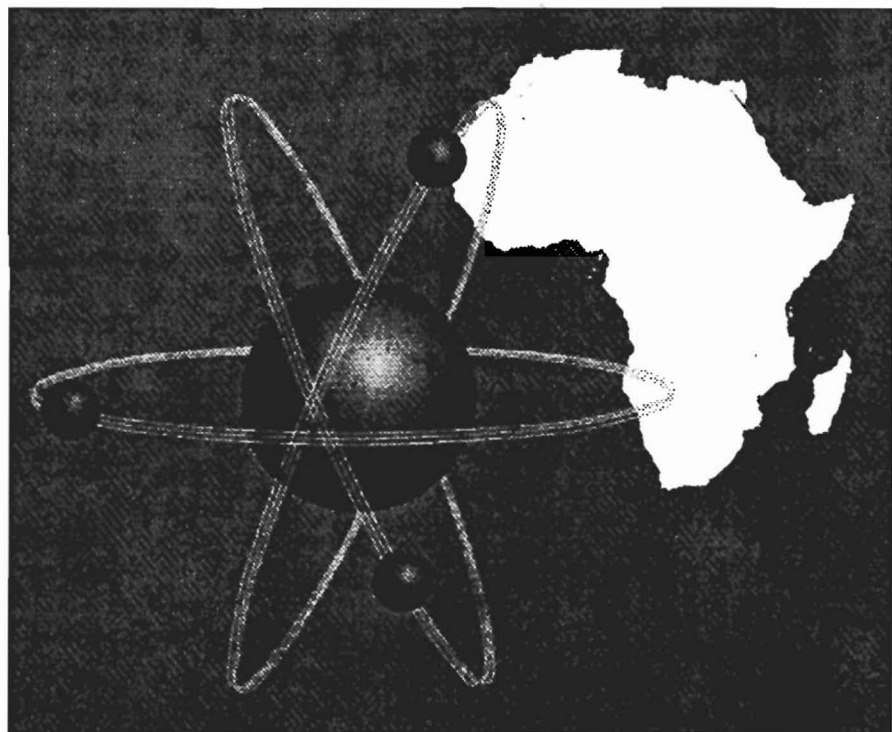


31044

Nations Unies  
Commission économique pour l'Afrique



**Capacité endogène de gestion de la  
science et de la technologie  
en Afrique**



**Section Science et Technologie  
Division des Ressources Naturelles**

**Septembre 1993**

**NATIONS UNIES**  
**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'AFRIQUE**

**Capacité endogène de gestion de la  
science et de la technologie  
en Afrique**



**Section Science et Technologie**  
**Division des Ressources Naturelles**

**Septembre 1993**

## **Préface**

Les pays africains sont en retard en matière de développement socio-économique principalement à cause de la faible contribution de la science et de la technologie. D'où la nécessité de renforcer la capacité endogène dans cet important domaine au niveau national et régional afin d'accélérer le développement.

Ce document rassemble divers articles non-publiés préparés par la Section science et technologie de la CEA qui peuvent être utiles aux responsables des politiques de science et de technologie des pays africains. Il couvre un large éventail de sujets reliés à la capacité d'assimiler le progrès scientifique et de gérer le changement technologique et il peut être d'intérêt à tous les décideurs oeuvrant dans le vaste champ de la science et la technologie pour le développement.

Les sujets couverts incluent les politiques de la science et de la technologie, les institutions chargées d'élaborer ces politiques, la recherche et le développement, la vulgarisation, la formation. Le document traite également des impacts possibles des nouvelles technologies sur les économies africaines, particulièrement sur les matières premières et les denrées d'exportation. Les technologies rurales reçoivent une attention spéciale à cause de l'importance qu'elles doivent recevoir pour diminuer le déficit alimentaire croissant du continent.

Le document comprend une revue d'ensemble des politiques de science et de technologie, incluant l'interprétation de la science et de la technologie, les objectifs poursuivis, les structures et les mécanismes mis en place, le financement, la planification, la volonté politique et la coopération. Il comprend aussi diverses approches d'intégration de la science et la technologie à la culture traditionnelle africaine, telles que l'encouragement des filles à s'orienter vers des disciplines non traditionnelles, la formation de clubs scientifiques locaux, l'utilisation de la radio et la télévision, l'organisation de concours et d'expositions, l'attribution de prix, etc. Le document traite également de problèmes et défis de gestion de la science et de la technