoque le déplacement toujours plus lointain et plus dense des éleveurs nomades, pour ceux qui choisissent de rester dans le milieu qui les a vus naître. Pour d'autres, que la recherche de conditions de vie meilleures conduit à l'exode, l'attraction urbaine reporte sur la périphérie des agglomérations le poids démographique que ne peut pas supporter la brousse originelle.

Les premiers, par leur afflux en surnombre sur les aires de pâturage et aux points d'eau équipés, provoquent les profondes dégradations d'un milieu fragile et la pollution des points d'eau, au point que la seule voie est de toujours descendre plus au sud. Est-ce le désert qui avance, ou l'homme qui le transporte avec lui ?

Quant aux autres, trouvent-ils mieux, dans l'univers surpeuplé suburbain, que les expédients de la précarité d'une condition dégradée, coupée des racines traditionnelles, dont ont peu à peu disparu toutes les illusions du premier départ ?

\* Consultant, expert en aménagement hydro-agricole, ancien directeur au GER-SAR-CACG. — Adresse actuelle : 3, rue des Pyrénées, F-64530 Pontacq (France).

Devant une telle débâcle, comment ne pas tout tenter pour «résister» et refuser d'admettre comme irréductible un phénomène dont la gravité serait devenue une donnée de notre temps ? Que d'initiatives ont été prises généreusement, résolument : puits, forages, micro-barrages de bas-fonds, etc. Dans le seul Sénégal, vers le milieu des années 80, plus de 600 forages avaient ainsi été percés en zone aride. Mais bien peu nombreuses parmi ces initiatives sont celles qui ont conduit aux résultats espérés. On estime qu'au Sénégal, par exemple, à peine la moitié des forages est équipée de systèmes d'exhaure. Et, dans ce cas, la très grande majorité n'est exploitée que durant quelques heures dans la journée pour l'approvisionnement en eau des villageois et l'abreuvement de leurs troupeaux. Si une petite partie du besoin est alors satisfaite, comment accepter de ne pas aller plus loin si c'est possible ?

Les initiateurs de ces projets, dont le nombre a commencé à croître très rapidement au début des années 70, poussés par le souci de lutter à tout prix contre la sécheresse, appuyés par les politiques et les bailleurs de fonds ou les donateurs nombreux, n'ont pu devant l'urgence prendre le temps de la réflexion, comme a pu l'écrire M. S. Berton, expert engagé au Burkina Faso. À propos des équipements de bas-fonds, il va jusqu'à dire que sont aussi «nés des ouvrages, éléments du paysage, sans plus..., vision sécurisante de la retenue d'eau, thésaurisation plus que capital de production». La même observation placée sous l'angle de vue de l'emploi des ressources peut être formulée au sujet de bien des équipements d'exhaure qui foisonnent en zone sahélienne.

La reconstitution des équilibres agro-écologiques et socio-économiques ne s'est pas produite ; le cours de la dégradation du milieu ne s'est pas ralenti.

Comment se peut-il alors que persiste encore l'équilibre de l'écosystème des oasis ? Abondance ou gratuité de l'eau ? Longue tradition des hommes ? Qualité des sols ? Moindre surcharge du milieu ? Sécurisation alimentaire et production de surplus commercialisables ? Sans doute, tout à la fois. Peut-on alors, et comment, en reproduire le modèle, toutes proportions gardées, quand les ressources sont mobilisables, l'eau, la terre, les hommes ?

L'observation que permet maintenant le nombre des équipements réalisés, l'analyse des contraintes de mise en œuvre et celle des résultats obtenus dans les aménagements variés qui ont été expérimentés, ouvrent la voie à une approche plus prometteuse. Encore ne faut-il en négliger

aucune des difficultés et faire jouer les leviers qui permettront d'obtenir un résultat durable.

**Là où un échec est patent,  
que s'est-il passé ou que se passe-t-il ?**

Le constat d'échec est malheureusement celui qui est le plus fréquemment rencontré, surtout si l'on classe dans cette catégorie les situations très nombreuses où la ressource en eau est sous-exploitée. En pareil cas en effet, non seulement aucune réponse n'est apportée à l'objectif de sécurisation qui était recherché, mais le milieu inorganisé et l'attraction du point d'eau ont tendance à aggraver les dégradations.

Les constatations qui peuvent le plus souvent se faire, se rattachent à l'une ou l'autre des situations décrites ci-après, ou à plusieurs d'entre elles à la fois :

1) Le forage a été construit ; il a pu faire l'objet d'essais de pompage, mais ce n'est pas toujours le cas et il n'est pas rare de ne rien savoir des capacités réelles d'exhaure de la ressource souterraine, faute de disposer de mesures sérieuses. Le pompage d'essai a souvent, en effet, été conduit avec des moyens insuffisants (puissance trop faible, débit limité, durée d'essai trop courte, etc.). On a pu se contenter de vérifier la possibilité de satisfaire les seuls besoins domestiques et d'abreuvement du bétail présent sur les lieux. Au nombre de ces forages, on constate que la tête des puits est fermée, que beaucoup n'ont jamais été équipés de moyens d'exhaure. Forages de reconnaissance abandonnés ? Manque de moyens financiers pour achever l'équipement ? Résultats apparents décevants ? Éloignement du forage trop grand par rapport à la localisation des utilisateurs potentiels ? Toutes ces situations se rencontrent.

2) Les équipements d'exhaure ont été installés directement sur la tête du forage ou dans un contre-puits latéral quand les niveaux statiques et dynamiques le permettent. Tous les systèmes d'exhaure ont été utilisés, au gré des moyens financiers accordés par les bailleurs de fond ou de ceux des donateurs, au gré du souci d'expérimentation des technologies proposées sur le marché aussi bien pour les pompes que pour les sources d'énergie (manuelles, éoliennes, solaires, thermiques, électrogènes, ...) ; on peut aussi ajouter au gré des modes. Beaucoup de systèmes sont en panne, quelquefois définitivement. Généralement, ce ne sont pas les technologies qui sont en cause. Alors quelles sont

les causes ? Ici, la difficulté technique de l'exploitation de trop nombreux systèmes différents ; là, l'absence de pièces de rechange, le non-approvisionnement en gasoil ; ailleurs, le défaut de maintenance régulière, l'éloignement du service d'entretien compétent ; presque toujours, l'inexistence de réels moyens de gestion locale, à commencer par les moyens monétaires qui devraient permettre aux usagers d'assumer les charges d'exploitation ; l'insuffisance ou l'absence de toute formation des usagers et pour finir leur désintérêt total pour un système dont ils n'ont pas la maîtrise.

3) Quand les systèmes fonctionnent encore, que dire de leur équipement ? Qui s'est réellement préoccupé de le calibrer en fonction des besoins présents et à venir, tous les besoins ? Moyens de pompage de débit très faible, juste suffisant pour les besoins de l'hydraulique villageoise, alors que la ressource souterraine est potentiellement abondante. S'est-on inquiété des capacités de cette ressource ? À l'inverse, équipements de pompage surqualifiés ou trop denses dans une zone mal alimentée dont l'épuisement ou, ailleurs, le taux de salinisation croît gravement sous le double effet de l'excès des prélèvements et de l'insuffisance de la recharge que la sécheresse aggrave.

4) Usagers qui disposent d'un outil construit sans concertation préalable, usagers dépourvus de la capacité de gérer directement cet outil, usagers «dépendants» d'intervenants extérieurs, souvent étatiques, éloignés d'eux sur le plan géographique comme sur celui des préoccupations dominantes. Ce sont alors des usagers démotivés, peu soucieux de trouver d'autres voies que celles de la fatalité de l'échec et de l'exode. L'équipement reçu ne répond pas à leur attente soit par son insuffisance, soit par la détérioration de sa qualité.

5) Pour en finir avec ce tableau très sombre, il faut souligner ce qui apparaît comme la principale cause de ces situations d'échec. Rien ne permet vraiment de trouver dans ces aménagements ce qui pourrait assurer économiquement à la fois l'équilibre du système et sa pérennisation, faute pour lui de dégager les surplus monétaires indispensables à sa survie. À défaut, l'acharnement thérapeutique du concours de la collectivité ou de la générosité extérieure ne peuvent indéfiniment assurer la survie.

### **Quelques aménagements par bonheur sont des succès**

S'ils sont peu nombreux, il serait désolant de ne les considérer que comme des exceptions qu'il serait par conséquent quasiment

impossible de reproduire. Un certain nombre de points communs s'y rencontrent le plus souvent, qui expliquent la réussite. L'énumération des points les plus marquants ouvre la voie à la réflexion méthodologique qui suivra.

Dans chacun de ces cas, on constate le fonctionnement d'une structure villageoise qui gère elle-même l'aménagement. La ressource en eau est répartie entre les différents usages selon des règles mises au point par la communauté et acceptées par tous. C'est la structure de gestion villageoise qui recueille les redevances attachées à ces usages et qui en affecte le produit à la couverture des charges communes d'exploitation et de maintenance.

Les équipements sont calibrés à la fois en fonction des capacités de la ressource en eau et en fonction des besoins potentiels. Ces équipements sont entretenus convenablement, pour une grande part, par tel ou tel des villageois qui, après formation, en assure la charge moyennant rétribution. Quand l'opération de maintenance sort de sa compétence, il existe à l'échelle inter-villageoise ou à l'échelle régionale un système plus élaboré pour fournir en temps voulu pièces de rechange et main-d'œuvre spécialisée. La rémunération de ce service est alors assurée soit par le village lui-même en régime de croisière, soit par l'initiateur du projet pendant la période de démarrage.

Les usages sont très diversifiés si la ressource en eau le permet. À l'hydraulique villageoise prise au sens étroit, qui, le plus souvent, est à l'origine du projet, se sont ajoutées des activités rémunératrices : production maraîchère et fruitière dans une sole irriguée, pépinière forestière destinée au boisement villageois et reboisement extensif, point d'eau aménagé pour l'abreuvement du bétail, production irriguée de semences de cultures vivrières pluviales, production d'arbres fourragers, de bois de feu et de perches, ... En pareil cas, l'espace est compartimenté et protégé.

On note presque partout une forte présence des femmes aussi bien dans les tâches de gestion que sur les chantiers de production. On constate aussi un maintien des jeunes sur les lieux, souvent leur retour au village.

Enfin, l'assistance qui a permis au départ du projet d'assurer motivation et formation des villageois, tant au plan de l'acquisition des techniques qu'à celui de la maîtrise de la gestion, cette assistance s'est prolongée par un appui plus espacé mais très spécialisé. Son objet : affermir les acquisitions, corriger les dérives dès leur apparition,



apporter les compléments de connaissances destinés à surmonter les difficultés nouvelles et les agressions du milieu, destinés aussi à diffuser les résultats intéressants de la recherche-développement. Quand cette fonction d'appui est bien assurée, c'est qu'il existe au niveau régional une organisation technique légère et très mobile, mais dotée de moyens suffisants pour assurer la formation continue de son personnel et son déplacement régulier auprès des structures villageoises autonomes. *A contrario* le mauvais fonctionnement du système d'appui, à plus forte raison son absence, explique le dépérissement progressif de projets qui avaient très bien démarré.

Il reste néanmoins que les évaluations a posteriori sont souvent peu encourageantes. Deux constatations sont quasiment générales. Le coût du projet est lourdement grevé par les études, l'animation et l'assistance technique, pour des équipements de coût relativement réduit. La rentabilité de ces microprojets reste la plupart du temps bien faible. Aussi est-on placé hors des schémas classiques sur lesquels se fondent les décisions de financement, alors que les avantages sociaux et environnementaux peuvent être très importants. Ceci dit, ces derniers peuvent être décisifs.

### **De dimensions réduites, ces projets n'en nécessitent pas moins de soins que les projets d'aménagement plus spectaculaires**

Sans entrer ici dans tous les détails de leur mise en œuvre, on peut s'efforcer de déduire des observations qui précèdent un corps de doctrine sur lequel s'appuyer pour le succès de ces microprojets.

Trois stades doivent être considérés : le stade des études préalables, celui de la réalisation, enfin celui du suivi du projet.

#### **LE STADE DES ÉTUDES**

Le stade des études comprendra lui-même trois volets :

— L'analyse tout d'abord de l'environnement agro-écologique et socio-économique. Quelles sont les ressources en eau superficielles et souterraines, en sols, en hommes, aux plans quantitatifs et qualitatifs ? Parallèlement, quelles sont les contraintes (climat, pression démogra-

phique actuelle et future, traditions sociales, disponibilités et compétences techniques des futurs usagers, motivation et capacité de progrès de ces usagers, bloquages fonciers éventuels, préexistence d'organisations techniques et institutionnelles) ?

— Les études de valorisation optimale d'un aménagement diversifié dans ce contexte de ressources disponibles et de contraintes. Cette valorisation est recherchée pour atteindre des objectifs qu'il faut fixer en dialogue avec les futurs usagers : sécurisation alimentaire, constitution de ressources monétaires résultant de l'existence d'un marché, ce qui implique la production de surplus commercialisables sans lesquels la pérennité du projet ne peut être assurée. La préparation du milieu social à la prise en charge directe et complète du projet est dans le même temps un impératif absolu. Il s'agit d'un patient travail de motivation qui tiendra largement compte des habitudes sociales et des contraintes de travail résultant des systèmes de production déjà en place.

— Les études techniques, si elles ont un contenu très classique, doivent toutefois prendre en compte, plus encore qu'ailleurs peut-être, les contraintes de la maintenance ultérieure et celles du coût récurrent des équipements. Les premières seront en rapport avec la capacité des usagers à prendre eux-mêmes en charge l'exploitation. Les secondes devront être compensées par les avantages qui ont pu être estimés au deuxième stade des études. C'est ici que doit être vérifié que le système complexe projeté procure les revenus qui assureront son équilibre compte tenu des charges extérieures qu'il devra supporter (poids des intervenants gestionnaires de la ressource) au-delà des charges de son exploitation et de sa maintenance locale. L'étude économique devra prendre en compte en outre au plan des avantages les effets de l'intégration «des métiers» divers que prévoit le projet.

Deux remarques qui ont un effet sur le coût du projet méritent d'être formulées. La première touche à l'économie que procurera la participation des usagers à l'exécution des travaux. Cette participation ajoutera à leur motivation. La seconde remarque concerne la forte tentation pour l'initiateur du projet de «tirer» sur le temps consacré à l'étude. Attention à l'économie que procurerait la reproduction trop rapide de systèmes existants. Certains «placages» ne tiennent pas. Il faut donc savoir faire accepter des charges de financement qui sortent couramment des normes habituelles.

## LE STADE DE LA RÉALISATION DU PROJET

Le stade de la réalisation du projet comporte aussi trois volets :

— Le premier, sans doute le plus simple, est évidemment celui de l'équipement physique. Trois recommandations cependant viennent à l'esprit. La standardisation des équipements dans une zone donnée est source d'économie de maintenance d'une part, tandis que la conclusion de marchés de clientèle pluriannuels est source d'économie d'investissement d'autre part, les deux par économie d'échelle. La seconde recommandation concerne le soin à apporter à l'encadrement du ou des chantiers réalisés par les villageois ; ils deviendront alors reproductibles et seront mieux entretenus. Enfin, troisième point, il faut profiter de la phase de travaux pour assurer ou compléter «sur le tas» la formation du futur préposé du village qui sera chargé du fonctionnement et de l'entretien.

— Le second volet, capital, est l'installation de la structure de gestion villageoise. Le village y ayant été préparé au cours de la phase des études, il faut tout d'abord «l'installer» en termes précis et très concrets : qui fait quoi, quand, comment ? Il faut aussi construire avec elle les outils pratiques de la gestion qui est sa responsabilité : localisation des usages, composition des groupes d'usagers, attributions des emplacements privatifs, calendrier et règles de répartition de la ressource en eau, détermination de l'assiette et du taux de redevances, procédure de recouvrement, établissement des programmes de maintenance, constitution de stocks de pièces et de consommables, prévisions budgétaires, termes de la comptabilité, enfin suivi des résultats physiques pour chaque usage.

— Le troisième volet concerne la mobilisation des structures d'appui extérieures au projet. Par nature pluridisciplinaires, elles couvrent la partie technique de l'exhaure, les aspects agronomiques et agro-économiques, la gestion. Elles ont été bien entendu associées à la mise en œuvre dès le stade des études, quand elles ne sont pas elles-mêmes les initiatrices du projet. Au plan négatif, quand elles sont trop lourdes, quand elles manquent de moyens compétents et suffisamment mobiles, enfin quand elles sont placées en situation de concurrence entre elles, ces structures indispensables peuvent constituer des freins insurmontables et générer les échecs. Tous les responsables des régions concernées pensent qu'il faut y porter remède par des efforts financiers et organisationnels qui entrent dans le coût des projets.

## LA MISE EN ROUTE ET LE SUIVI

Le stade ultime du projet est sa mise en route et son suivi.

Au démarrage, l'assistance technique est indispensable, très soutenue et nécessairement pluridisciplinaire. Il s'agit d'aider les villageois à réussir la mue d'un nouvel écosystème. Gérer un aménagement, faire fonctionner et entretenir un équipement, pratiquer une culture irriguée, créer une pépinière, empêcher la divagation du bétail, compartimenter et protéger l'espace, intégrer les activités, lutter contre les gaspillages, ... Tout est nouveau ou presque.

Peu à peu, l'autonomie peut naître de la maîtrise des techniques, de la bonne utilisation des revenus procurés par la commercialisation des productions excédentaires, de la constitution d'un fonds de roulement. L'assistance technique peut alors céder la place à un appui spécialisé plus espacé, organisé pour répondre aux besoins de «croisière».

Il faut sans doute ici faire la remarque que le suivi de ces petits projets ne peut raisonnablement se concevoir que dans le cadre d'une planification séquentielle. Plusieurs projets se trouveront au stade de l'appui spécialisé, tandis que quelques-uns seront en phase de démarrage, eux-mêmes précédant la tranche suivante dont les études-motivation seront en cours. Ceci suppose la mise au point d'un véritable plan d'aménagement doté des moyens pluridisciplinaires convenables, en mesure d'agir au-delà du saupoudrage expérimental auquel on assiste trop souvent sans en voir la fin. S'il faut ajuster, s'il faut corriger, ce qui paraît inévitable, soit, mais que ce soit fait en avançant !

### **Les enjeux en valent-ils la peine ? Quelles conditions majeures ?**

L'impact de tels modèles de développement sur le milieu est énorme. À la lecture des succès recensés, il semble qu'on puisse affirmer des avantages qui dépassent largement la satisfaction des besoins alimentaires locaux\* :

- Si tous les forages exploitables du Sénégal étaient équipés et aménagés, 50 000 paysans seraient concernés, 5000 ha seraient irrigués, 20 à 30 000 tonnes de légumes frais seraient produits, ce

\* Ces termes sont empruntés à une communication de Daniel Boubée (GERSAR) sur une expérience sénégalaise.

- qui représentait en 1985 la moitié des importations légumières du pays et 10% de l'objectif de production nationale de ce secteur ;
- C'est-à-dire emploi, motivation et fixation d'une partie de la population (emplois directs et indirects) ;
  - Approvisionnement des marchés locaux, amélioration des rations alimentaires ;
  - Contribution à l'amélioration des pratiques des cultures, de récolte, de stockage et de transformation des produits agricoles ;
  - Incitation des villageois à mieux s'organiser pour prendre en charge leur survie d'abord, le développement de leur milieu de vie ensuite.

Le développement des initiatives et l'intégration des activités jouent en effet un rôle déterminant dans la reconstitution d'un environnement de qualité : reboisement, soutien des cultures pluviales, amélioration des ressources fourragères, meilleure maîtrise de l'élevage, etc.

Les conditions ? Trois sont déterminantes :

- L'association des villageois bénéficiaires à l'élaboration de l'action ;
- Le maintien d'un appui spécialisé de qualité auprès des villageois quand ils ont atteint le stade de l'autonomie technique ;
- L'élaboration de projets générateurs d'excédents commercialisables sans lesquels ne peut être garantie l'autonomie de gestion des bénéficiaires.

Si ces trois conditions sont respectées, partout où les ressources sont disponibles, la lutte contre la désertification devient possible.

(Bruxelles, 5-6 juin 1990)

Actes publiés sous la direction de

R. Delleré & J.-J. Symoens

Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)

pp. 99-102 (1991)

## ATELIER 1

### DISCUSSION DES COMMUNICATIONS

(Rapporteurs : J. DENDAS, D. BOUBÉE & D. XANTHOULIS)

L'eau, composante essentielle de l'environnement, constitue un élément naturel indispensable à l'intensification de la production agricole.

L'environnement, lui-même façonné par l'homme, est le reflet des disponibilités en eau et sa protection implique obligatoirement un niveau d'approvisionnement en eau adéquat.

L'eau associée aux autres facteurs de production permet une augmentation considérable de la productivité agricole des terres et par conséquent soulage l'impact de l'agriculture sur l'environnement par une réduction des superficies cultivées.

Il est souvent reproché aux aménagements hydrauliques de perturber un équilibre dit naturel notamment au plan sanitaire, cependant, compte tenu de l'explosion démographique, la survie des populations rurales et leur maintien sur les terroirs exigent une colonisation optimale du milieu. Les grands aménagements sont par ailleurs généralement accompagnés de mesures de conservation du patrimoine foncier.

Notons que le déboisement des bassins versants a une incidence sans doute plus importante sur le régime des eaux que l'irrigation sur l'environnement.

L'irrigation permet d'obtenir trois résultats :

- Elle sécurise l'approvisionnement alimentaire en le mettant à l'abri des fluctuations du climat. Dans les régions arides où les cultures pluviales sont tout juste possibles en année normale les variations pluviométriques peuvent entraîner une diminution très sensible des

récoltes et même leur destruction, l'irrigation constitue une protection permanente contre les aléas climatiques.

- Elle permet d'adjoindre aux cultures traditionnelles peu exigeantes en eau, d'autres cultures, qui correspondent mieux aux besoins des consommateurs et qui sont plus productives. Le phénomène d'urbanisation accéléré conduit à une augmentation très forte de la demande en céréales comme le riz, le maïs et le blé alors que les mils et les sorghos sont beaucoup moins demandés. Or, ces cultures modernes nécessitent généralement un apport d'eau qui ne peut être assuré que par l'irrigation.
- Elle permet une intensification des cultures. Non seulement les rendements des cultures en hivernage sont beaucoup plus élevés que dans le cas de cultures pluviales mais une deuxième culture voire une troisième de contre-saison est possible. Cette intensification des cultures a comme conséquence de transformer le paysan traditionnel, qui ne travaillait jusqu'alors que pour sa subsistance et qui ne vendait son surplus que pour l'échange contre des biens et des services indispensables, en un producteur moderne produisant pour le marché. Le paysan, devenu producteur, peut dès lors être inséré dans le circuit de l'économie monétaire et devenir un agent dynamique du développement. Un changement d'attitude et une modification des mentalités des masses rurales ne sont pas un des moindres avantages à attendre des périmètres irrigués. Les populations rurales sécurisées et motivées prennent conscience de leur environnement, de l'intérêt de mieux l'exploiter tant en retirant des avantages substantiels (amélioration de l'exploitation des ressources forestières et fourragères, etc.).

Les grands aménagements hydrauliques qui sont généralement controversés, comme le barrage d'Assouan, s'avèrent indispensables pour échapper à une échelle significative (niveau nation ou région) à la sécheresse.

L'impact sur l'environnement dit naturel des grands aménagements pourrait s'avérer néfaste. On dispose cependant actuellement de peu d'informations susceptibles de prévoir l'impact à long terme. On ne peut que constater des situations et élaborer des modèles prévisionnels.

Les grands aménagements hydrauliques sont généralement réalisés à des fins multiples (production agricole, production d'énergie favorable à l'industrialisation, alimentation urbaine, ...). L'eau est très généralement le facteur limitant de la production agricole. Les ressources sont

inégalement réparties dans l'espace et dans le temps et il importe d'en effectuer une utilisation optimale. Notons que la maîtrise de 5 à 10% des volumes d'eau reçus sous forme de précipitations suffirait à assurer la couverture des besoins identifiés.

Les sécheresses sont très variables en intensité et semblent s'inscrire dans des cycles emboîtés de périodicités différentes. La période de sécheresse en cours n'est pas exceptionnelle et est appelée à se reproduire à l'échelle d'une génération.

Antérieurement, le dimensionnement des projets hydrauliques a souvent été dicté exclusivement par les ressources en eau ; actuellement on s'oriente vers un dimensionnement en fonction des potentialités urbaines locales et ressources techniques. Dans ces conditions, les aménagements réfléchis et concertés s'avèrent souvent moins onéreux, car portant sur des interventions ponctuelles et diversifiées.

L'aménagement de la région de Gezira au Soudan, située entre le Nil Blanc et le Nil Bleu concerne 1 000 000 ha exploités par 100 000 métayers. On y observe actuellement une chute de rendement du coton, du blé et de l'arachide. Cette chute est imputée à une prolétarianisation des attributaires à la suite d'une désorganisation des systèmes de production et de fournitures tardives de l'eau, des intrants, etc., la chute des rendements agricoles entraînant l'insolvabilité des agriculteurs à l'égard de l'Autorité administrative.

Cette situation est à opposer au bon fonctionnement des petits aménagements privatifs permis à l'aval des grandes infrastructures hydrauliques.

Le nombre de grands aménagements possibles de par le monde est limité et la plupart ont été réalisés. Leur opportunité s'imposait naturellement.

La rentabilité de la réhabilitation des grands périmètres irrigués pose le problème de la durée de vie. La maintenance des infrastructures primaires et secondaires conditionne directement cette durée de vie. Les entreprises privées s'avèrent plus performantes dans la maintenance que les institutions officielles dans la mesure où le milieu paysan, responsable des infrastructures tertiaires, est solvable.

Il n'y a ainsi pas d'opposition mais plutôt une complémentarité évidente entre grands et petits aménagements. La différence essentielle réside généralement dans le nombre d'usages plus importants et plus diversifiés, permis sur les petits pôles de développement, dans le cadre d'un mode d'exploitation à l'échelle humaine et directement maîtrisable.



La conjonction de l'explosion démographique et du récent cycle de sécheresse, dans les régions sahéliennes notamment, est à l'origine d'interventions ponctuelles et dispersées, réalisées en situation d'urgence pour aider à la survie des populations et de leurs troupeaux. Ces interventions, qui ne sont pas forcément les mieux adaptées au développement intégré, permettent cependant de définir, à l'expérience, les meilleures méthodologies.

L'appropriation par les populations locales du mode d'aménagement et d'exploitation des ressources hydriques locales constitue un préalable indispensable au maintien des infrastructures créées et à la conservation d'un environnement harmonieux.

À court terme, la diversification des usages de l'eau s'impose ; à plus long terme, la diversification des ressources doit être recherchée pour pallier l'exploitation minière de certains aquifères.

Quant aux approches macro- et micro-économiques, il importe de concilier le point de vue de l'État qui prend en charge l'infrastructure hydraulique dans un objectif d'induction du développement régional et de rentabilité économique à long terme, de celui de l'agriculteur (ou de la collectivité villageoise) principalement intéressé par la rentabilité financière immédiate et par l'amélioration de ses conditions de vie et non plus simplement par sa survie.

## ATELIER 2

### FERTILISATION ET PROTECTION DES CULTURES



## LA FERTILISATION : UN BILAN GLOBAL

PAR

R. J. OLEMBO\*

### Généralités

Un certain nombre de pays, plus particulièrement en Europe et en Amérique du Nord, ont recours, depuis bien longtemps — et surtout depuis 1945 — à la fertilisation massive. De tels niveaux d'application, en effet, sont indispensables si l'on souhaite assurer à des populations croissantes une alimentation appropriée, et répondre à la demande en hausse de produits animaux et végétaux. L'impact de la fertilisation sur l'environnement devrait se manifester en premier lieu dans ces pays où les engrais sont utilisés en grandes quantités depuis un certain temps, et dont la consommation enregistre une croissance soutenue. On pourra alors se fonder sur cette expérience pour procéder à une évaluation de l'influence des engrais sur l'environnement humain, et mettre au point des méthodes d'identification et d'atténuation de toutes conséquences indésirables susceptibles d'en découler.

### 1. Les engrais et le développement de l'agriculture

Selon les chiffres dont nous disposons aujourd'hui, la population mondiale aura atteint les 6,5 milliards d'individus en l'an 2000, et cet accroissement sera plus fortement ressenti dans les pays en voie de développement. Bien que l'on ait enregistré, au cours des dernières années, une chute régulière de la croissance démographique, le gain

\* Office of the Environment Programme, United Nations Environment Programme, P.O.Box 30552, Nairobi (Kenya).

net absolu et annuel exprimé en nombre d'individus devrait atteindre les 90 millions, contre 78 millions en 1985. Ainsi, la production alimentaire devra-t-elle plus ou moins doubler par rapport aux chiffres de 1980 pour que la population mondiale mange à sa faim.

L'expérience accumulée par les pays dotés de systèmes agricoles très développés a montré, au cours des 100 dernières années, que 60% au moins des rendements accrus étaient à mettre au crédit des engrais minéraux et, dans une certaine mesure, des fumures, là où elles sont aisément disponibles. L'effet des engrais organiques et inorganiques ne s'est pas limité à une hausse des rendements : ces facteurs de production ont également contribué, dans une large mesure, à améliorer la qualité des aliments tout en établissant les bases du développement agricole compris dans son sens le plus large. Le recours efficace aux engrais s'est avéré au moins aussi intéressant pour l'économie des différents pays concernés que pour l'agriculteur pris individuellement.

Les créneaux de développement agricole inaugurés par la fertilisation ont été reconnus de plus en plus largement, amenant les États à pousser les agriculteurs sur cette voie. Il n'existe pratiquement pas de pays, à l'heure actuelle, où l'on ne fasse appel aux engrais, étant entendu, bien naturellement, qu'il subsiste d'énormes différences d'un pays à l'autre en termes de quantités épandues et d'estimations quant à leur utilisation future.

D'après les chiffres fournis par la FAO, la consommation mondiale d'engrais a connu, au cours de la dernière décennie, une croissance moyenne de 6%, pour atteindre aujourd'hui un total de 140 millions de tonnes. Tandis que la consommation d'engrais azotés se répartit presque uniformément entre pays développés et en voie de développement, ces derniers assurent actuellement 38% de la consommation mondiale totale de phosphates et seulement 23% du chiffre global pour les engrais potassiques.

Il faut comprendre, lorsqu'on parle de pays en voie de développement, que l'agriculture y occupe obligatoirement un rôle de premier plan, que ce soit en termes de prospérité nationale ou de planification de l'auto-suffisance alimentaire. La mise sur pied d'une base d'industrie lourde ne permettra pas, de prime abord, de répondre aux besoins nutritionnels des personnes appelées à faire fonctionner les machines. Il est également indispensable que l'idée de profit motive le projet agricole dans son ensemble, et ce afin de stimuler les agriculteurs concernés. L'introduction de la fertilisation exercera vraisemblablement, dans la plupart des situations agricoles du monde en développement,

un impact immédiat plus perceptible que tout autre intrant contribuant à la réalisation de cet objectif. Bien qu'on ait pu démontrer l'effet potentiellement néfaste d'une fertilisation excessive sur la santé de l'homme et l'équilibre de son environnement (en s'appuyant, pour ce faire, sur les quantités utilisées dans les pays industrialisés), il n'est pas moins vrai qu'une utilisation plus intensive de ces mêmes intrants pourrait s'avérer bénéfique pour le monde en développement, à condition bien sûr, que l'on adopte une démarche efficace et judicieuse, l'efficacité d'utilisation des engrais par les cultures ne dépassant pas 50% dans la plupart des cas.

## **2. L'effet bénéfique des engrais sur l'environnement de l'homme**

Nous commencerons, en toute logique, par inventorier, dans un contexte écologique, les bienfaits de la fertilisation, ses impacts négatifs seront abordés plus tard. Le profit à lui seul ne peut justifier l'accélération irrépressible de la production d'engrais depuis la Seconde Guerre Mondiale.

### **2.1. UN ESPOIR POUR LE MONDE AFFAMÉ**

En 1970, le Dr Norman Borlaug, lors de la cérémonie de remise de son prix Nobel de la Paix, se plut à rappeler combien les travaux de nombreux collaborateurs dévoués et l'intégration de plusieurs pratiques de production agricole avaient contribué à ce que lui soit accordée cette distinction. Les variétés de blé améliorées mises au point sous sa supervision résultaient dans une large mesure d'une maîtrise de l'eau plus rigoureuse, du recours à une fertilisation adéquate et de l'adoption de mesures de lutte contre les adventices, les maladies et les ravageurs.

La plupart des observateurs s'accordent à reconnaître le caractère complexe de la problématique alimentaire, la solution la plus sûre consistant, bien entendu, à réduire le nombre de bouches à nourrir. Les efforts tendant à contrôler la population mondiale visent donc à libérer les peuples des contraintes imposées par la faim et la malnutrition. De même, il nous appartient de faire en sorte que chaque individu de cette planète puisse absorber au moins le minimum de calories requises par jour, ces dernières devant receler les protéines et sels minéraux indispensables à sa simple survie. C'est pourquoi, étant

entendu que les engrais contribuent effectivement à lutter contre la pauvreté, et que la dégradation de l'environnement peut fort bien résulter de cette dernière, on ne peut que se féliciter de la possibilité de ces intrants.

## 2.2. LA FERTILISATION ET L'AMÉLIORATION DES SOLS

En général, la plupart des sols répertoriés en régions humides et plus particulièrement en zones subtropicales et tropicales — là où vivent la majorité des populations — sont pauvres en éléments nutritifs. La présence naturelle, dans ces sols, d'éléments nutritifs ne rendra possible que deux ou trois ans de mise en culture économique, auxquels succéderont 20 à 30 ans de jachère herbacée.

Certains promoteurs de l'agriculture «stable» croient qu'une simple réflexion sur les types de fumure pourrait remédier à cet état de fait. Les quantités de fumure requises ne seraient toutefois pas disponibles ; de même, on ne pourrait envisager la production de légumineuses utiles sans un recours généralisé à des amendements du sol. Et à supposer que l'on puisse se procurer les quantités d'azote nécessaires à la mise en œuvre de cette procédure, le risque de pollution engendré par cette dernière serait élevé.

Qu'en est-il de la productivité des sols soumis à une fertilisation de longue haleine ? La structure des sols est-elle compromise ? On affirme que les parcelles Broadbalk de Rothamsted, fertilisées chimiquement depuis 1843 sont plus productives aujourd'hui que jamais, c'est-à-dire depuis que l'on y relève des données. Même chose à propos des sols de la station d'Askov au Danemark, où les engrais chimiques, durant plus d'un demi-siècle, se sont avérés plus efficaces que des quantités identiques de substances nutritives d'origine organique. Il semble que l'agrégation à une prolifération racinaire stimulée et la production accrue de résidus découlant de la décomposition de cultures bien fertilisées contribuent à rendre les sols plus friables, plus aptes à la culture et mieux réceptifs à l'eau.

## 2.3. LES ENGRAIS RENFORCENT L'EFFICACITÉ DE L'EXPLOITATION

L'exploitation extensive-intensive pratiquée dans les pays les plus développés et débouchant sur une production alimentaire massive serait aujourd'hui inconcevable sans le recours à la fertilisation. Une pro-

ductivité compromise par l'exclusion totale de la fertilisation devrait être compensée par une mise en culture de superficies plus vastes en conditions extrêmes, d'où, éventuellement, exploitation de terres ne se prêtant absolument pas à de telles opérations de par les dangers supplémentaires que ces dernières feraient courir à l'environnement. Il y a plus de 20 ans déjà, on avait pu établir que, suivant les conditions pédologiques et le type de culture, une perte de rendement, qualifiée de modeste à grave, se manifesterait dès la première année sans fertilisation. Le tableau 1 reprend les résultats obtenus dans plusieurs régions des États-Unis ; ils sont extraits de travaux de IBACH & ADAMS (1968).

**Tableau 1**

*Impact de l'élimination d'une fertilisation azotée et phosphorée sur les pertes de rendement enregistrées (USA)*

Culture	Sous-région agricole	Engrais utilisé (kg/ha)		Perte en 1 <sup>ère</sup> année (1964) sans engrais (%)
		N	P	
Maïs	S.E. Iowa	77	20	20
	E.C. Illinois	73	19	37
Légumes	Delaware	35	31	43
Blé	W. et C. Kansas	34	9	11
Riz	C. Vallée Calif.	102	16	49
P. de terre	S. Idaho	141	45	36
Céleri	C. Floride	113	98	69

Source : IBACH, D. B. & ADAMS, J. R. 1966. Crop field response to fertilizer use in the United States.

#### 2.4. LA FERTILISATION AMÉLIORE LA QUALITÉ DES CULTURES

Une fertilisation judicieuse corrigera des carences préexistantes au niveau de la disponibilité en éléments nutritifs, ainsi, l'on constatera une amélioration éventuelle de la teneur des cultures en sels minéraux, protéines et vitamines des cultures. De même, une fertilisation appropriée aura souvent un impact favorable sur l'aptitude à la planification de la farine de blé, ainsi que sur la couleur, la consistance et les caractéristiques de texture de plusieurs cultures maraîchères. Rien ne permet toutefois d'affirmer que croissance optimale d'un plan rime avec apport suffisant de tous les éléments minéraux qu'il contient et qui



entrent dans l'alimentation de l'homme et de l'animal. On notera une variation marquée des concentrations en sels minéraux selon les espèces végétales, et entre variétés d'une même espèce. En outre, les besoins des mammifères en telle ou telle substance nutritive fluctueront avec l'âge et, chez les adultes, au gré des périodes de gestation.

L'épandage, sur les cultures autres que les légumineuses, d'engrais azotés en quantités requises pour l'obtention d'un rendement maximum — voire plus élevées — donnera généralement lieu à un accroissement des teneurs protéiques. N'oublions pas, toutefois, que ces accroissements ne hisseront jamais une céréale pauvre en protéines, le sorgho par exemple, au niveau d'une culture à valeur protéique naturellement supérieure comme le blé.

## 2.5. UNE FERTILISATION EFFICACE RALENTIT L'ÉROSION

Un sol bien fertilisé sur lequel croît une culture robuste sera nettement moins enclin à l'érosion de pente qu'un même sol porteur d'une culture médiocre. La surface plus étendue du feuillage, qui exerce une action protectrice contre le vent et l'eau, et l'effet cohésif d'un système racinaire plus prolifique soutenant une culture bénéficiant ainsi d'une nutrition suffisante en sont les premiers responsables. On relèvera également l'impact significatif des effets résiduels d'une production organique accrue sur la cohésion du sol, que viendra renforcer un recyclage accru des déchets organiques.

## 2.6. UNE FERTILISATION EFFICACE CONSERVE L'EAU

L'agriculture des pays développés est soumise à une contrainte croissante inhérente aux quantités d'eau qu'elle exige. Ce problème est particulièrement ressenti en zones d'exploitation plus sèches, où la production culturale s'appuie dans une large mesure sur les pratiques d'irrigation. Il ne fait aucun doute que les pays en voie de développement verront surgir ce même problème au gré de l'accroissement de leur patrimoine et de l'importante consommation en eau qui en résultera.

Vu que la fertilisation ne peut évidemment se substituer à l'eau lorsque cette dernière fait défaut, on devra inévitablement, pour assurer une exploitation hautement efficace des ressources hydriques, recourir à un matériel végétal capable de performances économiques maximales. Seul un plant bénéficiant d'une nutrition adéquate permettra la réalisation d'un tel objectif.

## 2.7. LA FERTILISATION STIMULE LA PURIFICATION DE L'AIR

Les physiologistes se plaisent à rappeler le rôle des végétaux vivants dans le processus de purification de l'air ; en effet, les plantes absorbent le  $\text{CO}_2$  atmosphérique intervenant dans la photosynthèse des hydrates de carbone, et libèrent de l'oxygène. Certaines données indiquent qu'un champ de maïs produisant 6300 kg de grain/ha absorberait 18,5 tonnes courtes de  $\text{CO}_2$  pour libérer, en fin de compte, 15 tonnes d'oxygène. Ainsi, cet hectare de maïs produirait en un an suffisamment d'oxygène pour faire vivre 30 personnes. Une production végétative stimulée par la fertilisation est synonyme de plus d'air frais pour l'homme, un bienfait non négligeable si l'on tient compte des quantités croissantes de  $\text{CO}_2$  libérées dans l'atmosphère par des activités humaines toujours plus intensives.

## 3. La fertilisation et l'environnement

Une fertilisation généralisée a-t-elle un grave impact sur l'environnement ? Certaines instances ont fait état des conséquences sinistres de telles pratiques, surtout dans le cas des engrais azotés. De telles allégations correspondent à la réalité lorsque les quantités appliquées dépassent les besoins raisonnables de la culture. Nous avons rappelé que, dans la plupart des cas, l'efficacité d'utilisation des engrais par les cultures ne dépasse pas 50%, le reste se perdant dans le système du sol sans que la plante puisse en tirer avantage. On enregistre des pertes dues au lessivage, au ruissellement et à la volatilisation, et les substances présentes en quantités excessives sont déplacées vers d'autres segments de l'environnement où elles deviennent dangereuses, sans parler du gaspillage économique qu'engendre un tel processus. Les risques les plus souvent évoqués sont l'eutrophisation des eaux de surface, l'éventuelle toxicité découlant d'une teneur élevée en  $\text{NO}_2$  des eaux souterraines et de surface, les dommages infligés aux cultures, et le préjudice causé aux sols par la disparition du cycle naturel de l'azote.

### 3.1. LES DÉGÂTS INFLIGÉS AUX CULTURES

Le recours à des doses excessives d'engrais a, on le sait, des conséquences néfastes sur la croissance des cultures. Quelques exemples :

verse des céréales de petite taille et faible teneur en sucre des betteraves sucrières imputables à une fertilisation azotée trop appuyée, troubles nutritionnels liés à certains oligo-éléments comme le zinc et consécutifs à l'utilisation excessive d'engrais phosphatés et de chaux, effets préjudiciables des sels sur la germination des semences, et brûlure des plantules de par la présence trop abondante de sels solubles le long des rangs ensemencés, acidification du sol résultant d'une fertilisation azotée trop forte et toxicités induites en aluminium et en manganèse si l'on omet de compenser par l'épandage de chaux, et, pour terminer, incidence accrue de pathologies végétales et d'attaques de ravageurs en sols surfertilisés à l'azote.

### 3.2. PRÉJUDICES INFLIGÉS AU SOL ET AUX MACRO-ORGANISMES

Le sort du ver de terre en conditions de fertilisation intensive figure au nombre des arguments invoqués en faveur de la fumure organique. On a en effet pu démontrer l'action fatale, sur cet animal, des sels d'engrais et de l'ammoniac anhydre lorsqu'il entre en contact avec ces derniers. D'autre part, on peut rétorquer que seule une portion réduite du sol et de l'habitat qu'il offre aux vers se trouve directement en contact avec les engrais et, par conséquent, que la proportion de la population totale en subissant les effets néfastes reste peu significative. Des recherches plus approfondies sur l'effet des engrais sur la microfaune du sol s'avèrent nécessaires. Certains chercheurs, d'autre part, ont établi l'effet bien plus significatif, sur le ver de terre, de l'apport accru en matériaux organiques frais consommables résultant de la fertilisation. On constate invariablement un accroissement de la taille et du nombre de vers de terre allant de pair avec un renforcement de la fertilité du sol par un rapport judicieux d'engrais.

Quant à la microflore du sol, il est indiscutable que l'application, en grandes quantités, d'engrais azotés entrave l'activité des organismes symbiotiques à même de fixer l'azote, comme l'espèce *Rhizobium*. La légumineuse croissant en sol adéquat et bénéficiant d'un apport suffisant d'engrais azoté ne fixe pas efficacement l'azote. Afin de profiter au maximum de la source d'azote libre, les spécialistes chargés du dosage des engrais et les agriculteurs devront évaluer la situation et limiter la fertilisation azotée à la période précédant la croissance de la légumineuse.

On a également prétendu que la fertilisation, et en particulier l'apport d'engrais azotés, empêche les sols de se nitrifier à partir de

la source que constitue leur matière organique inhérente. Si l'on souhaite exploiter les bienfaits de la nature afin de venir à son aide, il nous faut percevoir correctement la situation écologique ; alors seulement, le processus de développement ne viendra pas perturber les cycles naturels en cours.

### 3.3. LE PROCESSUS D'EUTROPHISATION

La contribution des fertilisations phosphatée et azotée à l'eutrophisation des eaux de surface et la concentration excessive de l'eau et de l'atmosphère en composés azotés figurent en tête de la liste des problèmes découlant d'un recours excessif des engrais. Les nappes phréatiques de nombreuses régions ont subi une contamination par nitrates ; les niveaux élevés de nitrates (plus de 40 milligrammes par litre) relevés dans certains puits de la vallée de la Moselle, en République Fédérale d'Allemagne, trouveraient principalement leur origine dans la fertilisation azotée des vignobles ; ces mêmes nitrates ont pollué la nappe phréatique de la région de Central Sands dans le Wisconsin, aux États-Unis. Les niveaux de nitrate de nombreux cours d'eau suivent une courbe ascendante depuis les deux dernières décennies. Les nitrates, présents en quantités trop importantes dans l'eau potable ou les aliments, peuvent comporter des dangers pour la santé.

3.4. On estime que les flux de protoxyde d'azote libérés par le sol contribuent à un réchauffement, par effet de serre, de près de 4%, l'estimation totale de l'émission de protoxyde d'azote s'élevant, chaque année, à 30 millions de tonnes. La question des gaz impliqués dans l'effet de serre et le réchauffement généralisé du climat font aujourd'hui l'objet d'âpres débats tous liés à l'écologie. Des efforts de grande envergure sont déployés afin d'éclaircir la situation, qui déboucheront certainement sur une meilleure compréhension du rôle des engrais dans cette équation.

3.5. Le rôle de l'ammonium dans le processus de précipitation acide est lui aussi lié à la problématique du changement du climat. L'émission globale d'ammonium issu des engrais azotés est estimée à 4,5 millions de tonnes. L'impact de la précipitation acide sur les écosystèmes se confirme, en particulier en régions tempérées.

3.6. Plusieurs médecins ont exprimé leur préoccupation quant aux effets indésirables d'une absorption élevée de nitrates sur la santé de l'homme, et en particulier des bébés de moins de quatre mois. Cette inquiétude est liée aux effets du nitrite sur la santé ; en effet, le nitrate peut être réduit, dans les voies intestinales, en nitrite absorbé ensuite dans le flux sanguin. Les bébés en dessous d'un certain âge peuvent s'avérer incapables de détoxifier ce nitrite, qui se combinera à l'hémoglobine pour donner la méthémoglobine, d'où capacité réduite du sang à transporter l'oxygène. Certains experts en la matière affirment également que même chez les adultes, une absorption élevée de nitrates est indésirable, car une certaine proportion de nitrite peut se convertir en nitrosamines susceptibles, à leur tour, de compromettre la santé.

#### **4. Les engrais et les nouvelles biotechnologies**

Les technologies agricoles actuelles font l'objet d'améliorations et se voient appliquées à de nouvelles situations dans le but d'accroître la production alimentaire et de réduire les coûts ainsi que l'impact de facteurs écologiques défavorables. On espère que la biotechnologie moderne pourra contribuer, à l'avenir, à la mise au point des cultivars requis pour surmonter plusieurs contraintes à la production : réduction des besoins en intrants extérieurs ; tolérance à une salinité excessive de sol ou de l'eau ; tolérance aux sols très acides ; et absence de réaction à d'autres facteurs liés à l'environnement comme la sécheresse et les températures hautes ou basses. À supposer que ces biotechnologies inaugurent de nouvelles percées, il conviendrait de revoir le rôle des engrais.

4.1. Le génie génétique appliqué aux végétaux — c'est-à-dire la manipulation des gènes des végétaux — rend possible l'incorporation de nouvelles informations génétiques dans plusieurs espèces végétales, faisant ainsi reculer les limites auxquelles se heurtent les programmes de sélection conventionnels. On se gardera, toutefois, d'y voir une technologie appelée à se substituer purement et simplement à la sélection végétale. On y fera plutôt appel en coordination avec des méthodes existantes, chaque démarche étant mise à profit lorsqu'elle s'avère la plus efficace et la plus économique. À condition de pouvoir maîtriser les techniques de génie génétique, on fera intervenir ces

dernières dans la conception de plants plus robustes, plus nutritifs, moins coûteux à produire ou offrant des rendements plus élevés. Autres possibilités : la création de plants capables de croître correctement en conditions marginales, en sols très salins, acides, humides ou secs. Pour que le génie génétique soit appliqué avec succès au monde végétal, il faudra réaliser des progrès essentiels au niveau de la compréhension de l'expression et de la régulation géniques, et acquérir une connaissance approfondie de la physiologie, de la biochimie, du développement et du métabolisme végétaux. Il est probablement trop tôt pour évaluer avec précision les débouchés ou limitations du génie génétique dans le domaine de l'amélioration des cultures. On ne peut s'attendre, aujourd'hui, et probablement d'ici la fin des années 90, à ce que le transfert de gènes exerce un impact significatif sur les pratiques de production agricole.

4.2. L'azote est un élément nutritif vital pour les végétaux, ainsi qu'un facteur-clé en termes de productivité d'une culture. La plupart des végétaux, incapables de capter directement l'azote atmosphérique dont ils ont besoin, devront le capter à partir du sol, sous une forme combinée. C'est pourquoi ils sont entièrement tributaires des engrais ou de bactéries à même de fixer l'azote atmosphérique. Ces bactéries, qui vivent librement dans le sol ou s'accumulent dans les racines de certains végétaux (surtout les légumineuses), fixent des quantités considérables d'azote atmosphérique en s'aidant de l'énergie extraite de la matière organique contenue dans le sol (bactéries libres) ou produites par le plant-hôte (bactéries symbiotiques). Généralement, on encourage la fixation biologique de l'azote par micro-organismes en introduisant des légumineuses dans la rotation culturale. Depuis longtemps, les agriculteurs font pousser dans leurs rizières une fougère aquatique appelée *Azolla*, capable d'héberger les algues bleues (Cyanophytes) apportant au riz l'azote dont il a besoin. On a estimé que la fixation de l'azote atmosphérique par des plants de soja à nodulation satisfaisante peut assurer entre 25 et 50% au moins de l'ensemble des besoins de la culture.

On pourrait maintenir les rendements agricoles tout en réalisant de considérables économies à condition d'améliorer la fixation biologique de l'azote et de l'étendre aux principales cultures comme le maïs et le blé, dont les rendements restent tributaires d'une fertilisation azotée coûteuse. C'est pourquoi les chercheurs envisagent le recours aux

techniques de génie génétique pour opérer un transfert éventuel, à destination des principales cultures, des gènes présents dans certaines bactéries, comme *Klebsiella* et *Rhizobium*, qui régissent la fixation de l'azote.

Les organismes présents sur les racines, comme les mycorrhizes, peuvent renforcer l'aptitude du plant à utiliser le phosphore du sol ainsi que d'autres éléments nutritifs minéraux, et accroître sa résistance à la sécheresse et à la salinité. Une meilleure compréhension de l'association micro-organismes—racines pourrait déboucher sur une captation accrue, par les plants, du phosphore naturellement contenu dans le sol, réduisant par là le recours à la fertilisation.

4.3. Les plantes sont capables, par le processus de photosynthèse, de produire leur propre matière organique à partir de dioxyde de carbone, d'eau et d'énergie solaire. L'efficacité de la photosynthèse — soit le coefficient entre l'énergie chimique fixée par les plants et l'énergie contenue dans les rayons de soleil frappant le plant — demeure néanmoins inférieure à 1%. Une telle performance est susceptible d'amélioration. Les contraintes les plus fréquentes sont les suivantes : intensité lumineuse, concentration du dioxyde de carbone, disponibilité en eau, apport en éléments nutritifs, respiration (de jour et de nuit) et réponse aux stress subis par le plant. L'amélioration et la sélection de végétaux photosynthétiquement plus efficaces devraient reposer sur l'exploitation des connaissances accumulées dans le domaine des caractéristiques des végétaux et de la photorespiration.

4.4. À condition de disposer d'un ensoleillement, d'une disponibilité en éléments nutritifs du sol et d'une irrigation adéquate, l'accroissement du dioxyde de carbone atmosphérique devrait exercer sur les cultures un effet fertilisant, d'où intensification de la production photosynthétique et utilisation plus efficace de l'eau. Des expériences réalisées en serre ont montré qu'il suffisait, à condition d'exercer une gestion culturale rigoureuse, de doubler le dioxyde de carbone pour accroître la biomasse de près de 40%. Il faudra donc procéder à une adaptation structurelle des systèmes de production afin de profiter de l'impact positif de cet accroissement du dioxyde de carbone et de contrer ses répercussions indésirables.

## Conclusion

Il convient d'envisager simultanément la problématique de la viabilité agricole et la minimisation des risques d'ordre écologique. Une utilisation efficace des engrais peut déboucher sur une productivité soutenue. Un sol bien fertilisé héberge des cultures à feuillage profus protégeant le sol de l'érosion, et absorbe plus de  $\text{CO}_2$  atmosphérique tout en libérant plus d'oxygène. Stratégiquement parlant, l'agriculture moderne doit reposer sur une réduction maximale des pertes imputables au lessivage et à la volatilisation des engrais chimiques et organiques d'une part, et le non-recours à la surfertilisation, d'autre part. Le recyclage des résidus organiques, couplé à l'apport d'engrais chimiques judicieusement sélectionnés permettrait, sans trop de peine, d'atténuer les dangers auxquels l'agriculture intensive expose l'environnement.

On ne peut qu'approuver les efforts déployés par la FAO en vue de la mise au point d'une approche du type «système intégré de nutrition végétale» qui soit viable tant du point de vue de l'environnement, que sur le plan social et écologique. La démarche centrée sur des «systèmes cultureux» plutôt que sur des cultures individuelles, et qu'ont adoptée les membres du GCRAI, mérite d'être encouragée. Les impacts d'une fixation biologique améliorée de l'azote devraient, quant à eux, s'avérer positifs. Il convient d'encourager la coopération internationale dans les domaines suivants : (a) élaboration de plans en vue d'un recours rationnel aux engrais chimiques ; (b) mise au point de technologies faisant appel aux résidus agricoles et agro-industriels et visant à préserver la fertilité du sol.

On accordera une attention toute particulière aux débouchés pratiques qu'offre la fixation biologique de l'azote. Ainsi, une amélioration de la fixation biologique de l'azote et son application aux principales cultures comme le maïs et le blé, encore tributaires d'une fertilisation azotée coûteuse, pourraient se traduire par l'obtention de rendements agricoles soutenus et la réalisation de substantielles économies. De même, une meilleure connaissance de l'association micro-organismes-racines végétales déboucherait sur une exploitation plus efficace, par les plants, du phosphore contenu dans le sol et des engrais.





*Journée d'Étude*  
*Intensification agricole et Environnement*  
*en Milieu tropical*  
(Bruxelles, 5-6 juin 1990)  
Actes publiés sous la direction de  
R. Delleré & J.-J. Symoens  
Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)  
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)  
pp. 119-132 (1991)

Original : Français

## INTRODUCTION À LA LUTTE INTÉGRÉE

PAR

C. PELERENTS\*

### 1. Introduction

Bien que quelques ethnies se nourrissent encore uniquement des produits de la chasse ou de la cueillette, l'homme doit pratiquer la culture des végétaux ou l'élevage pour subvenir à ses besoins alimentaires.

Toute forme d'agriculture, intensive ou non, a des effets sur l'écosystème dans lequel elle se pratique et ces effets ne sont pas nécessairement liés à l'intensité d'exploitation. L'application de méthodes culturales dites extensives c'est-à-dire qui dépendent uniquement des facteurs environnants sans apports extérieurs, a éliminé au cours des siècles derniers et élimine encore aujourd'hui la végétation primaire en équilibre avec les facteurs ambiants.

Le décalage actuel entre, d'une part, l'accroissement de la population par l'élimination souvent rapide et artificielle d'un des facteurs limitatifs à son expansion et, d'autre part, l'intensification de l'agriculture, est un fait bien connu. Pour faire face à ce décalage on a recours à l'application de méthodes, qui dans d'autres régions ont démontré leur efficacité, mais on oublie trop souvent que cette efficacité a été obtenue après de longs tâtonnements et de multiples essais dans un agroécosystème devenu presque ou entièrement artificiel comme p.ex. le système des cultures protégées ou sous verre.

\* Professeur à la Rijksuniversiteit Gent ; Laboratorium voor Agrozoologie, Faculteit van de Landbouwwetenschappen, Coupure Links 653, B-9000 Gent (Belgique).

Parmi les méthodes d'intensification on trouve e.a. la maîtrise du complexe hydraulique, la mécanisation, l'utilisation d'engrais, l'amélioration du matériel végétal et l'utilisation des produits phytosanitaires.

La protection des végétaux, contrairement aux autres méthodes, n'augmente pas la capacité de production intrinsèque, mais essaie d'éliminer les facteurs (maladies, déprédateurs, adventices) qui réduisent ou même détruisent entièrement l'effet bénéfique des autres moyens mis en œuvre.

La protection des végétaux est, dans les pays où se pratique l'agriculture intensive, presque uniquement basée sur des produits phytosanitaires.

Dans les pays en voie de développement (P.V.D.), on constate que pour les cultures de rente, les pesticides sont également employés couramment et parfois excessivement. Pour les cultures vivrières la situation est différente ; la dispersion et la faible superficie des champs, l'absence d'encadrement, le bas niveau de technicité, l'absence d'un réseau de commercialisation et le faible pouvoir d'achat, font que les pesticides sont peu utilisés même pour la préservation des récoltes et des semences qui ne nécessite qu'une faible dépense et pas ou peu d'outillage.

Suivant plusieurs auteurs (S. Smolikovski, C. A. Edwards) et certaines firmes de produits phytosanitaires, on peut s'attendre à une augmentation de l'utilisation de pesticides, surtout d'herbicides, dans les pays en voie de développement (P.V.D.). Cette augmentation a été spectaculaire en Asie du Sud-Est où, entre autres, l'introduction de variétés sélectionnées de riz a été liée à l'utilisation d'engrais et de pesticides.

## **2. Effets non intentionnels des pesticides**

En analysant les quelques idées énumérées dans les paragraphes précédents, il est judicieux et même urgent de se poser la question sur l'impact de ces pesticides sur l'écosystème et sur l'homme dont l'existence est fortement liée à cet écosystème.

Nous entendons et nous lisons depuis une dizaine d'années un nombre impressionnant de communiqués sur les effets nocifs ou bénéfiques des pesticides pour l'homme et son bien-être. Ces communiqués généralisent malheureusement trop souvent les résultats d'observations limitées dans le temps et l'espace et sont trop souvent

emprunts de considérations personnelles qui essayent de rallier un maximum de personnes à un certain point de vue, sans pour autant proposer des solutions fiables découlant d'une analyse objective et scientifique.

Nous essayerons dans les paragraphes suivants d'analyser aussi objectivement que possible les conséquences de l'utilisation de pesticides.

## 2.1. EFFETS SUR L'HOMME

Le premier effet direct sur l'homme est l'intoxication, suivie ou non d'empoisonnement. Peu de données sont disponibles. En France on estime à 3,8% les intoxications dues aux produits agricoles (produits phyto, vétérinaires et engrais) et à un décès pour 10 millions d'habitants. Les intoxications par les médicaments sont de l'ordre de 55%, par les produits ménagers de 15% et par les produits industriels de 7%. Aux États-Unis on classe les pesticides comme cause de décès à la 31<sup>ème</sup> place loin derrière la chasse et de nombreux sports.

Dans les P.V.D. par contre, les intoxications et les décès sont bien plus nombreux. Le Dr Cramer de l'OMS mentionne 205 décès par an, d'autres sources parlent de dix fois plus.

Bien que certains auteurs estiment que la non-utilisation serait encore plus redoutable, il est de notre devoir d'éliminer tous les risques directs dus en majeure partie à l'absence de formation de la part des utilisateurs ainsi qu'à l'absence de contrôle dans la majeure partie des P.V.D. Cette dernière lacune ouvre la porte à de nombreux abus : importation de produits non conformes ou dangereux dont l'emploi est interdit ou très limité dans les pays exportateurs ou producteurs.

Une deuxième question que l'homme en tant que consommateur se pose de plus en plus, est celle de la toxicité à long terme exprimée en quantité de résidus ou de dose journalière acceptable.

La procédure d'agrément en vigueur pour la commercialisation des produits phytosanitaires est le résultat d'une évolution qui a le souci constant de fixer des règles d'utilisation mais qui ne fait pas la démonstration scientifique absolue qu'un produit ne sera pas nocif pour tous les individus sans aucune exception. Ceci n'est pas spécifique aux pesticides mais s'applique également aux médicaments. On parle d'un risque calculé qui est généralement obtenu en appliquant un facteur de 100. La dose journalière acceptable pour les bromures est de 10 mg/kg soit pour une personne de 60 kg, 600 à 700 mg tous les jours ou 20 kg de tomates si celles-ci contiennent 30 ppm (dose de tolérance

maximale). Si on applique le facteur risque de 100 la personne devrait consommer 2000 kg de tomates par jour pendant toute sa vie.

Une idée fortement répandue est celle de la toxicité des produits de synthèse et de l'innocuité des produits naturels. Ceci est entièrement faux : la nicotine, le soufre, la coumarine, ne sont pas inoffensifs pour l'homme. Il en est d'ailleurs de même pour certaines plantes consommées journellement. Le Dr Bruce N. Ames, directeur du département de Biochimie (Berkeley, USA) et membre de la National Academy of Sciences, fait remarquer que la majeure partie des plantes produisent des toxines naturelles pour se défendre contre les maladies et les prédateurs et que 99,9% des pesticides naturels que nous ingérons, proviennent des plantes comestibles. Il fait également remarquer que parmi le nombre très restreint (42) de toxines naturelles testées pour leur effet cancérogène, 20 sont positives, c'est-à-dire en même proportion que pour les 400 produits de synthèse testés sur rats et souris.

## 2.2. EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

À part l'effet direct ou indirect des produits phytopharmaceutiques sur l'homme *sensu stricto* il faut essayer d'évaluer l'effet de ces produits sur l'agroécosystème qui constitue le capital nécessaire à la survie du genre humain. Les traitements systématiques d'assurance c'est à dire essentiellement préventifs et souvent aveugles, ont eu des effets secondaires indésirables ; des espèces, naturellement régulées auparavant, deviennent nuisibles, les espèces nuisibles deviennent résistantes aux pesticides, les espèces utiles disparaissent. Ceci entraîne dans un premier temps une augmentation du nombre de traitements ou l'utilisation d'autres produits qui, après un certain temps, occasionnent les mêmes effets indésirables qui apparaissent d'autant plus vite que les doses employées sont plus élevées ou les traitements plus nombreux et que les produits ont un large spectre d'action.

Ces effets bien connus concernent en réalité plus directement l'efficacité des pesticides que l'environnement. Ce qui compte pour l'environnement est le devenir des pesticides qui sont entièrement incorporés dans la terre (herbicides et nématocides) ou y aboutissent indirectement par délavage ou incorporation des restes végétaux, seule une très petite quantité étant exportée avec la récolte.

L'étude du devenir des pesticides est extrêmement laborieuse et très fragmentaire. La majeure partie des études concerne la matière active et ses métabolites ; or les pesticides ne sont que partiellement

constitués d'une ou de plusieurs matières actives, la plus grande partie est constituée de solvants, de produits de charge, d'adjuvants, d'émulgateurs qui pour une même matière active varient fortement d'une formulation à une autre. Ces produits peuvent d'ailleurs être plus toxiques pour l'homme que la matière active.

En ce qui concerne les organochlorés (D.D.T., chlordane, heptachlor, lindane, dieldrin, aldrin, etc.), il est bien connu que ce sont des produits à longue persistance, peu spécifiques, peu volatils, peu solubles dans l'eau, mais par contre lipophiles. Ces caractères qui sont en réalité des qualités pour un pesticide, sont au point de vue environnement moins recommandables. Bien que, depuis 1973, l'utilisation de cette catégorie de produits ait fortement regressé en Europe occidentale et en Amérique du Nord, on en trouve encore des résidus dans certains vergers et terres agricoles. C'est surtout leur caractère lipophile qui est à redouter et qui est à la base de la concentration observée dans la chaîne trophique. Si, tels quels, ces résidus sont peu dangereux quand ils sont fixés dans les réserves adipeuses, ils le deviennent si ces réserves sont utilisées comme source énergétique.

Les esters phosphoriques (parathion, malathion, diazinon, diméthoate, chlorfenvinphos, etc.) sont bien moins persistants que les organochlorés, mais certains sont très toxiques pour les mammifères et, étant donné que quelques uns sont absorbés par la plante, les délais d'application doivent être strictement observés pour éviter la présence de résidus dans les parties comestibles de la plante.

Parmi les carbamates, on trouve aussi bien des insecticides que des acaracides et des fongicides. La toxicité varie très fortement de molécule à molécule. L'aldicarb, un nématicide et aphicide systémique, a une DL50 orale (rats) de 0,93 mg/kg, tandis que pour le pirimicarb, un aphicide spécifique, la DL50 est de 147 mg/kg. La persistance dans le sol dépasse en moyenne celle des esters phosphoriques mais est inférieure à une année.

Les herbicides appartiennent aux régulateurs de croissance ou ont une activité de contact. Le 2,4,5-T et le 2,4-D sont des régulateurs de croissance qui sont assez sélectifs et peu toxiques pour les mammifères. La majeure partie est soluble dans l'eau et se répand ainsi assez facilement dans les eaux de surface et les cours d'eau ; par contre, ils sont peu toxiques pour les poissons. Les herbicides de contact comme les dinitrophénols et les cyanophénols sont peu toxiques pour les mammifères et sont peu persistants. Les triazines par contre sont très persistantes dans le sol.

Les pyréthroïdes (bioresmetrine, permetrine, deltaméthrine, cyperméthrine, etc.) sont très peu toxiques pour les mammifères, leur persistance est très courte ; il y a donc peu de chance de contamination de la chaîne trophique. Par contre, ces insecticides sont peu spécifiques et n'épargnent pour ainsi dire aucun parasite ni prédateur utilisé dans les programmes de lutte biologique. En outre, l'utilisation intensive fait apparaître assez rapidement une résistance chez les espèces qui l'étaient déjà contre certains organochlorés (p. ex. mouche domestique).

Cette revue assez sommaire ne donne qu'une évaluation approximative des effets secondaires de la matière active. Il faudrait en outre tenir compte de la formulation, de la structure du sol, de la préparation du sol, de la plante cultivée, du climat, etc.

Malheureusement, très peu d'études ont été effectuées dans ce domaine, bien qu'actuellement des recherches approfondies soient en cours aussi bien dans les sociétés privées que dans des instituts officiels.

La classification des pesticides en insecticides, acaricides, nématicides, fongicides ou herbicides ne nous renseigne aucunement sur les effets qu'ils ont, une fois dans le sol, sur les espèces autres que celles pour lesquelles ils sont employés. Des tests ont été mis au point par un groupe de travail de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée contre les Animaux et Plantes nuisibles (O.I.L.B.) pour étudier l'influence sur les parasites et prédateurs les plus connus. Bien que forcément fragmentaires, ces résultats sont extrêmement intéressants et ouvrent la voie à la lutte intégrée.

### 2.3. EFFETS SUR LA PÉDOFAUNE

Comme il a déjà été dit, la majeure partie des pesticides arrive dans le sol. La faune saprophage constituée, entre autres, de lombrics, d'enchytréides, de collemboles, d'oribatides, est d'une importance capitale pour la formation de l'humus et donc pour la fertilité et la structure du sol. Il est bien connu qu'en fonction des pesticides employés cette faune regresse tant en nombre qu'en diversité mettant en cause la formation du complexe argile-humus à partir de la matière organique incorporée ou présent dans le sol (système racinaire). Les prédateurs de cette faune saprophage, entre autres, les carabides, les chilopodes, les gamasides, sont directement touchés soit par les pesticides, soit par l'absence de proies. Ces prédateurs, souvent polyphages, jouent également un rôle régulateur sur d'autres espèces telles que les pucerons des céréales. Ce ne sont pas uniquement les prédateurs qui sont touchés,

mais les nécrophages peuvent être également atteints surtout s'ils se nourrissent de grandes espèces telles que les lombrics qui ne sont pas tués directement mais qui accumulent les pesticides dans leur organisme.

Certains champignons entomophages, comme les entomophthorales régressent par l'application répétée d'herbicides. Ces ruptures d'équilibre dans la faune et la flore nécessitent parfois des traitements supplémentaires avec des conséquences encore plus prononcées.

#### 2.4. EFFETS SUR LA FAUNE AQUATIQUE ET ORNITHOLOGIQUE

La pollution du milieu aquatique dépend fortement des caractéristiques physico-chimiques des pesticides. Les conséquences de la pollution par l'utilisation, répétée mais non constante, ne sont pas faciles à définir. Les produits solubles dans l'eau sont transportés par les eaux de surface vers les ruisseaux et les rivières plus en aval. Les produits liposolubles restent plus longtemps absorbés aux particules et s'accumulent dans les sédiments.

Les invertébrés aquatiques réagissent de ce fait très différemment et en fonction de leur habitat. La microfaune et le zooplancton sont très sensibles aux pesticides en solution, dont la concentration est rarement uniforme dans l'eau, étant donné que la pollution survient souvent en un endroit précis du cours d'eau. Les poissons vivant dans la zone supérieure sont les premières victimes.

Pour les invertébrés qui se nourrissent de déchets, les effets sont moins spectaculaires que pour les arthropodes aquatiques qui sont aussi sensibles aux insecticides que les arthropodes terrestres. Beaucoup d'articles ont été publiés sur l'effet des pesticides dans les eaux poissonneuses. Peu de conclusions peuvent être tirées, car dans ces eaux les conditions pour la reconstitution du plancton, avec son cycle reproductif très court, sont optimales, ce qui masque les effets négatifs. Ceci n'exclut aucunement que des résidus puissent s'accumuler directement dans les poissons ou indirectement dans la chaîne trophique. Cette dernière concentration dépendrait plus des espèces que de la quantité de résidus.

Un effort sérieux devra être fait pour mieux définir le mécanisme et les conséquences écologiques de cette pollution aquatique. Trop d'observations ont été faites et publiées après une pollution spectaculaire mais accidentelle.

Les risques pour les oiseaux ont fortement diminué dans les pays où les organochlorés et les produits mercuriques ont été retirés du



marché. Par contre, des cas d'intoxication par des esters phosphoriques et des carbamates sont encore signalés régulièrement mais restent localisés ; c'est d'ailleurs également le cas pour quelques mammifères sauvages. La régression des perdrix serait à attribuer non pas à la toxicité directe mais à la disparition de la nourriture c'est-à-dire des arthropodes et des plantes adventices dans les cultures de céréales.

### 3. Efficacité des pesticides

Une autre conséquence écologique qui est inhérente à la lutte chimique et qui met en cause l'efficacité même de la méthode est l'apparition de «nouvelles» espèces nuisibles aux cultures. Ces espèces qui étaient potentiellement nuisibles le deviennent car leurs parasites et prédateurs sont directement éliminés par les pesticides ou indirectement par l'absence de hôtes ou de proies. Un exemple bien connu est celui des vergers en Europe où les prédateurs de l'acarien rouge ont été éliminés par l'utilisation des organochlorés. Dans les P.V.D., le nombre d'insectes nuisibles qui était limité à deux ou trois espèces atteint actuellement une quinzaine dans la culture du coton.

L'apparition de souches nuisibles résistantes aux pesticides est bien connue. Bien qu'il soit difficile de prévoir quand cette résistance apparaîtra, on peut quand même dire que la vitesse d'apparition est corrélée avec le nombre de traitements et les doses employées. Si cette résistance n'a en réalité pas d'effets directs sur l'homme et son environnement, on constate souvent que dans un premier temps, l'utilisateur ne pense pas directement au phénomène de résistance mais plutôt à une mauvaise application ; il retraitera la culture, même plusieurs fois et avec des doses plus élevées. Ce raisonnement fautif n'est pas sans danger ; les résidus dépassent souvent alors les doses tolérées.

### 4. Amélioration des stratégies de lutte

La meilleure manière de remédier à ces inconvénients qui, en réalité, ne sont pas entièrement connus, serait d'éliminer leur utilisation. Ceci n'est pas réaliste. Suivant G. Griperay, le retour à une situation antérieure a été calculé au niveau européen ; les pertes dues aux insectes s'élèveraient à 30%, aux champignons à 15% soit un total de 60%. La non-utilisation des phytos serait catastrophique pour les hommes

vivants dans les zones où des maladies sont véhiculées par des insectes, des acariens ou des rongeurs. Le fléau des sauterelles nécessite des interventions rapides avec des insecticides. La culture de variétés productives sous-entend l'application de pesticides et d'engrais, car, lors de la sélection, la productivité est testée sous des conditions normales de culture comme cela a été le cas pour les variétés de riz du Sud-Est asiatique.

#### 4.1. LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Si, comme pour les médicaments, on admet qu'il existe des effets secondaires non souhaités, il est du devoir du fabricant et de l'utilisateur de tout mettre en œuvre pour réduire ou même éliminer ces effets. Les instances officielles doivent également veiller à ce que ce but soit atteint par des décisions basées sur une analyse objective et scientifique des faits.

Les industries phytosanitaires ont pris depuis quelque temps conscience des conséquences liées à l'utilisation des pesticides. La promotion de ces produits ne se fait plus uniquement sur base de leur efficacité envers les espèces visées, mais on se réfère également à la toxicité réduite pour l'homme et aux faibles doses nécessaires par hectare. On diminue ainsi le risque toxicologique global par 100 et on arrive même à 1000 pour certains produits spécifiques.

La manipulation des produits est également rendue moins dangereuse par des emballages mieux adaptés, p.ex. des sachets hydro-solubles, des granulés, des pépites avec verseur. Les formulations traditionnelles comme les poudres mouillables, qui provoquent des poussières nocives lors des manipulations, et les concentrés émulsionnables qui contiennent des solvants sont progressivement remplacés.

Des efforts importants sont actuellement déployés avec l'aide d'organisations internationales (F.A.O., O.U.A. et O.M.S.) en ce qui concerne le commerce des produits phytosanitaires et le GIFAP pour la formation de techniciens et de moniteurs dans les P.V.D.

Bien qu'il soit difficile d'uniformiser les critères d'homologation, du fait même qu'il faut tenir compte des conditions différentes rencontrées dans les différents pays, on essaie depuis un certain temps d'harmoniser dans les pays de la Communauté européenne les critères d'homologation qui ne seront plus uniquement basés sur la toxicité aiguë ou chronique pour l'utilisateur et le consommateur, mais qui devront également tenir compte des effets sur la faune et la flore.

#### 4.2. LA LUTTE BIOLOGIQUE

Toutes ces initiatives sont encourageantes mais n'éliminent pas la constatation qu'une lutte chimique ne peut à elle seule résoudre le problème de la protection des végétaux, comme d'ailleurs la polémique entre le tout chimique et le tout biologique qui a fait son apparition dans les années 70. Nous nous devons aujourd'hui de constater que pour ce qui est de la protection des cultures, cette opposition de conception stimula la recherche et l'orienta vers l'approfondissement de la biologie des ravageurs qui avait été laissée en veilleuse pendant plus de 20 ans bien que certains chercheurs avaient émis des doutes dès 1960 sur l'efficacité à long terme de la lutte chimique se basant sur l'apparition de souches résistantes de ravageurs et la disparition des organismes utiles dans les vergers.

Ces quelques chercheurs créèrent l'O.I.L.B. et essayèrent de réintroduire la lutte biologique. Si quelques réussites ont été enregistrées, soit par lâchers inondatifs (*Trichogramma* spp., *Encarsia formosa*) ou par introduction et acclimatation dans les cultures (*Cales noaki*, *Prospaltella perniciosi*) d'hyménoptères, force nous est de constater qu'après 20 ans, la lutte biologique ou biotechnologique (lutte génétique) est d'un emploi limité en agriculture intensive. Plusieurs facteurs sont responsables de ce faible développement : l'efficacité et la facilité d'emploi de la lutte chimique, la spécificité de la lutte biologique et ses contraintes, la difficulté d'intéresser des partenaires industriels à la production des antagonistes, les exigences en matière de « qualité » découlant souvent d'une surproduction. En Afrique la lutte biologique connaît un certain succès contre *Phenacoccus manihoti* et contre l'anophèle, mais tous les frais sont supportés par des organisations internationales. Par contre en Chine, la lutte biologique est appliquée sur 2 millions d'hectares dans les cultures de riz, sorgho, maïs, coton (PU 1984, LI LIYING 1986) mais la main-d'œuvre nécessaire à l'élevage des antagonistes est très bon marché et les exigences quant au rendement par hectare restent encore limitées.

#### 4.3. LA PROTECTION INTÉGRÉE

Constatant les limites de la lutte chimique intensive ainsi que de la lutte biologique pure et s'appuyant sur une meilleure connaissance des interactions entre les ravageurs, la plante et la faune utile, une nouvelle stratégie a été proposée en 1973 par l'O.I.L.B. : c'est la

protection intégrée qui se définit comme suit «Procédé de lutte contre les organismes nuisibles utilisant un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance». Aux États-Unis, où le bien-fondé de cette stratégie n'a été reconnu que bien plus tard, on parle de I.P.M. (Integrated Pest Management).

La protection intégrée est basée sur l'utilisation de toutes les méthodes culturales telles que les assollements, les cultivars, la fumure, les pesticides, les dates de semis, la préparation du sol, qui diminuent l'impact des ravageurs et stimulent l'action des organismes utiles.

Un premier pas à franchir en ce qui concerne le bon emploi des pesticides est celui de l'application de doses correctes au moment opportun c'est-à-dire quand les ravageurs apparaissent et donc de pratiquer une lutte curative au lieu d'une lutte préventive et de ce fait aveugle. En outre, on fera un choix judicieux des pesticides ; si possible on appliquera un pesticide dont l'effet sur les organismes utiles est connu p.ex. on donnera la préférence au pirimicarb pour la lutte contre les pucerons des céréales.

Ce premier pas suppose également la possibilité de constater avec précision la présence des ravageurs. Si pour des espèces sessiles, comme les cochenilles, l'échantillonnage ne pose pas de problèmes, il n'en est pas de même pour les espèces migrantes comme les noctuelles et les diptères. Les méthodes de détection doivent être précises et non laborieuses. Des pièges lumineux, colorés, à succion, ou à phéromones ont été mis au point pour différentes cultures et permettent actuellement le dépistage précoce et même à distance qui doit toutefois toujours être suivi d'un dépistage *in situ*. Dans certains cas il est même possible de faire une estimation précise des populations des ravageurs et de leurs antagonistes. Ceci permet de n'effectuer les traitements chimiques que si le seuil de tolérance économique est atteint c'est-à-dire le seuil au-delà duquel les dégâts prévisibles dépasseront les dépenses à engager pour éliminer les ravageurs. Pour certaines cultures, il est même possible d'utiliser parallèlement la lutte biologique et la lutte chimique et de maintenir ainsi les populations des ravageurs en dessous du seuil de tolérance. Le producteur sera plus vite enclin de passer à la lutte biologique s'il sait qu'en cas d'échec de celle-ci ou d'attaques par d'autres ravageurs, il pourra avoir recours à certains produits spécifiques qui ne rendront pas inutiles les dépenses consenties pour l'achat d'antagonistes. Dans le système intégré on respecte autant que possible les

assollements qui actuellement sont parfois négligés et plutôt basés sur les prix agricoles, la fertilité étant maintenue par l'apport d'engrais minéraux. Les cultures intercalaires ou mixtes diminuent fortement l'attraction de la plante pour les déprédateurs et stimulent la présence des antagonistes par la diversification des proies, des hôtes et des facteurs abiotiques. Ce système de culture est toutefois plus appliqué dans les P.V.D. pour les cultures vivrières que dans les pays industrialisés. Le choix des cultivars est très important surtout quand il s'agit de cultures pluriannuelles. On tiendra compte de données disponibles quant à leur résistance ou à leur tolérance envers les maladies et ravageurs.

En 1977, l'O.I.L.B., dans un souci de valoriser les productions obtenues dans le cadre de cette lutte intégrée, a été à l'origine de la notion de production intégrée. Dans plusieurs pays il existe des cahiers de charge qui définissent les conditions auxquelles la production doit répondre avant de pouvoir être vendue avec un étiquetage informant les consommateurs des méthodes employées. Contrairement à beaucoup de produits dits biologiques, le prix de vente n'est pas plus élevé et la qualité correspond aux normes conventionnelles. La production intégrée est surtout appliquée dans les vergers (pommiers, poiriers, agrumes), les cultures protégées et la culture du blé.

À Nagele (Pays-Bas) un essai est en cours qui compare trois systèmes de culture : le système traditionnel, le système intégré et le système biodynamique. Les résultats obtenus depuis 6 ans dans les trois fermes adjacentes de 20 ha chacune, démontrent que les rendements sont les plus élevés dans le système traditionnel, mais que les gains sont les plus élevés dans le système intégré du fait que les traitements phytosanitaires et l'application d'engrais sont réduits de 50% environ. Dans le système biodynamique les faibles rendements sont compensés partiellement par les prix de vente plus élevés obtenus pour ces produits ; la main-d'œuvre nécessaire est 2,5 fois plus élevée que dans les autres systèmes et certaines variétés ne peuvent être cultivées ou conservées ; ceci pose un problème crucial pour les pommes de terre. Le système intégré demande par contre de la part du gestionnaire une formation polyvalente car de nombreuses observations doivent être faites et interprétées.

À Lautenbach (Allemagne Fédérale) on compare, sur des parcelles situées dans une exploitation de 250 ha, la conduite des cultures en production intégrée à celles conduites suivant le système traditionnel. Le système suivi en production intégrée n'est pas fixe mais évolue

chaque année en fonction des résultats obtenus. On a ainsi diminué progressivement les quantités d'engrais, les traitements phytoparasitaires et substitué aux labours une préparation du sol moins profonde et donc moins altérante pour la faune du sol. Bien que les rendements soient moins élevés dans le système intégré, les gains sont légèrement supérieurs du fait de la diminution des dépenses pour les engrais, les pesticides et la préparation du sol. Les effets d'écrans végétaux (haies et îlots d'arbres) sur la faune en général et sur la faune utile en particulier, sont également étudiés.

## 5. Conclusions

Les quelques considérations qui ont été émises dans les paragraphes précédents démontrent qu'il serait faux de vouloir se borner à l'application d'une seule méthode pour protéger les cultures contre les ravageurs, les maladies et les adventices ou de rejeter d'office une méthode quelconque. C'est donc vers des méthodes de plus en plus globales et raisonnées qu'on doit se diriger. Ceci suppose l'accumulation de connaissances et une analyse objective de celles-ci. Une conclusion générale se dégage actuellement de cette analyse : les espèces cibles disposent d'un arsenal impressionnant de gènes pour s'adapter aux nouvelles conditions de vie qui leur sont imposées, il est utopique de penser pouvoir les éradiquer. Une deuxième constatation est que l'utilisation des pesticides restera encore pour longtemps nécessaire pour la protection des cultures surtout dans les pays où l'infrastructure n'existe pas encore pour appliquer des méthodes alternatives et où un équilibre existe entre la croissance démographique et celle des rendements agricoles.

Ces constatations ne doivent pas nous empêcher de proposer des améliorations afin que les effets connus et indésirables pour l'homme et son environnement soient réduits ou fortement diminués.

Dans les pays industrialisés, il existe une réglementation d'homologation qui tend à réduire au minimum les inconvénients de l'utilisation des produits phytosanitaires ; elle évolue avec les connaissances acquises mais elle n'est pas en mesure de prévoir les effets à long terme ; ceci n'est d'ailleurs pas spécifique à cette industrie ni aux pesticides. L'industrie ne rejette plus, comme il a été le cas, le concept de la protection intégrée ; on voit de plus en plus apparaître des produits spécifiques qui peuvent être utilisés dans d'autres stratégies de lutte.

Dans les P.V.D. et surtout en Afrique de sérieuses améliorations peuvent être obtenues surtout en ce qui concerne la protection de l'utilisateur, du consommateur et de l'environnement. Le Conseil phytosanitaire interafricain de l'O.U.A. créé à ces fins, n'est malheureusement pas encore à même de réaliser tous les objectifs qu'il s'est tracés. Il faut absolument que les pays industrialisés aident, de préférence par le biais d'organisations internationales, le plus vite possible à la réalisation des objectifs qui sont vastes et qui supposent des apports financiers considérables. Une infrastructure considérable doit être mise en place pour les services de quarantaine, pour mettre un terme à la commercialisation et l'utilisation incontrôlées des pesticides, pour préserver la santé des citoyens et l'environnement du danger des résidus occasionnés par le manque de formation des utilisateurs. Cette tâche est énorme si on considère les pays intéressés et les difficultés du transfert des connaissances au niveau des utilisateurs, mais le défi doit être relevé.

#### RÉFÉRENCES

- LI LIYING 1986. Mass production of natural enemies (parasites and predators) of insect pests. — *Natural Enemies of Insects*, 7 : 52-62.
- PU ZEHLONG 1984. The principles and methods of biological control of insect pests. — Scientific Press, Beijing.

*Journée d'Étude*  
*Intensification agricole et Environnement*  
*en Milieu tropical*  
(Bruxelles, 5-6 juin 1990)  
Actes publiés sous la direction de  
R. Delleré & J.-J. Symoens  
Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)  
Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)  
pp. 133-149 (1991)

Original : Anglais

## LA LUTTE BIOLOGIQUE, PREMIÈRE PRIORITÉ POUR UNE MAÎTRISE DURABLE DES PARASITES : L'EXEMPLE DU PROJET DE PROTECTION DU MANIOC

PAR

H. R. HERREN\*

### 1. Historique de l'arrivée des parasites du manioc en Afrique

Originaire d'Amérique du Sud, le manioc a été introduit en Afrique à la fin du seizième siècle par les commerçants portugais. Il est aujourd'hui la nourriture de base de millions de personnes sur ce continent. Son succès a été attribué à sa résistance et à sa grande capacité d'adaptation à différents systèmes d'agriculture traditionnelle et aux conditions climatiques sub-sahariennes. Le manioc est à même de grandir et de survivre dans des conditions extrêmement difficiles. De plus, ses racines comestibles peuvent rester dans le sol pendant deux ans et servir d'alimentation lorsque d'autres récoltes sont mauvaises. La cochenille du manioc (CM, en anglais «cassava mealybug», CM), *Phenacoccus manihoti* (Mat.-Ferr.) (Hémiptère : Pseudococcidés), et l'acarier vert du manioc (AVM, en anglais «cassava green mite», CGM), *Mononychellus tanajoa* (Bondar) *sensu lato* (Acariens : Tetranychidés) menacent actuellement cette source de calories et de protéines (feuilles) essentielle à la survie de plus de 200 millions de personnes, habitant dans la ceinture du manioc.

L'acarier du manioc a été découvert en Ouganda en 1971 (figure 1) et la cochenille du manioc, dans la région du Congo/Zaïre en 1973 (figure 2). Ces deux parasites trouvent leur origine en Amérique du

\* Programme de lutte biologique ; Institut International d'Agriculture Tropicale, Station de Recherches du Bénin, B.P. 08-0932, Cotonou (République du Bénin).



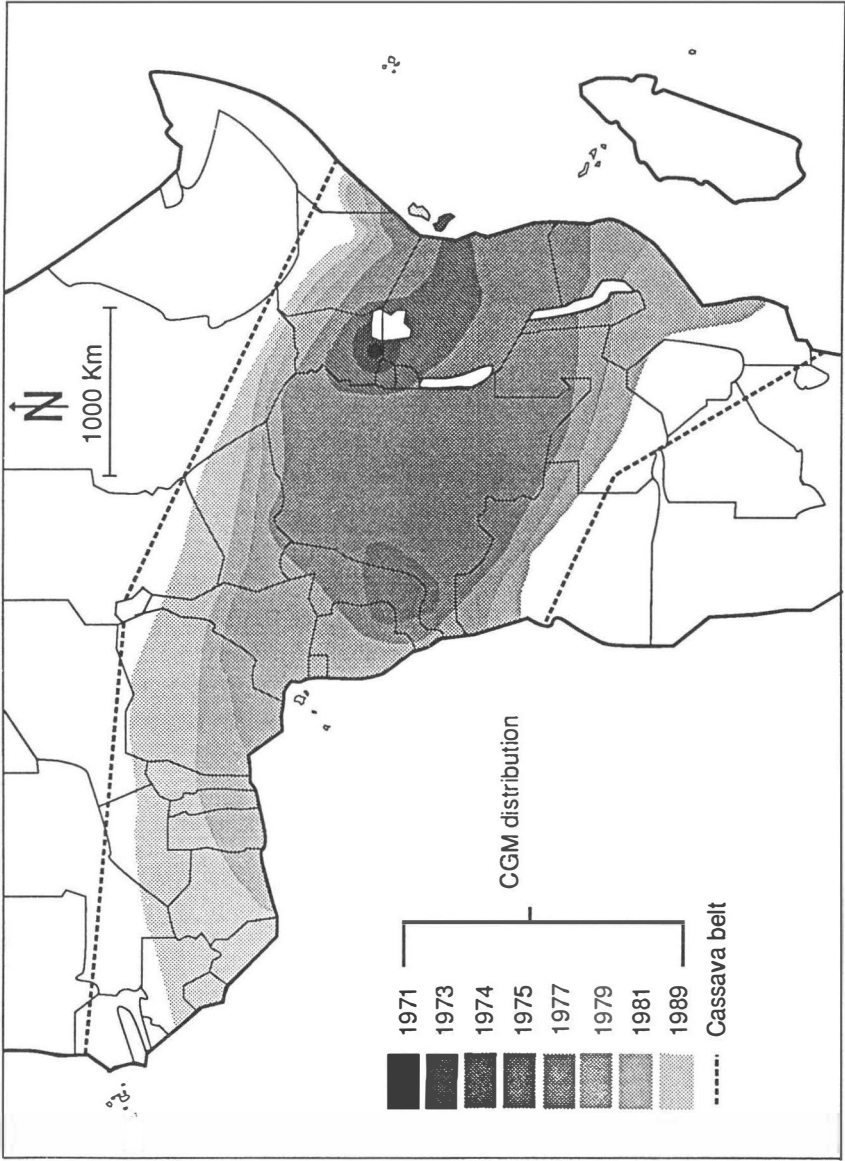


Fig. 1. — Mode d'extension et distribution actuelle de l'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) en Afrique.

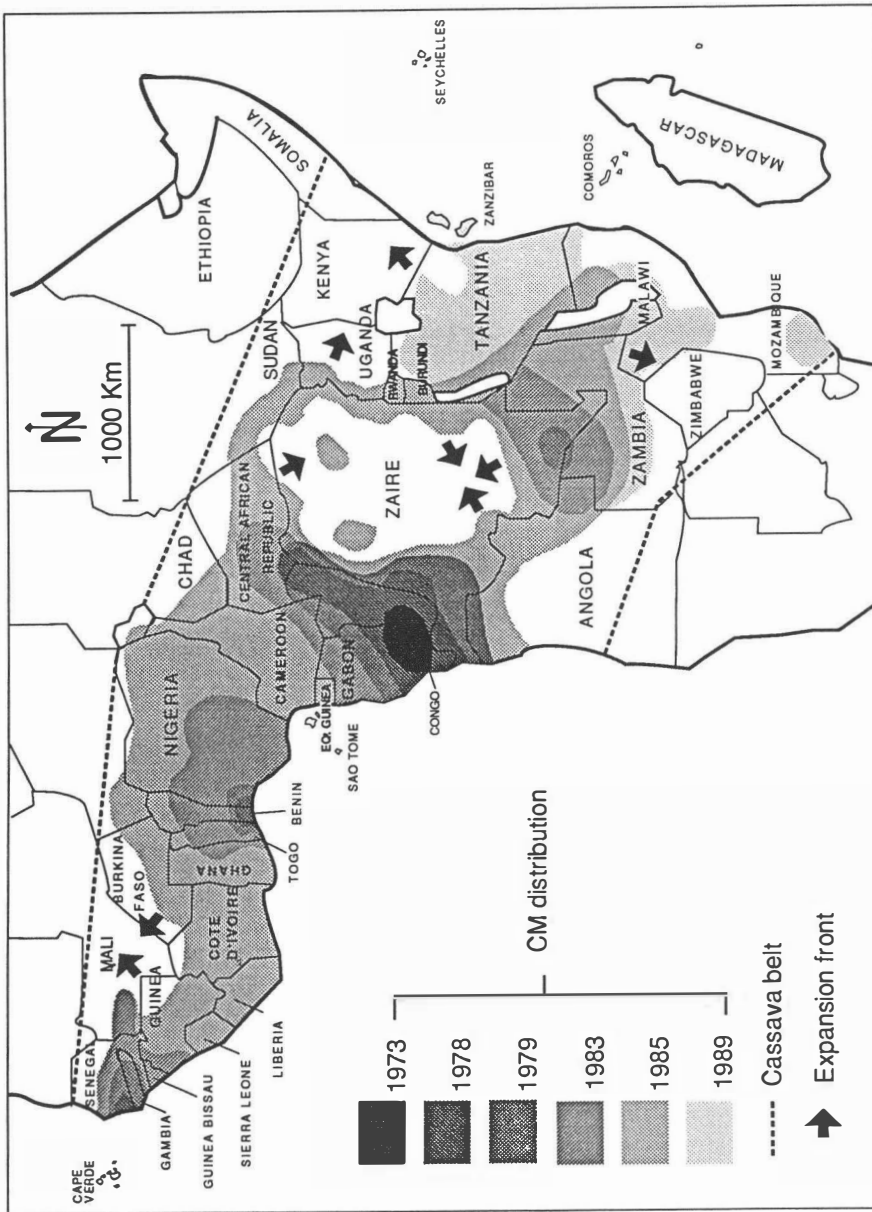


Fig. 2. — Mode d'extension et distribution actuelle de la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) en Afrique. Les flèches indiquent les fronts de progression de la cochenille du manioc.

Sud et se sont aujourd'hui répandus dans l'ensemble de la ceinture africaine du manioc («African cassava belt»). La CM et l'AVM causent d'énormes pertes aux cultures dans un continent où la famine, due à des conditions météorologiques défavorables, est une éternelle épée de Damoclès (HERREN 1981). L'AVM et sa région d'origine étaient connus au moment de son arrivée en Afrique. Ce n'était pas le cas de la CM, une espèce inconnue, qui n'a été décrite qu'en 1977 (MATILE-FERRERO 1977).

## **2. Toile de fond du développement du Projet**

La participation de l'IITA au contrôle de la CM et de l'AVM a débuté en 1977, lorsque l'Institut organisa un séminaire au Zaïre afin de discuter d'éventuelles stratégies de contrôle (NWANZE & LEUSCHNER 1977). Deux régions ont, à l'époque, été identifiées pour la recherche, la résistance de la plante hôte et le contrôle biologique des parasites et des prédateurs. Les travaux devaient débiter au Zaïre, dont le gouvernement avait demandé une solution immédiate à la menace posée par ces deux parasites. À ce moment-là, l'Institut CABI de Contrôle biologique (IIBC) a entamé ses travaux exploratoires en Amérique du Sud afin d'identifier les ennemis naturels de la CM et de l'AVM, alors que l'IITA concentrait ses efforts sur la découverte des sources de la résistance de la plante hôte. Étant donné que deux ans plus tard aucun progrès n'avait été enregistré, les gouvernements du Zaïre et du Congo ont demandé à l'IITA d'accélérer ses efforts de recherche. Le contrôle biologique n'étant pas une des spécialités de l'IITA, pas plus que d'aucun centre CGIAR à ce moment-là, aucun fond n'était disponible. C'est ainsi qu'est né ce que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de Programme de Lutte biologique de l'IITA (PLB). Un projet spécial fut lancé et financé par la FIDA (HERREN 1987). Ce projet dépassa rapidement les capacités d'assistance financière du FIDA et en appela bientôt à l'aide d'un groupe de donateurs.

Les contributions des donateurs du PLB ont représenté un total de 24 millions de dollars entre 1979 et 1989. Cette somme se répartit comme suit : 4 millions de dollars pour les développements en capitaux, 3 millions pour la formation, 10 millions pour la recherche et 7 millions pour l'aide aux programmes nationaux de lutte biologique. Que soient chaleureusement remerciés pour leur aide généreuse et précieuse les organismes d'aide d'Autriche, de Belgique, du Canada, du Danemark,

de la République fédérale d'Allemagne, d'Italie, des Pays-Bas, de Norvège, des États-Unis d'Amérique, de Suède et de Suisse, le Fonds International de Développement agricole, le Centre international de Recherche et Développement et le Programme des Nations Unies pour le Développement.

### **3. Stratégies mises en œuvre pour l'exécution du Projet**

La sélection du contrôle biologique apte à combattre la CM et l'AVM portait sur plusieurs critères. Le premier était la nature exotique des parasites, qui en faisait des candidats de choix pour l'approche classique du contrôle biologique. Ensuite venait l'environnement agricole africain, idéal pour la mise en œuvre d'une lutte biologique : de vastes zones ayant un accès limité, des méthodes de cultures mixtes et rotatives et des pratiques agricoles nécessitant un apport faible ou nul. Dans ces circonstances, la lutte biologique offre une possibilité unique, en satisfaisant les conditions préalables mentionnées ci-dessus et en ne nécessitant pas de contribution des services d'extension, inexistantes ou ne fonctionnant pas dans la plupart des cas. À plus long terme, toute méthode de contrôle des ravageurs en Afrique devra être évaluée en fonction de l'aptitude des gouvernements locaux à les soutenir au niveau financier et humain, ainsi que de sa viabilité et de sa sécurité environnementale et humaine. Dans ces conditions, la lutte biologique répond parfaitement aux exigences et aucun effort ne sera trop important pour parvenir au but fixé : en faire le pilier d'une stratégie moderne et efficace du contrôle parasitaire.

Dès le début, le PLB a été une entreprise multi-disciplinaire, multi-institutionnelle, multi-nationale et multi-continentale, aussi démesurée que les problèmes parasitaires (figure 3) (HERREN 1982, HERREN 1987, GLASS 1988) auxquels elle était confrontée. De nouvelles méthodologies et techniques d'exploration, de culture et de diffusion ont dû être mises au point, étant donné qu'il s'agissait du premier défi d'importance rencontré par le contrôle biologique. Heureusement, de nombreux donateurs et scientifiques reconnurent la valeur et le mérite des propositions et contribuèrent à la poursuite des efforts.

L'idée de base du PLB est l'intégration de toute la recherche, la formation et l'implémentation relatives à un problème dans le cadre d'un projet, dont les différents éléments pourront être exécutés par plusieurs institutions, afin de bénéficier des avantages comparatifs de

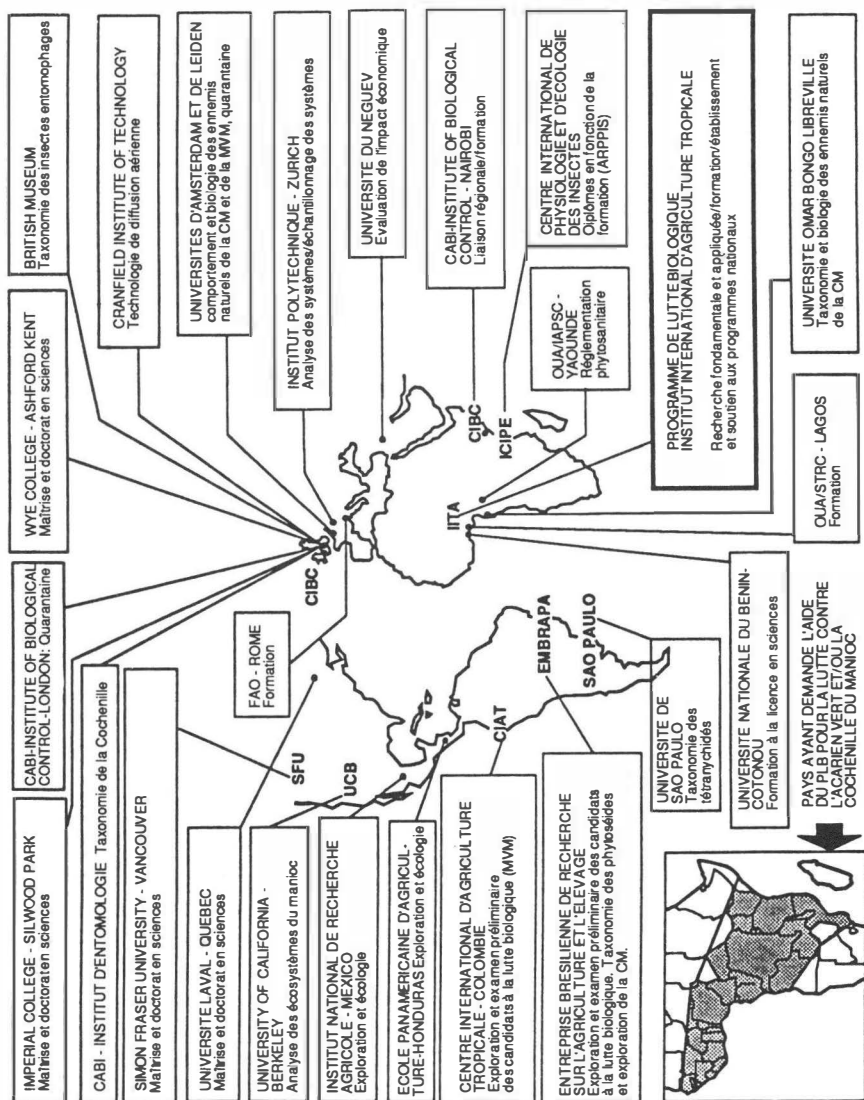


Fig. 3. — Réseau mondial de recherche et de formation du P.L.B.. Les zones hachurées représentent les pays africains qui ont demandé de l'aide pour la lutte biologique contre les parasites du manioc et d'autres cultures.

ces institutions, de mieux utiliser les fonds et d'économiser un temps précieux. Le problème de la mise en œuvre du contrôle biologique en Afrique a dû être examiné de manière particulière en raison du manque presque absolu de connaissances et de soutien logistique dans ce domaine. Rapidement, on a reconnu que le projet de contrôle biologique de la cochenille du manioc pourrait servir de modèle aux scientifiques et aux hommes politiques africains. Outre le contrôle parasitaire en soi, l'objectif était la création et le développement de capacités nationales de lutte biologique (WODAGENEH & HERREN 1987).

Par conséquent, l'idée ne se limitait pas seulement à procéder à des recherches à tous les niveaux, mais visait également à former des scientifiques et des techniciens à la théorie et à la mise en pratique de la lutte biologique et à élaborer, en parallèle, des programmes nationaux de lutte biologique (PNLB) afin de réaliser les projets sur le manioc et de progresser dans la recherche et dans la conscientisation du public.

Le PLB a suivi les procédures courantes de lutte biologique classique, à savoir l'exploration, la quarantaine, l'introduction et la diffusion. De surcroît, une attention particulière a été, et est, accordée à des aspects particuliers tels que la connaissance écologique approfondie du parasite et de ses ennemis naturels dans la région d'origine (LOEHR & VARELA 1987), la compréhension de l'écosystème agricole dans la région d'introduction (NEUENSCHWANDER *et al.* 1987a, b) et le suivi et l'évaluation de l'impact des diffusions (HERREN *et al.* 1987, NORGAARD 1988, NEUENSCHWANDER *et al.* 1989).

L'approche holistique suivie pour le contrôle biologique de la CM et de l'AVM (HERREN 1987, GUTIERREZ *et al.* 1987) et d'autres nouveaux parasites, le développement de technologies efficaces d'exploration, de culture (NEUENSCHWANDER *et al.* 1989, HAUG *et al.* 1987, KLAY 1987), de diffusion (BIRD 1987, HERREN *et al.* 1987) et d'évaluation de l'impact, ainsi que la gestion globale du projet sont des éléments neufs dans le contexte de la lutte biologique classique.

Dans le domaine de la recherche, la philosophie du PLB est de mettre en œuvre des pratiques de gestion parasitaires écologiquement saines, sur la base d'une compréhension quantitative des éléments principaux d'un écosystème naturel et agricole. Toutefois, à long terme, la part de contrôle de la gestion parasitaire pourrait se réduire en faveur de la mise en place de pratiques de gestion limitant l'extension parasitaire.

## 4. Réalisations

### 4.1. EXPLORATION

Le PLB et les équipes de collaborateurs du PLB qui recherchaient les ennemis naturels de la CM et de l'AVM ont identifié plus de 90 espèces en Amérique centrale et en Amérique du Sud. Jusqu'à présent, 15 espèces ont été introduites en Afrique et se sont répandues (HERREN *et al.* 1987). Les études exploratoires et écologiques sur la CM et ses ennemis naturels dans leur région d'origine sont aujourd'hui terminées. Les efforts visent actuellement à compléter nos connaissances écologiques sur l'AVM et ses ennemis naturels dans leur région d'origine et à sélectionner des espèces qui pourraient se répandre en Afrique (YANINEK 1988).

Deux études taxonomiques étaient liées à la phase exploratoire. L'une portait sur l'examen du genre *Phenacoccus* d'Amérique du Sud et était menée à l'Institut CABI d'Entomologie (CAB-IIE), alors que les études morphologiques et physiologiques tendant à résoudre le problème des deux espèces d'acariens étaient réalisées au Centre international de Physiologie et d'Écologie des Insectes (ICIPE). La détermination des emplacements écologiques et d'identification des zones à problème dans les régions de diffusion et d'exploration sont en cours de réalisation au Centro internacional de Agricultura tropical (CIAT). Ces deux démarches cherchent à accroître l'efficacité de l'exploration et à fournir des données pour la présélection des acariens prédateurs.

### 4.2. RECHERCHE FONDAMENTALE

Au cours des cinq dernières années, de nombreuses connaissances scientifiques se sont accumulées sur la plante du manioc et la taxonomie, la biologie et l'écologie de la CM et de l'AVM et leurs ennemis naturels exotiques et locaux (BOUSSENGUET & NEUENSCHWANDER 1989 — articles de presse, DE MORAES 1987, LÖHR *et al.* 1988, LÖHR *et al.* 1989a, b, NEUENSCHWANDER & MADOJEMU 1986, NEUENSCHWANDER & HERREN 1986, NEUENSCHWANDER *et al.* 1987b, NEUENSCHWANDER & SULLIVAN 1987, NEUENSCHWANDER & HERREN 1988, NEUENSCHWANDER & HAMMOND 1988, NEUENSCHWANDER *et al.* 1989b). L'écologie du terrain et les interactions entre

plante et parasite ont été étudiées (GUTIERREZ *et al.* 1988a, SCHULTHESS *et al.* 1987, YANINEK *et al.* 1987, YANINEK *et al.* 1989a, b) et des méthodes d'échantillonnage (SCHULTHESS *et al.* 1989) ont été mises au point afin de servir de base à l'évaluation de l'impact économique et biologique (NEUENSCHWANDER *et al.* 1989a).

Un modèle informatisé de simulation du système de culture du manioc est en passe d'être achevé (GUTIERREZ *et al.* 1987, GUTIERREZ 1988b, c). Ce modèle prend en considération les effets de la température, du rayonnement solaire, de l'azote et de l'eau sur la croissance de la plante. Des modèles de CM et d'AVM ont été développés et associés au modèle de plante de manioc. Pour terminer, un modèle relatif aux parasitoïdes *Epidinocarsis lopezi* et *E. diversicornis* a été superposé au modèle CM afin d'obtenir un outil puissant d'analyse des interactions au niveau tritrophique.

#### 4.3. CONTRÔLE DE LA DIFFUSION ET DE L'IMPACT

Des diffusions expérimentales et opérationnelles ont été réalisées sur plus de 150 sites répartis dans 21 pays d'Afrique (HERREN & LEMA 1982, HERREN *et al.* 1987). Parmi les 14 espèces de parasitoïdes et de prédateurs libérés pour lutter contre la CM et l'AVM jusqu'ici l'*E. lopezi*, l'*Allothropa* sp, l'*Hyperaspis notata* et le *Diomus* sp se sont établis de manière permanente pour détruire la CM. Des opérations de contrôle antérieures et postérieures à la diffusion sont menées par le personnel national formé à des techniques de suivi spécifiques, en collaboration avec des scientifiques du PLB. L'un des ennemis naturels, l'*E. lopezi*, s'est établi dans 24 pays et couvre une superficie de près de 2,7 millions de km<sup>2</sup> (figure 4). Le contrôle approfondi des diffusions au Bénin, en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Malawi, au Nigéria et en Zambie, a montré que les populations de CM sont contrôlées à des niveaux inférieurs au niveau économiquement sensible (NEUENSCHWANDER *et al.* 1989a). Des résultats très prometteurs ont été récemment enregistrés avec la reprise au Bénin et au Kenya, 10 mois après leur diffusion, d'acariens prédateurs exotiques.

#### 4.4. DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNOLOGIE

La première étape de la culture en masse d'ennemis naturels a été la mise au point de techniques de culture hydroponique pour la



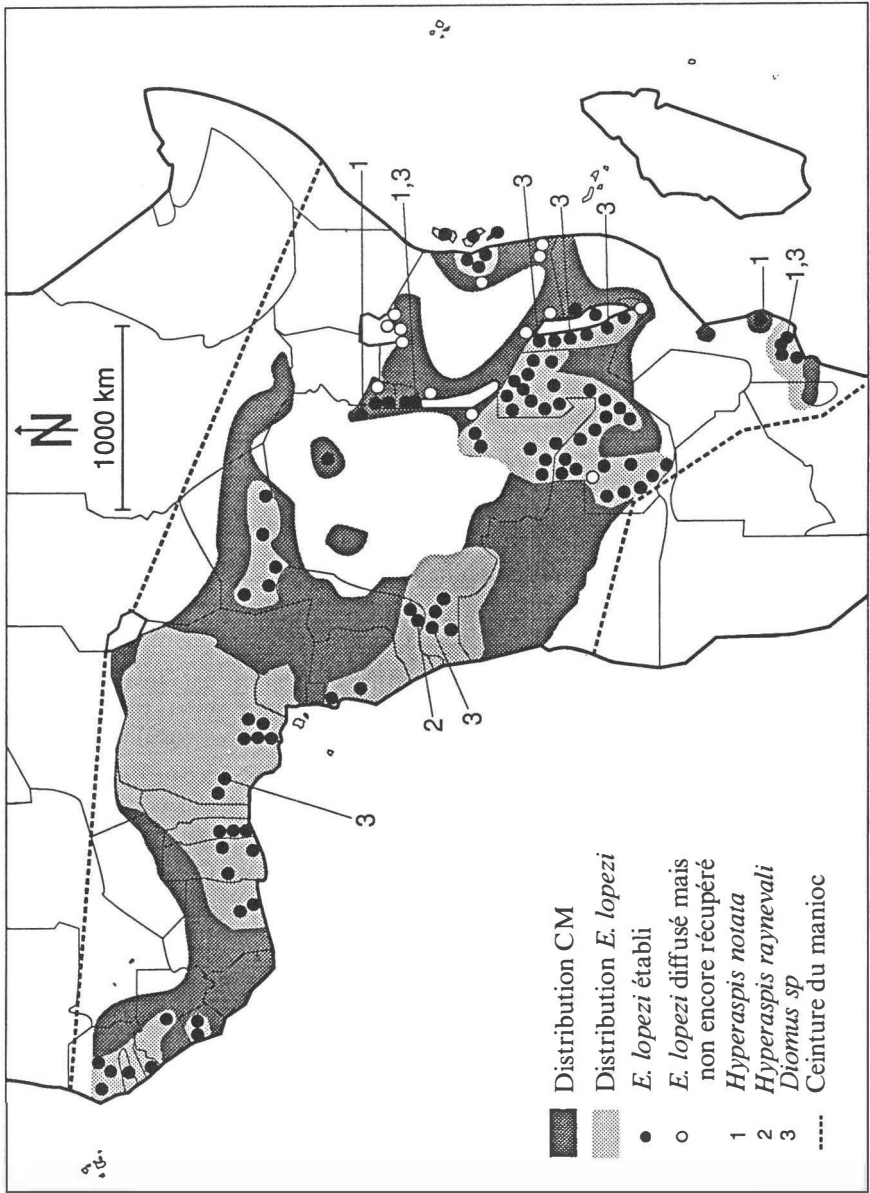


Fig. 4. — Sites de diffusion des ennemis naturels de la cochenille du manioc ; établissement et dissémination d'*Epidinocarsis lopezi* et d'autres ennemis naturels exotiques.

production du manioc. Des technologies efficaces et fiables de culture de masse ont été développées pour la CM et ses ennemis naturels (HAUG *et al.* 1987). Toutefois, les technologies nécessaires au complexe AVM et à ses ennemis naturels ne sont encore qu'au stade du développement (KLAY 1987). Actuellement, un grand nombre d'ennemis naturels de la CM et de l'AVM est produit au laboratoire central du PLB aux fins 1) d'une diffusion à l'échelle du continent en vue de contrôler rapidement la CM et 2) de cultures de départ pour leur production dans les PNLB. La ceinture africaine du manioc couvre une superficie égale à une fois et demi les États-Unis. Une telle extension constitue un obstacle majeur à un contrôle efficace basé sur les méthodes traditionnelles de diffusion au sol pour les ennemis naturels de la CM et de l'AVM. Afin de couvrir efficacement cette zone et d'atteindre les fermiers dont les exploitations ne sont pas accessibles par la route, le PLB a mis au point des systèmes d'emballage automatique et de diffusion aérienne pour les ennemis naturels adultes (HERREN *et al.* 1987, BIRD 1987). Le recours à ces méthodes réduit le taux de mortalité des ennemis naturels (10 à 20% en moyenne contre 80% ou plus en cas de diffusion au sol dans des localités éloignées), étant donné qu'il ne faut que 24 heures entre l'emballage et la diffusion, même dans des endroits éloignés à l'intérieur du continent. Les techniques de culture et de diffusion déjà utilisées et en cours d'études varient selon qu'elles devront être utilisées dans des installations petites, vastes ou centralisées de culture de masse/diffusion.

#### 4.5. FORMATION

À partir du mois de mai 1990, 430 élèves, dont la plupart sont membres du personnel des Programmes nationaux de Lutte biologique (PNCB), auront reçu une courte formation au PLB. Le programme des cours couvre tous les aspects du contrôle parasitaire. Toutefois, l'accent est mis sur la lutte biologique. Le stage comprend des exercices pratiques d'enquêtes, de diffusions et de contrôle. Les candidats choisis ont suivi des cours spécialisés (par exemple, contrôle biologique général, taxonomie), qui leur ont permis d'étendre leurs connaissances dans les pratiques de contrôle biologique.

Une formation couronnée par un diplôme est dispensée à l'IITA et à l'ICIPE, en collaboration avec plusieurs universités d'Afrique, d'Europe, du Canada et des États-Unis, selon les spécialisations, la

langue et d'autres besoins spécifiques. Vingt licences et 18 doctorats ont été décernés jusqu'à présent. Les scientifiques issus de ces programmes de formation seront les dirigeants des PNLB et amélioreront les programmes nationaux (WODAGENEH & HERREN 1987).

#### 4.6. PROGRAMMES NATIONAUX DE CONTRÔLE BIOLOGIQUE

La cochenille du manioc sert de cas-type pour l'application de la lutte biologique et pour l'introduction de cette méthode de contrôle parasitaire en Afrique. C'est pourquoi le PLB a lancé un programme de développement des capacités nationales de contrôle biologique et a apporté une aide financière et technique aux pays qui en avaient besoin. En réponse à leur demande et après analyse des besoins spécifiques, 15 pays ont reçu une aide du PLB pour le lancement des programmes nationaux de lutte biologique (PNLB). Généralement, ils sont élaborés dans le cadre du département de la protection des cultures et servent de base aux activités d'enquête, de recherche et de suivi. Grâce au programme de coopération technique conclu entre le PLB et la FAO, quatre pays ont reçu des fonds afin d'entamer leurs activités de contrôle biologique avec le soutien du PLB. 10 autres pays ont reçu une assistance technique pour les enquêtes, l'évaluation des pertes de rendement et les diffusions. Dans l'ensemble de ces pays, des études préalables à la diffusion ont été menées et, lorsque des diffusions ont eu lieu, un contrôle postérieur est en cours. Ces activités sont réalisées par les PNLB, généralement avec l'assistance technique du PLB. À l'issue de cette phase initiale, les PNLB devraient être soutenus financièrement par des donateurs et épaulés par le PLB.

#### 4.7. ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Le projet CM peut également être évalué d'un point de vue environnemental. Le contrôle biologique a sauvé l'Afrique d'un énorme nuage de pesticides. Dans les parcelles expérimentales du PLB, 8 applications minimum étaient nécessaires au cours de la saison sèche pour contrôler la CM. Si l'on extrapole ce chiffre aux 10 millions d'hectares de terres où le manioc est cultivé, force est de constater l'ampleur du désastre écologique et sanitaire qu'aurait représenté le recours des agriculteurs aux produits chimiques pour combattre la CM, mais qui a ainsi pu être évité.

#### 4.8. ÉVALUATION DE L'IMPACT ÉCONOMIQUE

Une étude de l'impact économique a été réalisée par NORGAARD, à la suite d'un examen du BLP mené par une équipe de Winrock International (NORGAARD 1988). Si l'on part d'une hypothèse conservatrice concernant les réductions des pertes de rendement et une durée de bénéfices de 25 ans, NORGAARD a calculé un rapport bénéfice/coût de 149 contre 1. Des données plus récentes extraites des études d'évaluation de l'impact du PLB ont montré une augmentation de 2,5 tonnes par hectare grâce à la lutte biologique (NEUENSCHWANDER *et al.* 1989a). Cela se traduirait par un rapport bénéfice/coût 3 à 4 fois supérieur à celui de Norgaard. Dans ce cas, une durée de vie subjective de 25 ans a également été considérée. En réalité, le contrôle biologique ne connaîtra pas de limite de temps et les bénéfices seront donc nettement plus élevés.

Les autres avantages économiques, qui ne sont pas directement évaluable, sont la formation et son impact à long terme, ainsi que la protection de l'environnement. Le cas type de la CM et le PLB ont modifié à jamais la manière d'envisager le contrôle parasitaire et montreront, sans aucun doute, la future marche à suivre pour la protection des cultures en Afrique.

### 5. Les nouveautés dans le contrôle biologique en Afrique

Dans les nouveaux bâtiments du siège du BLP à Cotonou, République du Bénin, baptisé Centre de Contrôle Biologique pour l'Afrique, la recherche, la formation et la mise en œuvre des projets couvriront les parasites, les maladies et les mauvaises herbes. Ce centre sera l'épine dorsale de la collaboration inter-institutionnelle entre l'Afrique et sa trentaine de PNLB et le monde entier, en associant les projets des centres CGIAR, des CAB-II BC et d'autres institutions intéressées.

Outre les projets CM et AVM, le PLB a entamé, en collaboration avec le IIBC, des travaux de recherche sur les parasites complexes du maïs et du niébé, la cochenille de la mangue, les criquets et les sauterelles. De nouveaux projets sur le contrôle biologique du *Striga*, du *Chromolaena* et de l'*Imperata* sont en cours de préparation, tout comme le contrôle biologique du charançon de la banane.

Les nouveaux projets du PLB se fonderont, à l'instar des projets CM et AVM, sur des études approfondies des écosystèmes. Le PLB traitera des problèmes parasitaires d'un point de vue holistique, sans négliger dans ses recherches les écosystèmes naturels et agricoles et l'interaction entre ceux-ci. L'objectif du PLB est de développer des pratiques agricoles durables et écologiquement saines, qui réduiront au minimum le recours à des méthodes de contrôle quelles qu'elles soient et, le cas échéant, feront appel aux méthodes de lutte biologique. Les méthodes de contrôle/évitement des parasites seront choisies en fonction des résultats de ces études et pourront comprendre également les pratiques culturelles de contrôle biologique et la résistance des plantes hôtes. Ces méthodes feront le meilleur usage des technologies modernes disponibles, de l'exploration et de l'évaluation de l'impact. De surcroît, le PLB dispensera une formation à la gestion des projets de contrôle parasitaire, l'absence de formation ayant souvent été à la source des échecs passés. La poursuite du plan d'action soigneusement élaboré et associant recherche, formation et développement des capacités nationales, tant au niveau des institutions nationales qu'internationales, permettra de créer l'environnement le plus favorable à un progrès rapide et de trouver des solutions durables et efficaces visant à éradiquer les problèmes parasitaires d'Afrique.

## RÉFÉRENCES

- BIRD, T. J. 1987. Fighting African Cassava Pests from the Air. — *Aerogram*, 4 (5) : 6-7.
- BOUSSIENGUET, J. & NEUENSCHWANDER, P. 1989. Le complexe entomophage de la cochenille du manioc. 3. — Clé simplifiée et annotée pour la détermination des Hyménoptères associés à ce ravageur. — *Revue de Zoologie africaine*, 103 : 395-403.
- DE MORAES, G. 1987. Importance of taxonomy in biological control. — *Insect Science and Application*, 8 : 841-844.
- GLASS, E. 1988. Biological Control of Cassava Pests in Africa. — *Annual Report 1987/88. Consultative Group on International Agricultural Research*.
- GUTIERREZ, A. P., WERMELINGER, B., SCHULTHESS, F., BAUMGÄRTNER, J. U., YANINEK, J. S., HERREN, H. R., NEUENSCHWANDER, P., LÖHR, B., HAMMOND, W. N. O. & ELLIS, C. K. 1987. An overview of a systems model of cassava and cassava pests in Africa. — *Insect Science and Application*, 8 : 919-924.

- GUTIERREZ, A. P., WERMELINGER, B., SCHULTHESS, F., BAUMGÄRTNER, J. U., HERREN, H. R., ELLIS, C. K. & YANINEK, J. S. 1988a. An analysis of the biological control of cassava pests in Africa : I. Simulation of carbon, nitrogen and water dynamics in cassava. — *Journal of Applied Ecology*, **25** : 901-920.
- GUTIERREZ, A. P., NEUENSCHWANDER, P., SCHULTHESS, F., HERREN, H. R., BAUMGÄRTNER, J. U., WERMELINGER, B., LÖHR, B. & ELLIS, C. K. 1988b. An analysis of the biological control of cassava pests in Africa : II. An assessment of the biological control of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. — *Journal of Applied Ecology*, **25** : 921-940.
- GUTIERREZ, A. P., YANINEK, J. S., WERMELINGER, B., HERREN, H. R. & ELLIS, C. K. 1988c. An Analysis of biological control of cassava pest in Africa. III. The interaction of cassava and the cassava green mite. — *Journal of Applied Ecology*, **25** : 941-950.
- HAUG, T., HERREN, H. R., NADEL, D. J. & AKINWUMI, J. B. 1987. Technologies for the mass-rearing of cassava mealybugs, cassava green mites and their natural enemies. — *Insect Science and Application*, **8** : 879-881.
- HERREN, H. R. 1981. IITA's role and action in controlling the cassava mealybug in Africa. — *IITA Research Briefs*, **2** (4) : 1-4.
- HERREN, H. R. 1982. Cassava mealybug : An example of international collaboration. — *Biocontrol News and Information*, C.A.B., **3** : 1.
- HERREN, H. R. 1987. Africa-wide biological control project of cassava mealybug and cassava green mites : A review of objectives and achievements. — *Insect Science and Application*, **8** : 837-840.
- HERREN, H. R., BIRD, T. J. & NADEL, D. J. 1987. Technology for automated aerial release of natural enemies of the cassava mealybug and cassava green mite. — *Insect Science and Application*, **8** : 883-885.
- HERREN, H. R., NEUENSCHWANDER, P., HENNESSEY, R. D. & HAMMOND, W. N. O. 1987. Introduction and dispersal of *Epidinocarsis lopezi* (Hymenoptera : Encyrtidae), an exotic parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Homoptera : Pseudococcidae), in Africa. — *Agricultural Ecosystems and Environment*, **19** : 131-144.
- KLAY, A. 1987. The Cassava Green Spider Mite Biological Control Programme : The Use of the Population Models to Monitor Mass-production of Natural Enemies. — *In* : Workshop on Status and Prospect of Integrated Pest Management for Root and Tuber Crops in the Tropics. IITA (Ibadan, 25-30 Oct. 1987).
- LOEHR, B. & VARELA, A. M. 1987. Report on the Cassava Mealybug Exploration Activities in South America. — *International Report, IITA-BCP*.

- LÖHR, B., NEUENSCHWANDER, P., VARELA, A. M. & SANTOS, B. 1988. Interactions between the female parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (Hym. : Encyrtidae) and its host, the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hom. : Pseudococcidae). — *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, **105** : 403-412.
- LÖHR, B., VARELA, A. M. & SANTOS, B. 1989a. Life-table studies of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*. — *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, **107** : 425-434.
- LÖHR, B., SANTOS, B. & VARELA, A. M. 1989b. Larval development and morphometry of *Epidinocarsis lopezi*, parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*. — *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, **107** : 334-343.
- MATILE-FERRERO, D. 1977. Une Cochenille nouvelle nuisible au Manioc en Afrique Equatoriale, *Phenacoccus manihoti* n. sp. (Hom. Coccoidea Pseudococcidae). — *Annales de la Société entomologique de France N.S.*, **13** : 145-152.
- NEUENSCHWANDER, P. & MADOJEMU, E. 1986. Mortality of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Hom., Pseudococcidae) associated with an attack by *Epidinocarsis lopezi* (Hym. Encyrtidae). — *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **59** : 57-62.
- NEUENSCHWANDER, P., SCHULLTHESS, F. & MADOJEMU, E. 1986. Experimental evaluation of the efficiency of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid introduced into Africa against the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. — *Entomologia Experimentalis et applicata*, **42** : 133-138.
- NEUENSCHWANDER, P. & SULLIVAN, D. 1987. Interactions between the endophagous parasitoid *Epidinocarsis lopezi* and its host, *Phenacoccus manihoti*. — *Insect Science and Application*, **8** : 857-859.
- NEUENSCHWANDER, P., HAMMOND, W. N. O. & HENNESSEY, R. D. 1987. Changes in the composition of the fauna associated with the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, following the introduction of the parasitoid *Epidinocarsis lopezi*. — *Insect Science and Application*, **8** : 893-898.
- NEUENSCHWANDER, P., HENNESSEY, R. D. & HERREN, H. R. 1987. Food web of insects associated with the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Homoptera : Encyrtidae), in Africa. — *Bulletin of Entomological Research*, **77** : 177-189.
- NEUENSCHWANDER, P. & HAMMOND, W. N. O. 1988. Natural enemy activity following the introduction of *Epidinocarsis lopezi* (Hym., Encyrtidae) against the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hom., Pseudococcidae), in Southwestern Nigeria. — *Environmental Entomology*, **17** : 894-902.
- NEUENSCHWANDER, P. & HERREN, H. R. 1988. Biological control of the

- cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, by the exotic parasitoid *Epidinocarsis lopezi* in Africa. — *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Ser. B, **318** : 319-333.
- NEUENSCHWANDER, P., HAMMOND, W. N. O., GUTIERREZ, A. P., CUDJOE, A. R., BAUMGÄRTNER, J. U., REGEV, V. & ADJAKLOE, R. 1989a. Impact Assessment of the Biological Control of the Cassava Mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile Ferrero (Hemiptera : Pseudococcidae) by the Introduced Parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (DeSantis) (Hymenoptera : Encyrtidae). — *Bulletin of Entomological Research*, **79** : 579-594.
- NEUENSCHWANDER, P. HAUG, T., AJUONU, D., DAVIS, H., AKINWUMI, B. & MADOJENU, E. 1989b. Quality requirements in natural enemies used for inoculative release. Practical experience from a successful biological control programme. — *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **108** : 409-420.
- NORGAARD, R. B. 1988. The biological control of Cassava Mealybug in Africa. — *American Journal of Agricultural Economics*, **70** : 366-371.
- NWANZE, K. F. & LEUSCHNER, K. 1977. Proceedings International Workshop on the Cassava Mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Pseudococcidae). (Zaire, June 26-28, 1977).
- SCHULTHESS, F., BAUMGÄRTNER, J. U. & HERREN, H. R. 1987. Factors influencing the life table statistics of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. — *Insect Science and Application*, **8** : 851-856.
- SCHULTHESS, F., BAUMGÄRTNER, J. U. & HERREN, H. R. 1989. Sampling *Phenacoccus manihoti* in African Cassava Fields in Nigeria. — *Tropical Pest Management*, **35** (2) : 193-200.
- WODAGENEH, A. & HERREN, H. R. 1987. International co-operation : training and initiation of national biological control programmes. — *Insect Science and Application*, **8** : 915-918.
- YANINEK, J. S., HERREN, H. R. & GUTIERREZ, A. P. 1987. The biological basis for the seasonal outbreak of cassava green mites in Africa. — *Insect Science and Application*, **8** : 861-865.
- YANINEK, J. S. & HERREN, H. R. 1988. Introduction and spread of the cassava green mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari : Tetranychidae) an exotic pest in Africa and the search for appropriate control methods : a review. — *Bulletin of Entomological Research*, **78** : 1-13.
- YANINEK, J. S., HERREN, H. R. & GUTIERREZ, A. P. 1989a. The dynamics of the cassava green mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar), in Africa : experimental evidence of the effects of temperature and host plant on population growth rates. — *Environmental Entomology*, **18** : 633-640.
- YANINEK, J. S., HERREN, H. R. & GUTIERREZ, A. P. 1989b. The dynamics of the cassava green mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar), in Africa : seasonal factors affecting phenology and abundance. — *Environmental Entomology*, **18** : 625-632.





(Bruxelles, 5-6 juin 1990)

Actes publiés sous la direction de

R. Delleré & J.-J. Symoens

Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)

pp. 151-153 (1991)

## ATELIER 2

### DISCUSSION DES COMMUNICATIONS

(Rapporteur : F. MALAISSE)

La fertilisation et la protection des cultures contribuent grandement à l'intensification agricole en milieu tempéré. Leur application en milieu tropical rencontre diverses difficultés qui seront examinées ci-après. Il convient toutefois de remarquer préalablement :

- l'existence de contraintes sociologiques et économiques, notamment le manque de ressources monétaires et la pression démographique ;
- que la transposition aux régions tropicales des schémas mis au point dans les contrées développées pose des problèmes ardues et que son applicabilité peut être discutée ;
- que la formation agronomique et les infrastructures institutionnelles font parfois défaut pour relayer les transferts technologiques en matière de fertilisation et de protection des cultures ;
- que la pauvreté du paysan en régions tropicales est fréquemment à la base de l'altération de son environnement.

Dans son exposé, le Dr Olembo a développé un bilan global de la fertilisation, premier thème de l'Atelier. De la discussion qui a suivi cet exposé il ressort qu'il existe une nécessité d'augmenter la production agricole du monde tropical. Les approches présentées et les solutions proposées à cet effet furent très diversifiées.

Une première voie consiste à étendre la superficie cultivée, ce qui impliquera localement des modifications de l'environnement et notamment un déboisement accru.

Une autre voie, pour laquelle un consensus s'est dégagé, recherche à intensifier la production végétale de manière durable, ce qui postule une nutrition et une protection phytosanitaire adéquates. Il importe

de créer, de renforcer et de conserver la fertilité des sols. En fait, la triple question suivante est posée : où, quand, comment apporter les fertilisants, et en outre, avec quelle forme de financement ?

Mais l'utilisation de fertilisants nécessite un encadrement scientifique et un suivi de la balance chimique des sols — notamment à partir d'analyses — tant en ce qui concerne les éléments majeurs que les oligo-éléments. On se souviendra, pour ces derniers, que la déficience est parfois peu éloignée des seuils de toxicité ! De plus, les modifications chimiques qui résultent de la fertilisation peuvent outrepasser la résilience de la pédobiocénose et induire des modifications irréversibles.

On peut regretter, par ailleurs, la tendance des organismes internationaux à réduire leurs financements en matière de fertilisants.

Le recours à des systèmes culturaux plus diversifiés, notamment à la culture en couloirs, apparaît comme un appoint. Par l'extension du système racinaire en profondeur, elle favorise une meilleure utilisation de la minéralomasse du sol, elle augmente la quantité de fertilisants maintenus dans l'agro-écosystème, de plus la biomasse foliaire des plantes ligneuses constitue une fertilisation indirecte. L'extension de ce système diminuera par conséquent la pression sur les forêts.

En ce qui concerne la protection des cultures, la présentation du professeur Pelerents a brossé un large tableau introductif relatif à la lutte intégrée. Suite à cet exposé, plusieurs approches parfois contradictoires ont été évoquées.

On peut distinguer deux positions majeures :

- soit transposer en zones tropicales en les adaptant aux situations locales l'utilisation raisonnée des pesticides qui a contribué notablement à l'intensification des productions végétales dans les pays industrialisés ;
- soit développer des systèmes de production originaux, à faibles intrants et à forte productivité, fondés sur les cultures associées et l'agroforesterie.

On passe ainsi de la lutte intégrée contre les maladies, les ravageurs et les adventices, aux systèmes intégrés de gestion des ressources naturelles avec des objectifs agricoles.

En tout état de cause, l'utilisation rationnelle des pesticides en régions tropicales, dans la mesure où elle s'impose, doit prendre en charge une meilleure protection de l'utilisateur et du consommateur ainsi qu'une valorisation des opérations phytosanitaires en développant

des infrastructures de contrôle, de commercialisation et de vulgarisation. Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas d'effets néfastes sur l'environnement. Il faudra encore assurer un financement approprié qui ne pourra le plus souvent être supporté par l'agriculteur.

Il ne peut être question de transférer tels quels, en régions tropicales, des systèmes très élaborés de lutte intégrée mis au point dans d'autres conditions écologiques et socio-économiques. Il convient, au contraire, de passer du concept de protection intégrée au concept de production intégrée sur base de mises au point et d'expérimentations dans les régions concernées. Ceci postule la formation de cadres et la mise en place d'infrastructures en vue de développer le capital humain sur base d'une croissance économique. On constituerait de la sorte des paquets technologiques intégrés, couvrant à la fois la production agricole, l'économie villageoise et la santé.

D'autre part, dans le cadre des méthodes phytotechniques et des systèmes de culture, la discussion a mis l'accent sur l'hétérogénéité qui prévaut dans la polyculture, les cultures associées, les mélanges de variétés avec pour conséquence un tamponnement du développement des parasites et des ravageurs.

On a suggéré également une meilleure analyse des systèmes locaux de production et on a insisté sur la nécessité de mettre en place des essais comparatifs qui seraient suivis, analysés et interprétés, pendant une durée suffisante pour permettre d'en apprécier le caractère soutenable.



ATELIER 3

LA MÉCANISATION



## LA MÉCANISATION À MOTEUR

PAR

E.-R. ELA EVINA\*

### 1. Introduction

L'environnement tropical doit et devra fournir à une population en forte croissance de l'énergie (bois ou autre énergie renouvelable et/ou énergie fossile), des matériaux de construction, des fibres pour les textiles, des aliments et devra permettre de dégager des ressources suffisantes pour se procurer ailleurs ce qui fait défaut sur place et assurer un développement des pays du continent africain.

Si l'on considère l'Afrique, ce continent comporte des États dont le produit national brut (PNB) par habitant et la part relative de l'agriculture dans ce PNB sont très inégaux (voir tableau 1).

L'Afrique dispose déjà d'un certain nombre de produits agricoles obtenu en majorité en culture manuelle traditionnelle et en culture attelée un peu plus performante. Seulement, l'ensemble de ces productions n'entrent que pour moins de 2% dans le commerce mondial et le PNB global de l'Afrique est équivalent à celui de la petite Belgique.

Des écarts de proportion aussi flagrants soulignent le caractère un peu délicat de la situation du continent et obligent la communauté africaine et internationale à tenter quelque chose de décisif et de durable, donc en préservant les ressources d'avenir et les potentiels actuels en obtenant dans le maximum de cas la régénération des ressources, donc sans détruire la forêt, sans anéantir la fertilité des sols arables, sans polluer l'eau et en faisant régresser les déserts.

\* Président de l'Association Euro-africaine des Centres de Mécanisation agricole ; B.P. 1040, Yaoundé (Cameroun).



**Tableau 1***PNB et part de l'agriculture dans l'économie des États africains*

Pays	PNB 1989 millions de \$	Croissance (En %)	PNB/ Hab.	Part de l'agriculture (En % du PNB)
Afrique du Sud	65598	2,40	1825	6,00
Algérie	64409	2,00	2610	12,00
Angola	4400	0,00	534	37,00
Bénin	1328	-0,20	296	46,00
Botswana	1298	6,00	1029	3,00
Burkina Faso	2014	13,00	210	38,00
Burundi	1352	4,00	252	59,00
Cameroun	11768	5,50	1059	24,00
Comores	165	2,10	375	23,00
Congo	1828	2,50	828	12,00
Côte d'Ivoire	7729	-3,00	712	36,00
Djibouti	362	2,00	1109	44,00
Égypte	36143	3,00	658	21,00
Éthiopie	5824	0,00	121	42,00
Gabon	2852	-2,00	2767	11,00
Gambie	197	6,00	239	25,00
Ghana	5881	5,30	389	51,00
Guinée	1910	6,00	261	40,00
Guinée Bissau	133	-5,10	147	41,00
Guinée Equat.	75	0,00	216	42,00
Kenya	8041	5,00	328	31,00
Lesotho	634	3,50	368	21,00
Libéria	1021	-0,70	417	37,00
Libye	22386	0,00	5659	5,00
Madagascar	2321	0,70	208	43,00
Malawi	1256	-0,30	164	37,00
Mali	1684	1,40	192	54,00
Maroc	15879	5,70	601	19,00
Maurice	1725	7,60	1457	15,00
Mauritanie	831	-0,30	434	37,00
Mozambique	2633	3,00	171	50,00
Namibie	357	1,00	272	19,00
Niger	1660	-3,10	237	34,00
Nigéria	36806	-3,40	340	30,00
Ouganda	3872	-2,60	242	76,00
RCA	842	-2,80	317	41,00
Rwanda	2219	7,50	292	37,00
Sénégal	3922	3,80	519	22,00
Seychelles	235	6,00	3217	2,00
Sierra Léone	1181	1,80	293	45,00
Somalie	1643	-0,30	206	65,00
Soudan	7593	-0,20	317	37,00
Swaziland	636	10,00	788	45,00
Tanzanie	4608	3,50	183	61,00
Tchad	764	-2,00	163	43,00
Togo	1017	4,70	291	29,00
Tunisie	9607	3,50	1200	18,00
Zaïre	5028	1,40	149	32,00
Zambie	1843	1,20	241	12,00
Zimbabwe	5241	0,20	538	11,00

Actuellement, les prévisions concernant les réserves de ressources naturelles sont plutôt pessimistes pour un certain nombre de produits : certains minerais, le bois à cause de la déforestation rapide, certains produits agricoles à cause de l'effondrement de la fertilité des sols, et enfin, l'avancée des déserts s'ajoute à ces baisses des réserves.

Pour enrayer les dégâts, il paraît assez évident que c'est par l'agriculture qu'il faut commencer. Or les chiffres actuels de production des denrées agricoles montrent une certaine tendance à la stagnation depuis quelques années (chiffres QUID 1989).

**Tableau 2**

*Production actuelle de denrées agricoles en Afrique*

Produits	Surface totale de production (Mha)	Rendement (Qx/ha)	Production totale (Mt)
Maïs	19.4	14.2	27.7
Millet	15.5	6.9	10.7
Sorgho	14.8	8.1	11.9
Blé	8.9	13.8	12.3
Riz	5.5	18.6	10.2
Orge	5.1	9.4	4.8
Coton (graine)	4.0	9.3	3.7
Patate douce	1.1	61.3	7.0
Pomme de terre	0.8	79.1	6.4

Des chiffres et des tendances de la production, on peut raisonnablement déduire que cette stagnation est l'indice d'un état d'équilibre, peut-être fragile, entre l'ensemble des facteurs en jeu : fertilité des sols, variétés cultivées traditionnellement, pratiques culturales, niveaux d'énergie mis en jeu, motivation des paysans, marché.

Il est possible, et les exemples sont bien connus, d'agir sur chacun des facteurs pour obtenir une augmentation significative des rendements :

- Fertilité avec les engrais et les amendements ;
- Pratiques culturales avec les recherches agronomiques ;
- Variétés : avec les sélections variétales ;
- Érosion : avec les systèmes d'aménagements spéciaux ;
- Marché et motivation : avec les politiques de prix agricoles ;
- Niveaux d'énergie : avec les moteurs.

Mais, pour l'instant, rien de réellement durable n'a été obtenu. La majorité des agriculteurs ne répondent pas aux propositions qui leurs sont faites.

Les questions que l'on est alors en droit de se poser concernent les coûts des moyens à mettre en œuvre, les arguments et les critères de motivation, ainsi que l'impact sur l'environnement.

Un certain nombre de projets intégrant très intimement les aspects de protection de l'environnement sont déjà en cours ou prêts à être déployés sur le terrain et notamment à Madagascar sur les hauts plateaux et dans la région du lac Alaotra.

## **2. Problèmes liés à la motorisation**

### **2.1. POSITION DU PROBLÈME**

Nous allons nous intéresser ici plus particulièrement à l'outillage et au moteur comme facteurs d'augmentation des rendements, qui reste l'objectif principal, et nous allons essayer de définir ce que la motorisation peut apporter et comment elle peut porter atteinte au milieu biologique.

Le moteur a permis de lever un bon nombre de contraintes dans les domaines suivants.

### **2.2. LES TRANSPORTS**

Le moteur a décuplé les capacités de transport des produits. Les tracteurs sont d'ailleurs surtout valorisés de la façon suivante : transport de produits agricoles du champ vers le village puis vers le lieu de transformation, de matériaux de construction, et transport de personnes.

Cet aspect du moteur a provoqué dans certains cas de véritables désenclavements de régions entières jusque-là isolées notamment en saison des pluies, il a dynamisé une production agricole auparavant stagnante parce que non exportable et donc non valorisable (cas de la région d'Andilamena à Madagascar et en Côte d'Ivoire, par exemple).

Le transport est à l'origine d'un développement parallèle du commerce, il crée de nouveaux besoins et amène de nouveaux produits sur le marché général et local.

En tant que tel, le transport n'a pas un impact énorme sur l'environnement et celui-ci reste limité à l'emprise d'une piste le plus souvent, d'une route bitumée dans le meilleur des cas.

Les routes doivent cependant être aménagées et entretenues pour résister à la pression du milieu naturel.

Pourtant il y a des exemples de problèmes sérieux, spécialement en Amazonie avec la transamazonienne mais ce sont surtout des communautés humaines qui ont été gravement touchées plus que l'environnement lui-même.

On peut cependant noter qu'il y a des risques induits.

Dans la mesure où des zones deviennent accessibles en permanence, les prélèvements sur le milieu naturel s'intensifient et peuvent devenir trop importants. L'équilibre est rompu, c'est souvent le cas pour les forêts proches des villes. Ce type de risque affecte en particulier les ressources à longues périodes de régénération.

Avec le développement des transports, un autre équilibre va s'établir. Il n'est plus gouverné par la quantité de produits exportables pendant une période donnée, souvent inférieure aux capacités de production du milieu, mais par les capacités même de production du milieu, fertilité, surface, intensité de culture.

Le milieu peut être altéré plus ou moins rapidement.

Dans la mesure où les transports font apparaître de nouvelles ressources ou plutôt peuvent être à l'origine d'une augmentation des prélèvements sur le milieu, il peut devenir nécessaire de mettre en place des systèmes performants de gestion des ressources :

- Formation ;
- Prix ;
- Quotas ;
- Législation.

### 2.3. LA PRODUCTION AGRICOLE

En ce qui concerne la production agricole, l'outil motorisé permet d'accéder à un autre niveau d'énergie et de puissance, bien supérieur à celui atteint par le travail manuel ou d'un attelage.

Bien des aspects sont très positifs. Il permet tout à la fois d'étendre la surface agricole cultivée en gagnant sur les espaces autrefois inutilisables (forêts, marais, terres sur des cuirasses), de travailler plus tôt en saison alors que les terres sont encore trop dures pour le travail

manuel ou pour les attelages, de travailler plus profond (on passe de 8 cm à 28 cm de profondeur de labour, de 10 à 60 cm en sous-solage), de travailler sur de plus grandes largeurs simultanément, de travailler plus vite et plus longtemps.

Cet ensemble de possibilités nouvelles permet l'éclatement des anciennes semelles de labour, une décompaction bénéfique pour la réoxydation en profondeur des sols et une augmentation significative de la réserve utile en eau des sols. Par contre, corrélativement, on dilue la matière organique. Ce sera donc un paramètre à surveiller.

On risque aussi la déforestation abusive, les départs d'érosion hydraulique, fluages ou éoliens, les phénomènes de compactage qui peuvent non seulement modifier la structure des sols mais aussi le pédoclimat ou leurs paramètres physico-chimiques (hydromorphie, réduction, modification des pH).

Il faut donc gérer tous ces plus car ici l'environnement est menacé et spécialement les sols cultivés. Les exemples de départs d'érosion dus à des tracteurs et à l'utilisation d'outils inadaptés ou dans de mauvaises conditions ne sont pas rares et je pense que chacun de vous peut en décrire au moins un.

Il est clair, et nous en sommes conscients à notre niveau, que la motorisation mal conduite, avec des outils inadaptés ou utilisés n'importe comment peut conduire à des catastrophes écologiques irréversibles à court ou moyen terme.

Pour la mise en culture de zones à potentialités agricoles, la connaissance des risques qui pèsent sur l'environnement doit nous amener à les contrôler et à proposer des choix technologiques et agronomiques spécifiques, pas forcément en phase avec les schémas déjà connus au Nord.

## 2.4. LES AMÉNAGEMENTS

En parallèle à la production agricole, le moteur a rendu possible des aménagements hydro-agricoles, par exemple, à l'échelle de bassins versants ou de régions entières. Dans ce cas, l'environnement est pris en compte pour évaluer la durée de vie des ouvrages et les normes d'entretien. Il y a des échecs importants (le barrage d'Assouan), mais aussi des réussites où des régions entières deviennent productrices.

Certaines approximations faites se sont révélées fausses et, en particulier, les apports minéraux des bassins versants vers les ouvrages qui sont souvent plus importants que prévu et qui imposent des

entretiens plus coûteux et des systèmes de protection des ouvrages et du milieu contre l'érosion. Les modifications à grande échelle des milieux contiennent des éléments de risques majeurs pour les écosystèmes de régions entières.

## 2.5. LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

Le moteur, pour fonctionner nécessite une source d'énergie. Il peut la trouver directement sur le site, chute d'eau, bois, déchets agricoles, vent, etc., mais aussi l'importer, pétrole ou électricité. Dans le cas d'utilisation d'une ressource locale, la source d'énergie peut être insuffisante pour couvrir des besoins en augmentation et peut disparaître plus ou moins rapidement, c'est en particulier le cas du bois.

Pour illustrer ces propos, je vous propose l'étude de quelques cas concrets.

## 3. Impact des outils sur le milieu : Étude de cas

### 3.1. INSTALLATION DE PARCELLES AGRICOLES EN ZONE FORESTIÈRE AU CAMEROUN

L'installation de parcelles agricoles suppose ici un défrichement de la zone avec un dessouchage et pour mettre en valeur des parcelles de taille significative, seul un matériel puissant peut venir à bout de la grande masse de végétation à enlever.

Ceci met le sol à nu et provoque un véritable stress du profil pédologique. C'est un facteur de perturbation spécialement violent et très profond. Ceci dit, la culture est possible après une telle défriche.

L'horizon humifère mesure alors 10 cm d'épaisseur et va évoluer en trois mois seulement dans les nouvelles conditions pédologiques auxquelles il sera soumis. Du fait de sa structure, le sol va subir de profondes altérations. Il va être lessivé et érodé en surface et ceci même sous la protection d'une culture de couverture.

Le maintien de la fertilité de ce type de sol après défrichement et en culture intensive va nécessiter de gros apports d'amendements et une surveillance particulière des paramètres physico-chimiques, ce qui est rarement fait.

Dans les zones forestières, où il faut énormément de temps pour régénérer les sols après défrichage, dans ce cas de figure un certain

nombre de gens proposent plutôt d'implanter une culture pérenne qui remplace la forêt et nécessite moins de passages d'outils. Les plantations pérennes et la proximité des villes et des axes routiers ont contribué à fixer l'agriculture.

Les paysans ne déplacent plus les villages à la recherche de terres à défricher. Les planteurs de cafés ou de cacao sont obligés de rester à proximité des parcelles pour entretenir leurs arbres. La jachère des champs vivriers, autrefois très longue mais indispensable devient de plus en plus courte (du fait de l'augmentation continue de l'effectif de la population).

La forêt ne peut plus repousser et les terres trop fortement mises à l'épreuve sans restitution complète ne retrouvent plus leur fertilité. Une forte érosion est ici le résultat le plus spectaculaire de cette sur-exploitation.

Mais à partir de faits constatés en Afrique tropicale humide, de savanne arborée et arbustive, on voit clairement que le mode de culture traditionnel après défrichement conduit à brève échéance à une détérioration mesurable et continue de la plupart des caractéristiques physiques, organiques et chimiques des sols. Seule la faible consommation d'espace permet aux systèmes traditionnels de se maintenir.

Cette évolution des sols après déforestation permet d'assurer une production agricole faible mais stable, de 500 à 1000 kg/ha par an pendant une période de 10 à 15 ans. Au-delà, les rendements diminuent et parfois même s'effondrent. Cette évolution est marquée semble-t-il par des seuils faisant intervenir le salissement des champs par les mauvaises herbes, l'appauvrissement minéral et surtout par le démantèlement de l'organisation structurale de la couche de terre cultivée (C. PIERI).

À cet égard, les pratiques traditionnelles de culture se montrent de ce point de vue beaucoup moins préservatrices du patrimoine foncier qu'on a pu le croire.

La dégradation des terres résulte en fait indirectement des stratégies suivies par les agriculteurs pour alléger leurs contraintes de travail, la plus limitante à court terme dans ces systèmes de production.

De fait, la mise en valeur de ce type de terres grâce à la motorisation va faire apparaître des contraintes bien spéciales, va nécessiter des machines bien spéciales et des techniques bien spéciales.

Si nous avons déjà aujourd'hui une partie des machines, nous n'avons pas de techniques bien adaptées, voire même identifiées, ni de conducteurs d'engins formés spécialement. C'est une des préoccu-

pations du CENEEMA qui cherche à définir quelles sont les techniques les plus appropriées et qui intégreront à la fois les problèmes de coûts de revient des résultats à obtenir, les paramètres agronomiques à obtenir ou à conserver et les problèmes de valorisation non pas des déchets de défrichement mais des produits de défrichement.

Il nous appartient donc de construire et de régler nos machines en fonction des directives et des jalons des agronomes et des forestiers.

### 3.2. SAVANES AU CAMEROUN

Si les origines des problèmes posés sont très différentes, un échec conduit aux mêmes résultats : baisse de la fertilité des sols, érosion renforcée et non-renouvellement des ressources.

Dans les zones de savane, la strate herbacée est dominante avec un rapport C/N fort, ce qui induit une évolution lente de la matière organique. Pour les systèmes traditionnels basés sur des jachères plus ou moins longues et une faible intensité culturale, une jachère de graminées exubérante à enracinement profond et dense permet de retrouver certaines caractéristiques de fertilité des sols ferralitiques.

Des essais ont montré qu'il faut deux ans pour diminuer l'instabilité structurale des sols de cette façon, il faudra quatre ans pour remettre le taux de matières organiques à un niveau compatible avec l'agriculture et il faudra six ans pour reconstituer le taux de bases échangeables et redresser le pH.

Dans les systèmes mécanisés à traction animale, seule la préparation des terres n'est pas faite à la main. La culture attelée ne va bénéficier réellement qu'au labour et au transport. Les autres travaux, et notamment les chantiers de désherbage ou de récolte sont toujours conduits manuellement, ce qui a toujours beaucoup limité les possibilités réelles d'augmentation de la productivité d'ensemble.

Par contre, ces systèmes permettent en principe une fertilisation organique éventuellement complétée par une fumure minérale. Elle est basée surtout sur la poudrette de parc (fumier sec de parc à bœufs). Mais, des essais de longue durée (C. PIERI) ont montré que dans ces systèmes, la fertilisation uniquement organique perd de son efficacité à long terme. Ceci paraît étroitement lié à l'acidification des sols qui se manifeste progressivement dans ces circonstances.

Le moteur, sous forme de motoculteur ou de tracteur, permet de lever les contraintes qui pèsent non seulement sur le labour mais



aussi sur l'entretien de la culture (sarclage mécanique après un semis en ligne), la récolte et le transport des produits.

Les avantages techniques sont ici aussi bien clairs. Par contre, les outils associés peuvent provoquer des dégâts et en particulier déclencher des phénomènes d'érosion éolienne en conditions sèches ou des départs de sols en conditions humides.

Il y a donc lieu de choisir des outils et, là encore, de définir les règles de travail avec les machines. D'où l'échec partiel de l'opération Blé dans l'Adamaoua où les 3000 hectares défrichés ne répondent pas à ce que l'on escomptait.

### 3.3. EN ZONES SAHÉLIENNES AU NORD CAMEROUN

En zones sahéliennes, où il y a peu de biomasse naturelle, la culture s'y substitue et améliore donc les choses.

Dans ce type de sols, l'utilisation de tracteurs ou de motoculteurs est souvent à l'origine de préparation trop fine des horizons cultivés qui deviennent alors spécialement sensibles au vent et à l'engorgement. De plus, la puissance des engins permet de travailler les sols en dehors des saisons traditionnelles (labours à sec), ce qui allonge d'autant les périodes à risque. Mais nous avons à notre disposition des matériels qui permettent de limiter ce genre de risques (semoirs adaptés au semis directs).

Dans ces zones, les atteintes à l'environnement et les prélèvements sont graves. On estime que les prélèvements de bois de feu, la divagation des animaux et les feux de brousse coutumiers dépassent de 30% les capacités naturelles de régénération des ressources.

## 4. Conclusion

Le moteur peut modifier profondément l'environnement, de façon favorable, par exemple en rendant fertiles des zones jusque là incultes, en permettant l'aménagement de grandes régions et en permettant l'implantation de systèmes de protection eux aussi à l'échelle d'un bassin versant ou d'une région.

En revanche, il est clair que toutes les caractéristiques initiales des sols ne seront pas conservées là où l'outil motorisé sera utilisé. Au pire le milieu sera détruit, au mieux les récoltes seront abondantes et l'environnement bien géré.

L'utilisation du moteur doit donc s'accompagner d'une réflexion et d'une gestion particulière de l'espace. Il n'est pas forcément en phase avec les critères traditionnels des paysans et en suppose de nouveaux. Un dernier exemple, les riziculteurs du lac Alaotra à Madagascar, qui travaillent à la main ou avec un attelage sont persuadés, et ils le vérifient chaque saison avec leurs outils, que plus un sol est émietté, les mottes pulvérisées, meilleurs seront les rendements du riz sur la parcelle.

C'est exact avec leur herse et leurs bœufs, à leur niveau de puissance. Lors de démonstrations avec des herse rotatives animées par des tracteurs, ils ont retenu comme étant le plus favorable, la ligne d'essais où le sol était réduit en poudre. Au premier coup de vent un peu fort (les sols sont tourbeux) le sol a été emporté. Des colonnes de poussière apparaissaient (Centre semencier Lac Alaotra). Le mieux estimé est l'ennemi du bien.

La motorisation est un outil et n'est qu'un outil. Elle n'est que le prolongement direct des bras de l'homme. L'homme peut donc par ce biais faire plus. Plus de production mais aussi plus de dégâts.

Il y a donc lieu de prévoir des formations réelles des utilisateurs.

Mais ne nous trompons pas de cible. C'est bien l'homme qui doit être contrôlé et formé. Il ne sert à rien de se battre contre une machine.

Enfin, je voudrais vous soumettre quelques dernières remarques.

— Noter aussi que même avec un tracteur, il faut un certain temps pour réaliser un travail donné. En dessous de ce temps minimum, l'outil ne fait plus le travail pour lequel il est conçu et on bâcle. L'ennui c'est que la limite entre un travail rapide et un travail bâclé n'est pas toujours très évidente à l'œil.

— Un travail motorisé peut aussi encore être pénible, difficile ou délicat à réaliser, ce qui suppose obligatoirement la formation et la sensibilisation des chauffeurs avant de les mettre sur des engins. Tout le monde en est bien persuadé et pourtant...

— De ce fait, la motorisation s'accompagne donc d'un ensemble de mesures et de règles et les outils de modes d'emploi. Elle ne permet en aucun cas de s'affranchir des règles, ce qui semble pourtant une idée bien ancrée chez beaucoup de monde, appuyée par la facilité avec laquelle on travaille lorsque les conditions sont favorables.

— Enfin, pour que le bilan soit positif il faut que le moteur puisse permettre des économies d'échelle vis-à-vis de l'environnement, permette de maintenir les ressources, de les renouveler ou de les diversifier.

### Annexe

*Parc de tracteurs et de moissonneuses batteuses en Afrique  
(en milliers)*

Pays	Tracteurs	Moissonneuses Batteuses
Afrique du Sud	182.5	31.5
Algérie	61.5	—
Angola	10.2	—
Côte d'Ivoire	3.3	—
Égypte	43	2.2
Éthiopie	3.9	0.1
Ghana	3.7	0.4
Kenya	7	0.4
Libye	28.6	—
Madagascar	2.3	0.1
Maroc	31	3.2
Nigéria	10.3	—
Ouganda	3.6	—
Soudan	18	1.2
Swaziland	3.8	—
Tanzanie	18.5	—
Tunisie	26	2.6
Zaïre	2.2	—
Zambie	4.4	0.2
Zimbabwe	20.3	0.6
Total Afrique	509.3	49.2

Source : QUID 1985 et Atlas Jeune Afrique 1988.

## LA TRACTION ANIMALE

PAR

R. VAN VAERENBERGH\*

### 1. Quelques définitions en guise d'introduction

La mécanisation agricole considérée au sens large comprend la fabrication, la distribution et l'utilisation de tous les types d'outils, équipements et machines destinés à l'agriculture pour la production, la récolte et le traitement de base des produits agricoles.

La mécanisation implique un travail et requiert des sources d'énergie : selon les cas on utilise la force de l'homme, celle de l'animal ou celle produite par un moteur fonctionnant au gasoil, à l'essence ou à l'électricité. On utilise aussi l'énergie éolienne (pour l'exhaure, par exemple) et hydraulique (pour des moulins à eau, par exemple).

Il s'en suit qu'un programme de mécanisation pour une région donnée exige une stratégie d'utilisation des sources d'énergie disponibles ; au niveau du producteur, une étude est à faire sur le coût de l'énergie en relation avec la production agricole escomptée.

En pratique, on distingue trois classes de mécanisation (on dit aussi technologies de mécanisation) en fonction des sources d'énergie utilisées en agriculture. Ce sont les suivantes :

- La technologie de l'outil manuel que l'homme manipule avec sa propre force ; bien que la plus simple, elle est susceptible d'amélioration dans son adaptation aux besoins locaux ;
- La technologie de la traction animale qui utilise la force d'un animal (cheval, mulet, âne, bœuf, buffle, chameau, lama...) et qui est plus complexe qu'on ne le croit généralement : en effet, pour être

\* Via Mediana 141, Valle Moretta, I-00040 Rocca Priora (Roma) (Italie).

- performante, elle exige une adaptation — souvent difficile à réaliser techniquement — des harnais et outils de travail aux particularités des animaux, aux conditions locales de travail et même aux habitudes de l'homme qui l'utilise ;
- La technologie de la motorisation (tractorisation) qui utilise l'essence ou le fuel comme source d'énergie ; de nos jours elle exige de gros investissements mais elle permet de fabriquer et d'utiliser un équipement agricole hautement performant (s'il est bien choisi pour les conditions du milieu où il doit être utilisé).

## **2. Rôle de la traction animale dans la modernisation agricole**

### **2.1. BREF RAPPEL HISTORIQUE**

En Europe, l'animal a été utilisé pendant des siècles pour les travaux agricoles et le transport. Un système traditionnel d'agriculture s'y est développé dans lequel l'outil manuel et la culture attelée avaient chacun un rôle précis. Cette agriculture traditionnelle s'est généralisée et s'est maintenue en Europe et aux États-Unis jusqu'au siècle dernier.

Parallèlement, des technologies semblables s'étaient aussi développées en Asie, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (en Chine on sait que la culture attelée a été utilisée 2300 ans avant Jésus-Christ).

En Europe, avec le développement industriel, l'agriculture s'est progressivement modernisée : les technologies de l'outil manuel et celle de la traction animale se sont perfectionnées pour devenir plus performantes. Puis, après la deuxième guerre mondiale, cette modernisation s'est brusquement accélérée, le matériel agricole s'est encore perfectionné tandis que la tractorisation remplaça de plus en plus vite le travail à la main et la culture attelée au point de les reléguer aujourd'hui à un rôle marginal dans les pays industrialisés.

Depuis la dernière guerre, de nombreux efforts ont aussi été faits dans les pays en développement pour y introduire des technologies agricoles avancées mises au point dans les pays occidentaux. Mais de nombreux échecs ont enseigné que ce transfert de technologie doit être prudent, bien planifié et que les techniques, comme d'ailleurs le matériel, doivent être adaptées aux conditions locales et y être testées. Ceci vaut surtout pour la tractorisation mais est vrai aussi pour la traction animale. Malgré les améliorations techniques mises au point en Occident, en Asie, la traction animale traditionnelle n'a pu être

améliorée beaucoup, tandis qu'il n'a pas toujours été possible de l'introduire dans certaines régions d'Afrique où elle était peu ou pas connue.

On retiendra de ceci que l'introduction ou la modernisation de la culture attelée requiert certaines conditions pour réussir et qu'une étude est nécessaire dans chaque cas particulier pour vérifier sa factibilité et pour la programmer et l'adapter aux conditions locales. Simultanément une stratégie de l'utilisation de l'énergie en agriculture devrait être définie par les autorités.

## 2.2. PRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ DES DIVERSES FORMES DE MÉCANISATION

Pour fixer les idées sur l'importance relative des 3 formes de mécanisation agricole dans le monde, il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau 1 établi par la FAO en 1975.

**Tableau 1**  
*Surfaces cultivées (millions d'hectares)*

Catégories de pays	Sources d'énergie			Total
	Manuelle	Traction animale	Tracteurs	
Pays en développement :				
— surface	125	250	104	479
— en %	26	52	22	100
Pays développés :				
— surface	44	63	537	644
— en %	7	11	82	100
Monde :				
— surface	169	313	641	1123
— en %	15	28	57	100

Des statistiques globales sur la production et la productivité des différentes formes de mécanisation ne présentent pas grand intérêt pour le problème qui nous occupe car elles ne sont pas très significatives vue l'énorme variabilité des conditions de production. Par contre, il est plus intéressant de faire entrevoir l'incidence de chaque type de mécanisation sur la production au niveau d'une cellule paysanne. C'est ce que le présent exposé tentera de faire.

### 2.1.1. *Technologie de l'outil manuel*

Cette technologie est traditionnelle et prédominante en Afrique. Dans certains pays comme l'Éthiopie, les artisans ont fabriqué au cours des temps des outils de mieux en mieux adaptés aux types de travail à exécuter et à la nature du terrain et qui étaient de bonne acceptation par le paysan. Dans d'autres pays, les outils sont restés peu sophistiqués et peu performants.

Cette technologie très appropriée à l'agriculture traditionnelle de subsistance ne répond pas à la nécessité du moment d'accroître la production d'aliments en fonction de la croissance démographique. En moyenne, une famille africaine ne cultive que 2 hectares avec cette technologie.

### 2.2.2. *La traction animale*

La culture attelée permet à la famille paysanne d'augmenter la surface cultivée et d'améliorer sa productivité grâce à de meilleures méthodes culturales et à l'utilisation plus aisée d'engrais sur un sol mieux préparé (au Burkina Fasso on a relevé dans certains cas une augmentation de la production de 800%). En moyenne on estime qu'un attelage permet de cultiver 6 à 10 hectares de terre.

La productivité et la rentabilité de la culture attelée dépendent de beaucoup de facteurs ce qui explique son succès variable de paysan à paysan et son degré d'acceptation souvent faible dans des régions où elle n'est pas traditionnelle. Cela explique aussi la lenteur de sa diffusion et la nécessité de programmer son développement avec soin et à longue échéance. Citons quelques-unes des conditions de succès de la traction animale.

#### — *Disponibilité de matériel agricole adéquat.*

Disposer de matériel agricole adéquat et performant est un facteur de succès essentiel pour la culture attelée. Dans le Sud et le Sud-Est Asiatique, en Afrique du Nord, en Éthiopie, au Moyen-Orient et dans certaines zones d'Amérique Latine l'équipement pour la traction animale est resté traditionnel et est fabriqué de façon artisanale dans les villages. Si cet équipement convient pour le système traditionnel de culture, il est rarement adéquat pour une intensification ultérieure de la production.

Pour être performant dans une agriculture plus moderne, le matériel agricole de traction animale doit être adapté nonn seulement

aux conditions locales mais aussi aux animaux qui les tireront : or la puissance et les caractères morphologiques des animaux varient beaucoup de région à région. Différents modèles d'équipement sont donc nécessaires ce qui augmente leur coût. Enfin, cet équipement doit être testé localement. Le CEEMAT (France) a efficacement travaillé en ce sens pour l'Afrique de l'Ouest ; il est à espérer que ce genre d'activité se poursuive et se généralise.

— *Disponibilité d'animaux de travail.*

L'animal, source d'énergie en culture attelée, n'existe pas ou en nombre insuffisant dans plusieurs zones agricoles d'Afrique. Son introduction ou sa multiplication ne sont pas des processus aisés et rapides.

Beaucoup d'agriculteurs ne sont pas éleveurs et de ce fait ne se décident pas facilement à adopter la culture attelée. L'achat de bœufs de travail n'est pas toujours bon marché dans des régions à faible densité de bétail. Dans d'autres cas, le bétail disponible est de petit format et ne se prête pas au développement d'une culture attelée vraiment performante : en effet, la force de travail d'un animal est proportionnelle à son poids. La rentabilité de bœufs de travail doit être examinée dans chaque cas particulier.

— *Formation et infrastructure.*

La technique de la culture attelée est simple lorsqu'on la connaît. Pour celui qui doit s'y initier elle semble complexe et un stage de formation est nécessaire. Cette formation comprend le dressage de l'animal (ou plus souvent de la paire d'animaux qui seront attelés ensemble) qui est important pour son bon rendement au travail. La formation doit aussi inclure les soins à donner à l'animal (alimentation, pensage, soins vétérinaires...), l'utilisation correcte de l'équipement et son entretien.

On devine que pour garantir le succès d'un projet de développement de la traction animale, un minimum d'infrastructure vétérinaire et d'encadrement agricole est nécessaire. En outre, l'existence sur place d'artisans capables de fabriquer et de réparer des harnais et du matériel agricole est des plus souhaitables.

— *Marchés pour les produits agricoles et la viande.*

Il va sans dire que l'existence d'un marché pour les produits cultivés et pour les animaux de réforme (viande) constitue une condition *sine qua non* pour le bon développement de la culture attelée : pourtant beaucoup de projets ont négligé cet aspect.



Nous venons de montrer que la culture attelée est une technologie assez complexe et que son succès est lié à plusieurs facteurs. Quand les conditions de réussite sont remplies, la traction animale a par ailleurs des résultats très intéressants. Des enquêtes menées par CAESE *et al.* (1965) montrent au tableau 2 les résultats pour des régions du Sénégal et du Mali où la pratique avait été introduite.

**Tableau 2**

*Augmentation de la surface cultivée après introduction de la culture attelée*

Pays	Région	% d'augmentation de la surface cultivée
Sénégal	Thies	100 %
	Siné Saloum	128 %
	Baoul	158 %
Mali	Haute Vallée	201 %
	Ségou	156 %
	Sikasso	158 %

Si la culture attelée peut augmenter la surface cultivée, ce résultat n'est pas toujours immédiat pas plus que l'augmentation de la production. Les graphiques des fig. 1 et 2 établis par William K. JAEGER (1986) montrent que la formation et l'expérience sont nécessaires pour une bonne utilisation de l'animal (nombre d'heures de travail par an) et pour une extension sensible de l'aire cultivée.

Une autre étude réalisée pour un cas particulier en Gambie (1978) estimait que la culture attelée aurait du permettre d'augmenter de 25% la surface cultivée en arachides mais que si la traction animale se limitait au seul travail d'ouverture du sol et négligeait l'épandage d'engrais le rendement par hectare aurait été moindre qu'avec la culture manuelle. Cette étude n'est pas particulièrement pertinente mais elle attire l'attention sur le fait que la culture attelée n'est pas une panacée et ne devient efficace et rentable que si elle exécute correctement toutes les opérations liées à une culture plus intensive.

### 2.2.3. *La tractorisation*

Les possibilités offertes par la tractorisation ont été clairement exposées par un autre orateur. Qu'il suffise de rappeler ici que la tractorisation permet à un agriculteur du Tiers Monde de tripler la

surface qu'il cultivait avec une paire de bœufs ; le matériel d'accompagnement du tracteur est en général hautement performant et certaines opérations impossibles avec la traction animale le sont en culture motorisée.

Par ailleurs, le coût du tracteur et de son matériel agricole est de nos jours très onéreux : le problème d'un entretien convenable de ce matériel et de l'approvisionnement continu en pièces de rechange est souvent très difficile à résoudre dans certaines régions du Tiers Monde.

Enfin, l'utilisation inconsidérée du tracteur présente des risques pour la conservation des sols et l'environnement.

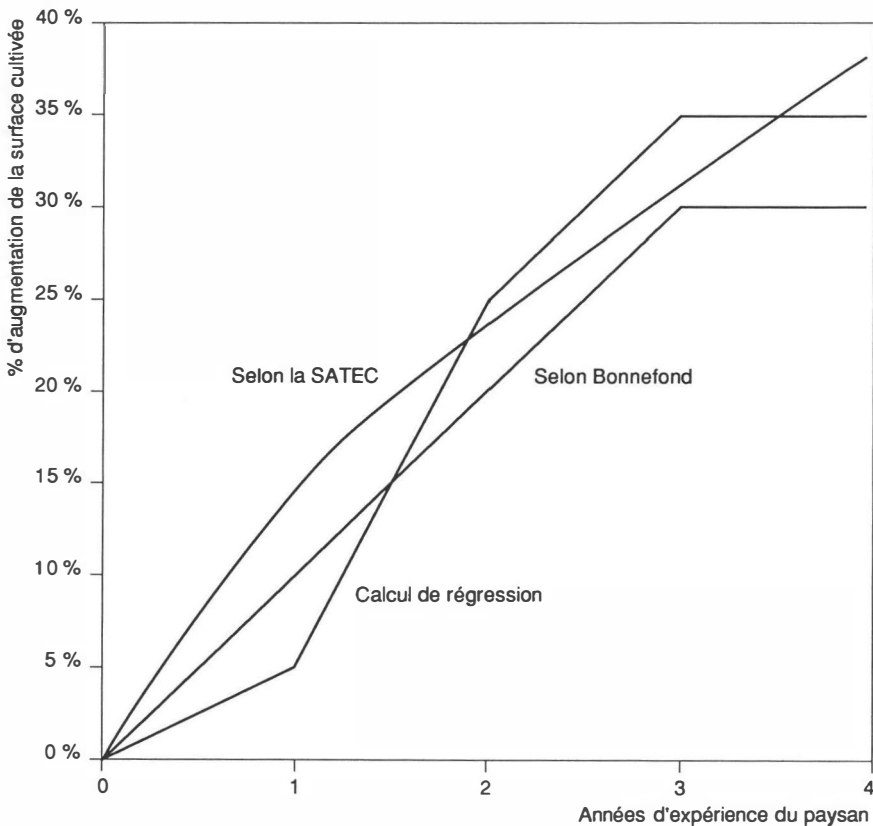


Fig. 1. — Effet de la culture attelée sur l'accroissement de la surface cultivée.

Source : William K. JAEGER (1986).

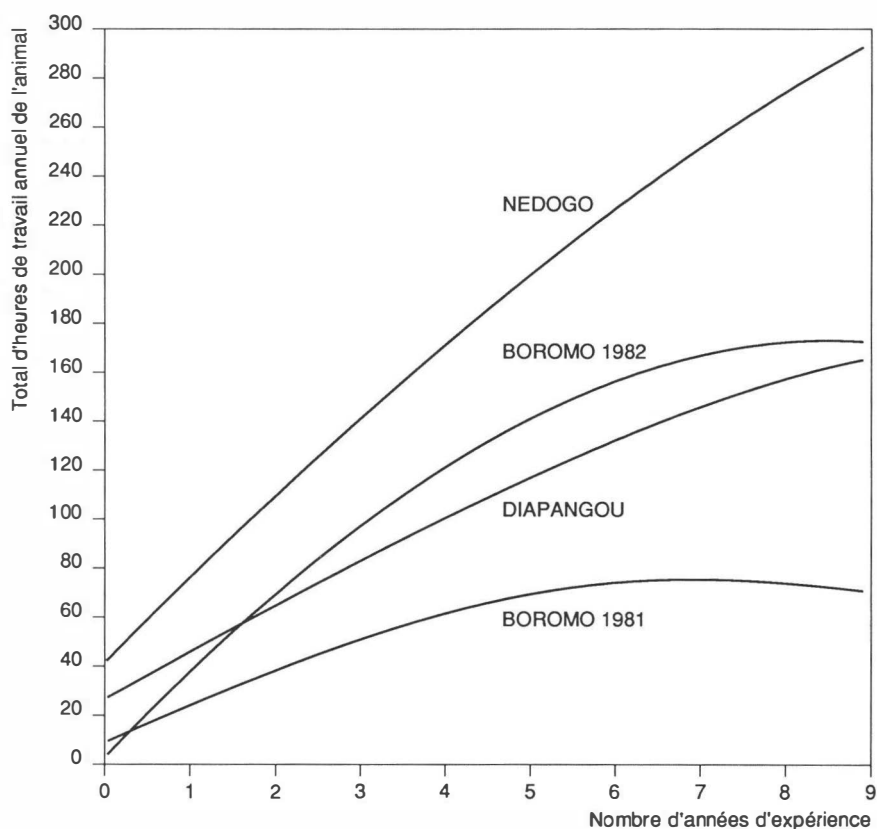


Fig. 2. — Effet de l'expérience sur l'utilisation de la culture attelée (Burkina Faso).

Source : William K. JAEGER (1986).

### 2.3. EFFETS ÉCONOMIQUES ET SOCIAUX DE L'INTRODUCTION DE LA CULTURE ATTELÉE EN MILIEU RURAL TRADITIONNEL

Les principaux effets du passage de la technologie de la culture manuelle à celle de la culture attelée chez un paysan traditionnel sont les suivants :

- Disponibilité d'une plus grande puissance de travail ;
- Possibilité d'entreprendre un plus grand nombre de travaux et de les exécuter à des moments plus adéquats ;
- Gain de temps et disponibilité de plus de temps pour d'autres occupations ou loisirs ;
- Augmentation de la production et des ventes ;

- Plus grande possibilité de diversifier les cultures et d'améliorer les méthodes culturales ;
- Amélioration des systèmes de gestion de l'élevage.

Mais pour atteindre ces résultats, l'agriculteur doit pouvoir investir une somme conséquente (500 000 F CFA en 1988) en Afrique de l'Ouest pour l'achat de bœufs et de matériel et faire face à des frais annuels (270 000 F CFA). Il réalisera alors un bénéfice annuel net de 270 000 F CFA.

Il appartiendra à l'agriculteur de décider si ce bénéfice lui suffit, compte tenu des risques locaux (solidité des marchés, perte possible d'animaux, etc.).

Ces changements au niveau d'un agriculteur pris individuellement se répercutent sur la vie du village. Le terroir se modifiera comme on verra plus loin. Mais la vie sociale aussi évoluera, les relations avec les villages et la ville voisine se développeront. La nécessité de réparer, voire de fabriquer des harnais et des outils créeront des activités artisanales et commerciales nouvelles.

Du fait que toute la famille de l'agriculteur ne doit plus se consacrer à temps plein à la culture, certains de ses membres pourront s'adonner à d'autres activités ou aller travailler dans des exploitations voisines ou en ville.

À la longue, les changements socio-économiques seront profonds et il y aura parfois des risques de sous-emploi ou même de chômage si le développement local n'est pas soigneusement programmé par les autorités.

### **3. Effet de la culture attelée sur l'environnement**

Sous l'effet de l'implantation de la culture attelée dans un village, le terroir et son utilisation se modifieront progressivement.

Il y aura d'abord un déboisement plus important du fait de l'extension des surfaces cultivées : dans un premier temps il y aura donc des sols plus exposés aux vents et aux pluies avec risques d'érosion.

Il y aura donc lieu de prévoir des plantations de jeunes arbres pour enrayer l'érosion éolienne et des aménagements au sol en travers des parcelles pour lutter contre l'érosion par les pluies.

Pour nourrir les animaux, les paysans installeront des pâtures. Ici aussi il y a risque de détérioration du sol sans un bon aménagement des pâtures.

Tableau 3

CE QUI COÛTE (%) POUR 4 HA		CE QUI RAPORTE
1. <i>Le coût de propriété (charges fixes)</i>		
— Paire de bœufs	150 000 CFA	
— Série d'outils attelés	350 000 CFA	
Durée probable de ces moyens :	10 ans	
— Provisions pour le renouvellement par année de culture	50 000	<b>Viande des bœufs</b> Après 5 à 8 ans : Attribution par année 200 000 CFA  25 000
2. <i>Coût de la campagne (charges variables annuelles)</i>		
— Nourriture des bœufs (fourrage et ration)	50 000	
— Soins (vaccins, médicaments)	3 500	
— Réparations	3 000	
— Valeur du travail (salaires, durée, nombre de personnes)	100 000	— On travaille soi-même — On fait travailler les bœufs chez les autres — On gagne du fumier 100 000 20 000 15 000
— Autres coûts (semences, engrais, traitement...)	60 000	
<b>Total des coûts annuels</b>	<b>266 500</b>	<b>Valeur de vente de la récolte</b> dont autoconsommation <b>Total des gains annuels</b> 350 000 CFA <b>860 000</b>
BÉNÉFICE ANNUEL :	CFA	DONT EN ARGENT : CFA 243 500
Est-ce que ce bénéfice suffit		
pour ce qu'il faut payer en argent (vêtements, impôts, cotisations, sucre, sel, nouveaux investissements),		compte tenu de nouvelles sources de revenus, depuis que l'on travaille avec des bœufs (temps libre) ?
CONCLUSION ÉCONOMIQUE : résultat positif		

Du fait que les animaux de trait séjourneront à l'étable la nuit et durant les fortes chaleurs, il y aura accumulation de fumier et de purin : ces matières polluantes peuvent néanmoins être utilement recyclées en les utilisant comme engrais pour les cultures.

En résumé, la culture attelée conduit à une intensification avec risques de détérioration du sol et de production de matières polluantes ; mais ces inconvénients peuvent être surmontés aisément si les paysans reçoivent une bonne formation en matière de gestion agricole et du terroir.

#### **4. Rappel des avantages et des inconvénients de la culture attelée**

Les avantages et les inconvénients de la culture attelée ont été suggérés tout au cours des commentaires ci-dessus. Il est utile peut-être de les résumer.

##### **4.1. AVANTAGES DE LA CULTURE ATTELÉE**

La culture attelée présente des avantages certains surtout pour les petites et moyennes entreprises agricoles du Tiers Monde pour les raisons suivantes :

- Elle utilise une énergie renouvelable et non polluante si certaines précautions sont prises ;
- Par rapport à la technologie manuelle, elle permet d'accroître la production agricole grâce à une meilleure préparation du sol et une meilleure utilisation des engrais et/ou du fumier produit ;
- Elle libère l'homme de certaines tâches ardues et lui procure du temps libre pour d'autres activités ; ceci favorise de nouvelles relations sociales et aussi des activités culturelles chez certains ;
- Elle permet une meilleure distribution du travail au sein de la famille et une meilleure utilisation de la main-d'œuvre ;
- Outre l'activité agricole proprement dite, la traction animale permet de développer des systèmes de transport et d'intensifier les relations commerciales avec les villages et villes voisines ;
- Elle requiert des investissements mais ils sont beaucoup plus légers que ceux de la tracterisation ;
- Elle encourage, plus que la tracterisation, à diversifier les productions agricoles ;

- Elle encourage le développement d'activités commerciales et artisanales nouvelles (fabrication d'harnais, vente d'aliments pour bétail et produits zootechniques, objets de ménage voire de luxe...);
- Elle a une influence certaine sur la modernisation des systèmes de production animale.

#### 4.2. INCONVÉNIENTS DE LA CULTURE ATTELÉE

La traction animale a aussi des inconvénients :

- Pour beaucoup de paysans, le coût du matériel agricole d'accompagnement reste élevé ; il est difficile de réduire ce coût parce que ce matériel n'est pas universel et nécessite des adaptations locales (types d'animaux, habitudes des agriculteurs, ...);
- Pour certaines opérations il n'y a pas de matériel de traction animale performant ;
- Des animaux adéquats pour la traction et adaptés aux conditions locales ne sont pas toujours disponibles ;
- La formation des paysans à une utilisation efficace des attelages et du matériel agricole exige du temps et de l'expérience ; la diffusion de cette technologie est donc lente ;
- Un minimum d'infrastructure zootechnique et vétérinaire ainsi que des cadres de formation sont nécessaires ;
- La garantie d'un marché pour les produits agricoles et aussi pour la viande est nécessaire ;
- Sans management adéquat il y a risque de détérioration du sol et de l'environnement ;
- Sans programme de développement local adéquat il y a risque de sous-emploi ou de chômage ;
- Malgré ses avantages évidents, elle ne constitue pas une technologie applicable dans tous les cas ; son introduction dans une région neuve doit être soumise à une étude de factibilité.

### 5. Conclusions

La traction animale a été de fait une étape dans l'évolution de l'agriculture. Mais elle reste de nos jours une technologie valable qui dans certains cas peut coexister avec les autres, et dans d'autres est la plus appropriée.

Elle semble bien adaptée aux petites et moyennes exploitations surtout dans le Tiers Monde lorsque la tracteurisation n'est pas possible ou n'est pas justifiée économiquement.

Comme toute activité humaine, la traction animale peut avoir des effets nuisibles sur le sol et l'environnement mais ce danger est facile à surmonter avec une bonne formation des agriculteurs.

La formation constitue aussi un des facteurs de réussite de cette technologie qui est relativement complexe.

S'il est vrai que la culture attelée peut se développer dans un milieu relativement rustique, elle exige néanmoins un minimum d'infrastructure vétérinaire et zootechnique et un encadrement agronomique compétent.

La fabrication de matériel performant et adapté aux besoins de chaque région doit recevoir une attention adéquate de la part des planificateurs responsables.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ACIAR, 1985. Draught animal power for production. — Townsville, Australia, 385 pp.
- Banque mondiale, 1987. La mécanisation agricole et l'évolution des systèmes agraires en Afrique sub-saharienne. — Washington, DC, 110 pp.
- EUROSTA, 1977. Structure agricole 1950-1976.
- FAO, 1979. Energy for world agriculture. — Rome, 79 pp.
- FAO, 1981. Agriculture : toward 2000. — Rome, 62 pp.
- FAO, 1987. Draught animal power. — *World Animal Review*, 63, 59 pp.
- FAO, 1988. Agricultural mechanization in development guidelines for strategy formulation. — Rome, 6 pp.
- MUNZINGER, P. 1982. La traction animale en Afrique. — GTZ, Eshborn, 449 pp.





(Bruxelles, 5-6 juin 1990)

Actes publiés sous la direction de

R. Delleré & J.-J. Symoens

Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA)

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles)

pp. 183-186 (1991)

### ATELIER 3

## DISCUSSION DES COMMUNICATIONS

(Rapporteur : M.-F. DESTAIN)

La mécanisation est l'utilisation d'équipements animés par une puissance manuelle, animale ou motorisée dans un contexte de production, transformation des produits agricoles. Dans tous les cas, qu'il s'agisse d'une simple houe ou bien d'une machine complexe entraînée par un tracteur puissant, le but de la mécanisation est de rendre plus efficiente l'utilisation de la puissance. Pour situer le problème, rappelons, à titre d'exemple, qu'en Afrique Equatoriale, plus de 95% de la puissance utilisée dans les exploitations agricoles provient de la puissance manuelle. Si on sait que cet effort humain, exprimé en termes de puissance vaut environ 1/10 CV, on mesure les faibles moyens mis en jeu, surtout lorsqu'on sait que la puissance minimum qui devrait être mise en œuvre pour travailler un hectare de façon efficiente est de l'ordre de 1/2 CV.

Outre l'utilisation plus efficiente d'outils manuels, la mécanisation propose deux voies pour intensifier la production agricole.

La première de celle-ci est la motorisation, encore appelée tractorisation. Après avoir rappelé les caractéristiques de l'environnement africain, M. Ela Evina a présenté de manière très nuancée les avantages et les inconvénients de la motorisation.

En matière de travail du sol, la motorisation présente un certain nombre d'avantages :

- La préparation du sol peut être plus poussée et se faire à plus grande vitesse ;
- Il est possible de travailler des sols durs, parfois latéritiques, avec présence de cailloux, indépendamment de la saison ;

- Les opérations culturales peuvent être mieux programmées ;
- On peut réaliser un meilleur contrôle des adventices.

L'outil motorisé permet donc d'une part d'étendre la surface agricole cultivée. Cependant, ceci peut se faire au détriment de ressources précieuses, telles que forêts et pâturages : le labour de pâturages, non compensé par des pratiques fourragères intensives, a conduit à un accroissement du déficit fourrager avec des conséquences sur la productivité du bétail. D'autre part, l'outil motorisé permet d'accroître la productivité des sols. Cependant, le travail du sol classique, avec retournement de la couche arable, conduit à la suppression de toute végétation naturelle sur de grandes superficies ; dans certains cas, ceci peut mettre à mal des sols fragiles, vite emportés par l'érosion.

La motorisation trouve aussi sa justification en matière de transports car elle assure la valorisation de régions jusque-là isolées, ensuite dans le domaine des aménagements hydro-agricoles en permettant d'améliorer la gestion des eaux à l'échelle de bassins versants entiers, enfin au niveau de la production d'énergie.

M. Ela Evina se montre par ailleurs très critique envers les dégradations de sol souvent attribuées aux machines, mais qui résultent parfois de mauvais réglages de celles-ci. Des labours trop profonds ont eu pour conséquence de diluer une matière organique déjà très pauvre. Des hermes rotatives mal employées ont conduit à une pulvérisation excessive des sols entraînant une érosion éolienne importante.

La deuxième voie proposée par la mécanisation est la traction animale. Dans son exposé, M. Van Vaerenbergh montre que celle-ci apparaît de plus en plus comme une solution adaptée aux réalités paysannes. Par rapport à la technologie traditionnelle, la traction animale réduit l'effort du paysan et permet d'accroître la surface cultivée. Avec la technologie traditionnelle, une famille africaine cultive, en moyenne, 2 hectares. On estime, qu'avec un attelage, on peut cultiver 6, voire 10 hectares.

La productivité de la culture avec traction animale dépend de beaucoup de facteurs :

1. La disponibilité en matériel agricole adéquat : celui-ci doit être adapté à la fois aux conditions écologiques locales et aux animaux indigènes ;

2. La disponibilité en animaux de travail : les agriculteurs n'étant pas souvent éleveurs, les animaux n'existent pas toujours en nombre suffisant ;
3. La formation des agriculteurs, qui doit englober notamment l'aptitude à dresser les animaux, les nourrir correctement, les soigner, etc. ;
4. L'existence de marchés permettant d'écouler les produits : ceci est la condition essentielle d'un bon développement de la culture attelée. Dans le même ordre d'idées, il semble que la culture attelée ne devienne efficace et rentable que si elle ne se limite pas au travail du sol mais qu'elle exécute correctement toutes les opérations liées à une culture plus intensive et qu'en particulier elle concerne le transport.

Par rapport à la motorisation, les investissements requis par la culture attelée sont réduits, même s'ils restent importants à l'échelle du paysan. Il n'est néanmoins pas possible de mécaniser avec traction animale toutes les opérations agricoles : étant donné le niveau de puissance requis, il existe peu ou pas de machines de récolte à traction animale. Au niveau de la protection de l'environnement, les dégâts éventuels résultant des machines utilisées en traction animale sont de même nature, à un facteur d'échelle près, que ceux qui proviennent de la motorisation.

La discussion intervenue au terme des exposés a suscité un grand intérêt de la part des participants.

En ce qui concerne l'impact sur l'environnement, l'insuffisance de l'agriculture extensive pour sauvegarder l'environnement a été soulignée, ce qui montre que l'usage de la motorisation doit être bien raisonné. Par contre, en permettant de réaliser un meilleur enfouissement de la matière organique, la motorisation s'avère intéressante pour restaurer la fertilité des sols. La traction animale, quant à elle, ne peut donner lieu qu'à une extensification très modérée et conduit par ailleurs à une intensification de l'élevage et donc à une bonne intégration agriculture-élevage.

D'autres questions à caractère technique, socio-économique ont été abordées. En ce qui concerne les aspects techniques, l'attention a été portée à la fois sur la nécessité d'optimiser la conception des outils destinés à la traction animale et sur les possibilités d'utiliser les vaches et les équins à des fins de traction. L'utilisation des motoculteurs dans les zones hétérogènes a été envisagée, tout en soulignant la complexité

technique de ce genre de matériel. Au niveau socio-économique, on a fait remarquer que la substitution au travail manuel par d'autres sources d'énergie laisse plus de temps libre aux agriculteurs et agricultrices pour des occupations commerciales et culturelles. Par ailleurs, l'intensification risque de provoquer la marginalisation d'un certain nombre d'agriculteurs et entraîne l'apparition de nouveaux producteurs agricoles qui ne sont pas d'origine rurale. Les avantages d'une utilisation commune des attelages et machines par plusieurs agriculteurs ont été soulignés.

Qu'il s'agisse de traction animale ou de motorisation, toute mécanisation est coûteuse et doit nécessairement s'accompagner d'une augmentation de la productivité, suivie d'une hausse du revenu des agriculteurs. Une introduction réussie de la mécanisation est donc liée à l'existence de circuits de commercialisation performants. La nécessité de prendre en compte la protection de l'environnement dans l'introduction d'un système de mécanisation conduit, dans la plupart des cas, à un surcoût. Celui-ci doit intervenir, au niveau de la conception d'un projet, dans toute étude de faisabilité.

Par ailleurs, aussi bien en ce qui concerne la motorisation que la traction animale, la formation des utilisateurs est essentielle. Elle doit parfois vaincre des réticences psycho-sociologiques, spécialement en matière de traction animale, là où les populations n'ont pas une pratique du contact avec les animaux.

Pour conclure, on peut dire que la mécanisation est certes l'une des voies intéressantes pour intensifier la production agricole. L'attention doit cependant être attirée sur le fait que la machine, en dépit de ses performances, n'est qu'un outil : la qualité du travail effectué dépend de nombreuses interactions entre l'outil lui-même, la nature et l'état du sol. Le plus difficile est sans doute de choisir judicieusement l'outil à utiliser, de pouvoir adapter ses réglages aux conditions locales, à la fois écologiques et humaines, de façon à maîtriser les conséquences du travail à court et à long terme. Ceci ne peut se faire qu'à partir d'un dialogue entre spécialistes de l'agriculture tropicale et spécialistes du machinisme agricole.

## SÉANCE PLÉNIÈRE



## INTENSIFICATION AGRICOLE ET ENVIRONNEMENT EN MILIEU TROPICAL. RAPPORT GÉNÉRAL

PAR

J. HECQ \*

### 1. Introduction

Les grandes questions ont été bien posées, et dans l'exposé introductif de R. Delleré, et par les différents orateurs. Mais nous ne nous sommes pas contentés de les poser ; nous y avons répondu sans détour. Si l'intensification correspond presque obligatoirement à un accroissement substantiel de la production, il n'est plus possible de ne pas l'accepter ; si, en plus, l'intensification peut garantir le patrimoine ou mieux, si elle contribue à sa sauvegarde, il n'y a plus à hésiter. Si, par contre, les méthodes d'intensification impliquent les excès que nous connaissons aujourd'hui en Europe occidentale, il nous faut conseiller aux agriculteurs du Tiers Monde de les laisser pour compte.

Sous différentes formes, ces questions traduisent toutes la même préoccupation :

- L'intensification de l'agriculture tropicale est-elle un moyen de préserver l'environnement ou au contraire une cause de son altération ?
- Y a-t-il d'autres moyens de préserver l'environnement tout en accroissant la production agricole ?
- Faut-il, à la limite, ne pas intensifier l'agriculture tropicale pour préserver l'environnement des pays du Tiers Monde ?

\* Président du Bureau AGRER ; Avenue Louise 251 bte 23, B-1050 Bruxelles (Belgique).



— En somme, quelle est l'incidence sur l'environnement des pratiques agricoles intensives appliquées en agriculture tropicale et quelles seraient, à terme, les conséquences de la non-intensification ?

Et, *last but not least*, peut-on contester aux agriculteurs du Tiers Monde le droit de sauver leur situation alimentaire et leur économie par des moyens qui nous sont accessibles mais au nom de principes que nous n'appliquons pas nous-mêmes ?

Les Pays du Tiers Monde sont, à l'heure actuelle, placés devant un terrible dilemme : se nourrir aujourd'hui au risque de mourir demain, ou bien, sacrifier les générations présentes pour sauvegarder l'avenir.

En effet, la destruction du patrimoine naturel, sol et végétation, par l'ouverture continue de nouvelles superficies à destination agricole, conséquence immédiate et directe de l'accroissement démographique, en condamnant les équilibres écologiques, déstructure à terme les potentiels de production.

L'économie des superficies, par contre, retarde le processus et pourrait certainement l'arrêter, voire le retourner. La limitation des pratiques extensives, en épargnant les terres encore en bon état, pourrait permettre leur régénération et la reconstitution des réserves écologiques avant que ne soit atteint le point de non-retour.

Il faut donc sans attendre établir des priorités et distinguer en la matière, sans ambiguïté, le fondamental du secondaire. Il serait bon, qu'en fin de ces journées d'étude, les experts des peuples riches ne se soient pas cachés derrière leur ombre et qu'ils disent aux agriculteurs des peuples pauvres s'il vaut mieux faire un barrage ou utiliser des engrais chimiques, et assumer leurs inconvénients, plutôt que saccager les dernières forêts pour gagner quelques milliers d'hectares de nouvelles terres et reporter ainsi le problème à la génération suivante.

### 1.1. L'AGRICULTURE TRADITIONNELLE

Réf. : H. Dupriez, Systèmes de culture et environnement : La chaleur et le gras des champs, pp. 33-48.

Les systèmes traditionnels peuvent-ils évoluer rapidement pour s'adapter à des changements profonds ou faut-il modifier fondamentalement l'agriculture et la moderniser ? L'intensification ne doit-elle pas davantage faire appel à une meilleure utilisation des ressources humaines et naturelles disponibles ?

Il semble bien que la liste des échecs résultant de l'application des facteurs modernes de production en agriculture tropicale, soit assez impressionnante ; le moindre n'est certainement pas la destruction de la matière organique du sol qui conduit à sa déstructuration.

Les peuples des tropiques ont, dans leur agriculture traditionnelle, mis au point, au fil de leur histoire, de véritables principes logiques d'intensification : de la polyculture à l'étalement des travaux culturaux en passant par les cultures complémentaires, les associations culturales, l'agroforesterie et bien d'autres encore, ces principes contiennent en eux un potentiel d'intensification considérable. De cette constatation, on peut déjà tirer une recommandation : la méthodologie de l'intensification devrait être revue à la lumière des acquis de la science agronomique coutumière.

Il ne faudrait cependant pas surestimer les facultés d'adaptation des systèmes traditionnels de culture. Ces systèmes ont été élaborés au fil du temps, dans des milieux humains stables. Mais aujourd'hui, tout a changé : la démographie, l'information, l'urbanisation, etc. Ces changements ont été trop rapides pour être assimilés par la coutume. L'intensification devient donc inévitable ; elle doit permettre aux paysans de satisfaire de nouveaux besoins et, pour cela, se faire rapidement ; mais elle ne peut exister sans le paysan lui-même, ni contre lui.

Par ailleurs, l'absence d'organisations paysannes et de pouvoirs locaux forts empêche souvent l'application de politiques locales de préservation ou d'amélioration de l'environnement. Seules de telles autorités peuvent elles-mêmes fixer leurs propres règles en la matière. Le rôle de l'État moderne ne serait-il pas de créer les incitations et de pourvoir à la formation des responsables locaux pour qu'ils soient à même de prendre efficacement en compte les problèmes d'environnement ?

## 1.2. LE NOMADISME ET LE PASTORALISME FACE À LA SAUVEGARDE DU PATRIMOINE NATUREL

Réf. : S. M. Touré, Le nomadisme et le pastoralisme face à la sauvegarde du patrimoine naturel, pp. 49-70.

L'élevage traditionnel connaît actuellement en Afrique sahélienne une situation critique caractérisée par une profonde dégradation du milieu physique pastoral, une déstabilisation des sociétés pastorales

traditionnelles et une réduction de son incidence sur l'économie des pays concernés.

Le phénomène de la transhumance, essentiellement lié à la recherche d'eau ou de pâturages en fonction des saisons, provoque, à l'échelle de la sous-région d'Afrique de l'Ouest, des déplacements qui portent chaque année sur des millions de têtes. De tels déplacements ne sont pas sans conséquences sur le milieu et les populations ; leur impact est de plus en plus mal supporté.

Jusque dans les années 50, malgré des effectifs en constante croissance grâce aux progrès sanitaires, les groupes pastoraux ont su avec bonheur exploiter les différentes situations écologiques. Il n'y eut aucune anarchie dans la gestion de l'espace pastoral ; au contraire, la mobilité des troupeaux et des personnes permettait de valoriser la diversité des terroirs.

La situation a vraiment commencé à changer à partir des années 60, avec la pression démographique généralisée. De vastes programmes de puits et de forages ont été entrepris.

Cette évolution à la fois humaine, agricole et infrastructurelle a profondément modifié l'environnement. Les forages notamment ont eu des conséquences souvent désastreuses parce que la conception des programmes et leur mise en place ne prenaient généralement en compte que des objectifs fragmentaires et à court terme. On a pu constater qu'ils entraînaient une modification de la strate herbacée et finalement une baisse de la production de matière sèche, une disparition progressive du couvert sur de grandes superficies à partir des points d'eau, l'érosion et le lessivage des sols.

Les forages ajoutés aux mesures vétérinaires ont entraîné une croissance numérique vertigineuse des troupeaux pour des rendements qui ne faisaient que chuter.

Les conséquences sont donc aujourd'hui tragiques pour le patrimoine sol-végétation des régions sahéliennes.

Le pastoralisme traditionnel a montré ses limites dans les circonstances démographiques qui sont celles du Sahel d'aujourd'hui. Plus grave encore : force est de constater que l'autosuffisance en viande et en lait n'est plus possible.

Les populations touchées par cette catastrophe descendent maintenant massivement vers le sud en dépit des menaces de la trypanosomiase, atteignant les zones soudanaises subhumides ; ces déplacements revêtent un caractère d'exode définitif. Elles vont — elles sont en train

de — répéter là les mêmes pratiques que celles qui les ont conduites à détruire leur pays d'origine. Le conflit est ouvert entre les agriculteurs et les pasteurs ; il résulte évidemment d'une concurrence spatiale.

Si l'on devait laisser se poursuivre les tendances actuelles, il faudrait craindre le pire, c'est-à-dire une sahélisation progressive des nouvelles zones, une dépendance alimentaire de plus en plus grande et des famines.

Parmi toutes les solutions proposées et toutes les recommandations formulées jusqu'à ce jour pour porter remède à cette situation difficile dans laquelle se trouve l'élevage africain et pour sauvegarder le patrimoine naturel qu'il a considérablement détruit, beaucoup ont avancé, à de nombreuses reprises, toute une série de mesures, battues et rebattues... et si peu mises en pratique, parce que finalement trop théoriques et peu réalistes, inapplicables faute de moyens ou de personnel qualifié, faute aussi de politique volontariste.

Beaucoup sont des vœux pieux, mais quelques-unes méritent d'être retenues, ce sont :

- La redéfinition de la vocation des terres à des fins d'égale importance de production et de protection ;
- L'attribution individualisée des terres, la privatisation des parcelles et la pérennisation des droits de propriété ;
- L'enclosure des parcours ;
- La sédentarisation, et par conséquent, l'intensification des pratiques d'élevage ;
- La participation des éleveurs à la conception, à l'élaboration et à la gestion des programmes et des projets qui leur sont destinés.

Toutes ces mesures passent par une politique de sécurisation foncière, une volonté de déstockage des troupeaux, résultante elle-même d'une politique des prix incitative. Elles procèdent aussi d'une incontournable intégration de l'élevage à la culture grâce par exemple au développement de la culture attelée, l'utilisation des résidus agricoles et agro-industriels, la valorisation de la qualité des viandes, etc.

Au-delà cependant de toutes ces mesures et recommandations, certaines grandes idées ne peuvent être passées sous silence : maîtriser la croissance démographique et créer des pôles de développement dans des régions écologiquement favorisées.

## **2. Incidence sur l'environnement de trois facteurs importants de la production : l'eau, les intrants chimiques et la mécanisation**

### **2.1. L'EAU**

#### *2.1.1. Les grands aménagements*

Réf. : O.A.A. Fadl, Les grands aménagements hydro-agricoles et leurs effets sur la production agricole et sur l'environnement. Une étude de cas : l'irrigation de la Gezireh (Soudan), pp. 77-87.

À Gezira, au Soudan, se trouve le plus ancien périmètre irrigué d'Afrique et aujourd'hui le plus étendu. Son analyse peut donc permettre de tirer un maximum de conclusions sur la valeur de l'agriculture intensive irriguée, pratiquée sur une grande échelle et à partir d'infrastructures importantes.

La mise en œuvre de cette importante réalisation fut permise grâce à l'existence d'un énorme territoire pratiquement plan et à la disponibilité de quantités substantielles d'eau provenant de deux grands fleuves.

Les résultats sont-ils à la mesure des travaux entrepris ? Les rendements sont, à cet égard, assez significatifs. Au cours des douze dernières années, on constate que les rendements du coton ont oscillé autour de 0,5 t à l'hectare, ceux du sorgho et du blé entre 1 t et 1,5 t. C'est peu par rapport aux productions d'autres pays, en agriculture irriguée. C'est peu, mais c'est beaucoup parce que plus que rien du tout, dans une région où la pluviométrie n'atteint que rarement 400 mm/an. L'aménagement de Gezira a donc pourvu pendant plus d'un demi-siècle à l'approvisionnement d'une nombreuse population vivant dans une région à écologie difficile.

Cependant, parallèlement à ses effets bénéfiques, le développement de l'agriculture irriguée dans le Gezira a aussi introduit l'usage massif des pesticides chimiques et répandu les maladies associées à l'eau.

Les grands aménagements hydro-agricoles comme le Gezira, par leur ampleur, par l'obligation de les rentabiliser au moyen de pratiques intensives, sont évidemment le siège de profondes perturbations du milieu ; le coton, plante grande consommatrice d'insecticides, participe, de toute évidence, à certaines formes de pollution du sol et des eaux. Certains chiffres avivent les inquiétudes : le périmètre de Gezira utilise annuellement pour 6 M. de dollars d'herbicides et 30 M. d'insecticides !

Les conséquences sur les organismes humains ont déjà été mises en évidence et ce n'est pas rassurant.

Au-delà de l'exemple du Gezira et de ses impacts sur le milieu, se pose tout le problème de la nécessité des grands aménagements hydro-agricoles. Il est évident que les petits aménagements sont plus à la portée des utilisateurs parce qu'ils en possèdent mieux la maîtrise. On ne peut se cacher cependant qu'il existe dans les grands bassins fluviaux tropicaux un potentiel productif considérable, qu'ils recèlent d'immenses capacités d'intensification agricole et, par conséquent, qu'ils sont les mieux à même de nourrir une population en constant accroissement.

### 2.1.2. *L'exhaure*

Réf. : J. Verdier, La problématique de l'exhaure en milieu aride, pp. 89-98.

La multiplication des moyens d'exhaure dans les régions prédésertiques n'a certes pas créé, au cours des dernières décennies, des conditions réellement propices à la conservation d'un patrimoine naturel déjà si précaire.

Les réalisations d'exhaure au Sahel ont commencé à croître rapidement au début des années 70, sous l'impulsion notamment des vétérinaires, soutenus par les bailleurs de fonds. Actuellement, les équipements d'exhaure foisonnent et sont devenus des «éléments du paysage plus qu'un capital de production». La reconstitution des équilibres agro-écologiques et socio-économiques qu'on aurait pu en attendre ne s'est pas produite ; le cours de la dégradation du milieu ne s'est pas ralenti. Le milieu inorganisé et l'attraction du point d'eau ont, par contre, eu tendance à aggraver les dégradations. Le bilan global est donc apparemment décevant.

Et pourtant, les systèmes d'exhaure les plus divers ont été mis en place, ceci au gré des moyens financiers accordés, au gré du souci d'expérimentation de technologies séduisantes, au gré aussi des modes, mais l'absence ou l'insuffisance de toute formation des usagers et leur désintérêt total pour des systèmes dont ils n'avaient pas la maîtrise, une logistique inexistante, un manque de moyens de gestion, ont conduit à un échec quasi généralisé.

Il y eut aussi des succès. En effet, si à l'hydraulique villageoise s'ajoutent des activités rémunératrices telles que productions maraîchère et fruitière irriguées, pépinières forestières, points d'eau bien aménagés

pour le bétail, production irriguée de semences, etc., l'espace rural disponible est compartimenté, utilisé au mieux de sa vocation et protégé. Les villageois ont alors réussi leur mue vers un nouvel écosystème dans lequel ils gèrent leur propre environnement en préservant l'avenir (avec des pépinières de boisement, par exemple), empêchent la divagation du bétail et luttent contre les gaspillages de terres et de produits naturels.

L'impact de tels modèles de développement sur le milieu est important. Ces projets peuvent en outre, et à leur échelle, résoudre les problèmes d'emploi et ceux de la fixation d'une partie des populations. Ils aboutissent à mettre en application trois éléments fondamentaux de la protection du patrimoine de ces régions : le reboisement, une meilleure maîtrise de l'élevage, l'aménagement rationnel et intégré de l'espace. La lutte contre la désertification devient alors possible.

Il faut cependant mettre en garde les concepteurs de projets basés sur l'utilisation des nappes phréatiques pour la culture irriguée ainsi que les utilisateurs de ces nappes eux-mêmes, sur les conséquences à terme de l'épuisement progressif des nappes fossiles. Qu'arrivera-t-il, dans vingt ans ou dans cinquante, aux populations qui auront fondé et aménagé les bases de leur existence, voire de leur survie, à partir de telles nappes ? On ne peut s'empêcher de poser la question : « et après » ?

L'eau est un facteur d'environnement, mais comment mesurer l'impact sur le milieu des projets d'irrigation ? Il serait temps que l'on disposât d'une méthodologie adéquate pour intégrer cette donnée dans l'évaluation économique des projets.

## 2.2. LES ENGRAIS ET LES PESTICIDES

### 2.2.1. *La fertilisation chimique*

Réf. : R. J. Olembo, La fertilisation : Un bilan global, pp. 105-117.

Une constatation générale tout d'abord : au cours des cent dernières années, plus de 60% de l'accroissement des rendements proviennent de l'utilisation des engrais minéraux.

Une seconde constatation, toujours aussi générale : la consommation d'engrais dans le monde s'est accrue en moyenne de 6% par an au cours de la dernière décennie.

Tout cela n'est pas sans conséquence sur d'autres facteurs que les rendements. Il est certain qu'une incorporation aussi massive d'intrants étrangers aux éléments qu'utilise la Nature pour produire, ne s'est pas faite sans modification profonde des équilibres écologiques. Il n'est plus à prouver aujourd'hui que, dans les pays industrialisés, certains taux d'utilisation de matières fertilisantes chimiques ont des inconvénients sur la santé humaine.

Il y a manifestement excès ; on a vraisemblablement dépassé, et de loin, les doses optimales. Ceci ne signifie pas pour autant que les doses optimales au maintien d'un certain équilibre environnemental correspondent aux doses optimales de rentabilité économique. Mais celles-là aussi, on peut craindre qu'elles soient largement dépassées, tout simplement sous la pression des marchands, à qui les règles d'une bonne agronomie sont, semble-t-il, assez hermétiques.

Faut-il maintenant appliquer cette conclusion aux pays en voie de développement ? Heureusement non, tout au moins pas encore. Faute de moyens surtout, c'est-à-dire d'un pouvoir d'achat suffisant, la règle des excès n'a pas encore atteint ces pays.

Dans les pays du Tiers Monde, l'utilisation de variétés améliorées est intimement liée à toutes les autres technologies d'intensification, donc aussi à l'emploi des engrais chimiques. Cette intensification permet une substantielle économie de terres grâce aux hauts rendements qu'elle procure ; elle contribue bien entendu à réduire la famine et la misère.

Dans ces pays tropicaux, l'amélioration de la productivité des terres par l'apport de fertilisants s'accompagne d'autres effets bénéfiques qui sont notamment l'accroissement de la biomasse, une meilleure couverture du sol, la diminution des risques d'érosion, le maintien, voire l'accroissement de la matière organique dans les sols par le développement des systèmes foliaire et surtout racinaire, la purification atmosphérique par stimulation du processus de la photosynthèse, etc.

Les inconvénients qui résultent de l'emploi des fertilisants sont maintenant bien connus : eutrophisation des eaux, toxicité des nitrates, destruction du cycle de l'azote, déséquilibres ioniques, acidification excessive, etc.

Dans les pays en voie de développement, de tels dommages n'apparaissent pas encore d'une manière caractérisée. Il est donc temps d'y penser et de les prévenir. Des méthodes alternatives sont à rechercher et à mettre en œuvre.

Il est vrai, par ailleurs, que toute forme d'intensification est coûteuse et qu'à chaque instant de son existence le paysan du Tiers



Monde doit choisir entre trouver l'argent pour acheter des intrants ou abattre la forêt. C'est une image et un raccourci, bien sûr, mais c'est souvent la réalité. En raccourcissant encore plus le raisonnement, il apparaît que le meilleur moyen de sauver la forêt serait de subsidier les engrais. Et pourquoi pas après tout ? L'agriculture des pays industrialisés est bien presque entièrement subsidiée, d'une manière ou d'une autre.

### 2.2.2. *La lutte intégrée*

Réf. : C. Pelerents, Introduction à la lutte intégrée, pp. 119-132.

La protection des végétaux dans les pays où se pratique l'agriculture intensive se fait presque uniquement à partir de produits chimiques.

Dans les pays industrialisés, en France par exemple, on estime que les intoxications par les produits utilisés en agriculture sont de l'ordre de 4% des intoxications totales. Par contre dans les PVD, ce pourcentage, en ce qui concerne les pesticides, est à multiplier par 10.

Il faut oser en dénoncer les causes. Il s'agit certainement, mais partiellement, de l'absence d'une formation adéquate des utilisateurs et de l'absence de contrôle, mais il s'agit surtout de la malhonnêteté des commerçants qui vendent aux PVD des produits dont l'emploi est interdit dans les pays industrialisés, parce qu'ils sont dangereux, ou tout simplement pour épuiser les stocks.

Comme pour les engrais, il apparaît que ce sont les doses excessives qui entraînent les plus graves conséquences et que celles-ci attentent toujours à la qualité de la vie, c'est-à-dire à l'environnement et au patrimoine naturel.

Il existe des stratégies pour remédier à ces inconvénients. La lutte biologique, qui avait fait naître de grands espoirs il y a une vingtaine d'années, est restée limitée en agriculture intensive. La lutte chimique, de son côté, présentant les inconvénients que l'on sait, il était normal que les recherches se tournent vers de nouvelles stratégies. C'est ce qu'il est convenu d'appeler aujourd'hui la «lutte intégrée».

La protection intégrée est basée sur l'utilisation de toutes les méthodes culturales, prises dans leur acception la plus large ; méthodes, qui, lorsqu'elles sont correctement appliquées dans leur totalité, peuvent tout simplement diminuer l'impact des ravageurs et stimuler l'action des organismes utiles. C'est un retour au bon sens.

Plus précisément, en ce qui concerne l'emploi des pesticides, cette lutte intégrée implique l'application des doses correctes au moment

opportun, la lutte curative plutôt que la préventive, la détection précise, etc., mais surtout, l'application d'un grand principe : les traitements chimiques ne doivent s'effectuer que si le seuil de tolérance économique est atteint, c'est-à-dire le seuil au-delà duquel les dégâts prévisibles dépasseront les dépenses à engager pour éliminer les ravageurs.

L'utilisation des pesticides reste donc nécessaire pour la protection des cultures, surtout dans les pays où l'infrastructure n'existe pas encore pour permettre l'application des méthodes alternatives et où existe toujours un déséquilibre entre la croissance démographique et celle des rendements agricoles.

Mais il faut éviter à ces pays d'en arriver aux excès qui porteraient atteinte à leur environnement et mettre un terme à la commercialisation et à l'utilisation incontrôlées des produits toxiques.

L'accumulation de résidus toxiques dans les milieux naturels par le mésusage des produits phytosanitaires peut être évitée par l'amélioration de la formation des utilisateurs.

Une question reste posée et mérite une réponse catégorique : faut-il transposer au Tiers Monde les méthodes d'intensification qu'appliquent les pays industrialisés ? Non, certainement pas, sauf si elles ont fait leurs preuves et pour autant qu'elles soient adaptées aux conditions locales, y compris humaines.

En tous cas, aujourd'hui, nous n'avons pas assez de recul pour juger de la valeur réelle des engrais et des pesticides appliqués en milieu tropical : il n'y a pas assez d'expériences réalisées *in situ*, ni de formation, ni de structures de contrôle.

### 2.2.3. La lutte biologique

Réf. : H. R. Herren, La lutte biologique, première priorité pour une maîtrise durable des parasites : L'exemple du Projet de Protection du Manioc, pp. 133-149.

La lutte biologique semble adaptée à un environnement agricole tel qu'il s'est développé en Afrique et dont certaines caractéristiques sont entre autres des aires de culture très vastes et souvent d'accès difficile, généralement mal desservies par un service de vulgarisation.

Les difficultés auxquelles se heurtent l'application de ces méthodes et surtout leur contrôle sont nombreuses, notamment par suite de l'absence de formation et de support logistique. Les études et certaines opérations préliminaires, dont la recherche des ennemis naturels d'une part et l'étude de l'écologie et des interactions plantes/pestes d'autre part, sont fondamentales.

On peut, dès à présent, entrevoir la possibilité de développer dans un avenir proche l'utilisation de méthodes de lutte biologique associées à des pratiques culturales qui pourraient minimiser l'usage des contrôles et par conséquent les rendre accessibles à une majorité de régions et de producteurs.

Il est donc possible de dire que la voie biologique, moyennant quelques années de recherche encore, sera, et en tous cas à moyen terme, un moyen sûr de protéger à la fois la production et l'environnement.

### 2.3. LA MÉCANISATION

#### 2.3.1. *La motorisation*

Réf. : E.-R. Ela Evina, La mécanisation à moteur, pp. 157-168.

L'utilisation des moyens motorisés de développement agricole se heurte à la contrainte fondamentale que rencontre toute utilisation d'intrants, c'est-à-dire assurer la régénération des ressources, donc ne pas détruire la forêt, préserver la fertilité des sols arables et ne pas polluer l'eau.

Le moteur a permis de lever un certain nombre de contraintes dans des domaines bien précis : la production bien entendu, mais aussi les transports et l'énergie. En fonction du domaine auquel s'adresse cette motorisation, l'impact sur l'environnement est évidemment différent ; il peut être positif ou dangereux.

En zone forestière, l'impact peut être considérable : la mise à nu du sol provoque un véritable stress du profil pédologique ; le sol est lessivé et érodé en surface. Le maintien de sa fertilité, après défrichement et en agriculture intensive, nécessite de gros apports d'amendements. On constate que, dans les régions forestières tropicales, il faut beaucoup de temps pour régénérer les sols après défrichage.

En région de savane, le dégât le plus couramment provoqué par l'intervention des outils mécanisés est l'érosion éolienne.

En zone sahélienne, la motorisation des travaux est souvent à l'origine d'une préparation trop fine des horizons cultivés qui deviennent alors spécialement sensibles au vent et à l'engorgement. En outre, la puissance des engins permet de travailler le sol en dehors des saisons traditionnelles ce qui allonge d'autant les périodes à risques.

Le moteur peut donc modifier profondément l'environnement parce que les caractéristiques naturelles du milieu sont atteintes.

L'utilisation du moteur doit faire l'objet d'une gestion attentive. Autrement dit, la motorisation doit s'accompagner d'un ensemble de mesures et de règles raisonnées en fonction de l'écologie du lieu et non être considérée comme une solution de facilité et appliquée sans discernement.

### 2.3.2. *La traction animale*

Réf. : R. Van Vaerenbergh, *La traction animale*, pp. 169-181.

Il n'y a aucune raison pour que la traction animale ne présente pas, dans une certaine mesure, les mêmes inconvénients que ceux relevés à l'adresse de la motorisation. Mais il y a quand même une différence d'échelle. Certes, toute mécanisation permet un accroissement des superficies cultivées ; la traction animale n'échappe pas à cette règle et l'on ne répétera jamais assez qu'augmenter les superficies en agriculture ne peut être un but en soi ; si cette augmentation ne s'accompagne pas d'un accroissement substantiel de la productivité le but profond de cette pratique n'est pas atteint.

La traction animale possède un avantage évident sur la motorisation, c'est la présence de l'animal. En fait, elle constitue le premier pas vers l'intégration de l'élevage à la culture, première et incontestable approche de l'intensification. Le bétail de trait, comme tout bétail, produit de la matière organique ; cette matière organique, il faut l'évacuer et la porter sur le champ, d'où la nécessité de la charrette et son introduction de plus en plus fréquente chez les paysans. Le bétail, il faut le nourrir pour en obtenir un certain rendement ; et c'est ainsi l'amorce de l'embouche. En fin d'embouche, les bêtes possèdent encore une valeur marchande. On constate donc, dans l'ensemble, une amélioration des systèmes de gestion de l'élevage et l'utilisation d'une énergie non polluante.

Le bilan est largement positif.

Et l'environnement dans tout cela ? Il y a peu d'impact négatif à vrai dire. L'augmentation de superficie ne prend jamais, grâce à la traction animale, des proportions exagérées. L'embouche du bétail, si elle est bien conduite, ne conduit pas aux catastrophes qu'engendre le pastoralisme ; elle en est tout à l'opposé. Enfin, c'est une excellente école d'apprentissage de bonnes méthodes de culture et d'élevage.

### 3. Conclusions

La question fondamentale posée par ce séminaire est donc de savoir si les systèmes traditionnels d'agriculture, dans les conditions actuelles de pression démographique, altèrent ou non l'environnement. Si la réponse est oui — et il semble bien que ce soit le cas dans tous les domaines examinés — la seule alternative reste donc l'intensification, c'est-à-dire l'accroissement de la production à l'unité de surface.

Ces journées d'études auront mis en évidence deux grands principes :

- 1°) L'intensification conduit à une économie d'utilisation des terres ; cette économie est indispensable pour permettre la sauvegarde et la reconstitution du milieu ;
- 2°) Il ne servirait à rien de protéger l'environnement par des pratiques agricoles intensives si ces mêmes pratiques engendraient à leur tour d'autres formes d'altération de ce même environnement.

L'exemple des pays industrialisés montre à cet égard que les excès de l'intensification sont aussi néfastes à la qualité de la vie et à l'environnement que la pression démographique combinée à l'agriculture extensive.

Les différents conférenciers ont démontré, chacun dans leur domaine, qu'en matière d'intensification, l'excès ou le mésusage étaient nuisibles mais non le principe en soi. L'utilisation des intrants est indispensable à l'agriculture moderne mais il faut qu'entre eux l'équilibre soit respecté.

L'agronomie est une science intégrée ; la présence d'un seul des facteurs de la production, qu'il soit fourni par la nature, par la chimie, par la génétique ou par la biologie de laboratoire, ne suffit pas à lui seul à résoudre à la fois les problèmes de la production et ceux de la sauvegarde du milieu.

Tout acte agricole doit être dicté par le bon sens et raisonné dans le contexte global dans lequel il est posé. Il n'y a pas de solution miracle en agriculture ; il y a par contre un arsenal de moyens, chaque jour des plus performants, que les chercheurs mettent à la disposition des producteurs ; mais encore une fois, l'application d'un seul de ces moyens engendre systématiquement des déséquilibres et conduit inmanquablement à la dégradation du milieu.

Chacun de ces moyens n'est qu'une pierre de tout un édifice ; bien l'intégrer à l'ensemble des autres facteurs de la production, c'est

construire une bonne agriculture ; et bonne agriculture conduit inévitablement à l'accroissement de la production, donc à l'économie de terres, donc à la préservation du patrimoine naturel, donc à la sauvegarde de l'avenir.

Si la vraie agriculture intensive peut être définie comme celle qui, à long terme, conserve l'environnement, elle devrait être aussi celle qui, par un modernisme raisonné, est susceptible de garder, voire d'attirer à nouveau, la jeunesse vers les campagnes.

Pour terminer ces deux journées de réflexion, on peut proposer que soient retenues les lignes de force suivantes :

- 1°) L'économie des superficies cultivées par l'accroissement de la productivité ;
- 2°) Le droit, pour les peuples du Tiers Monde, à l'intensification, et le devoir, pour les peuples industrialisés, d'assurer le soutien nécessaire à cette nouvelle agriculture ;
- 3°) La sécurité de l'occupation des terres ;
- 4°) L'intégration de tous les facteurs et de toutes les méthodes modernes de production, sans déséquilibre ni excès ;
- 5°) L'adaptation des systèmes et des outils aux conditions physiques et humaines du lieu ;
- 6°) L'indispensable participation du paysan au choix de son destin.

Moyennant la mise en application de ces préceptes, tous les espoirs sont permis.







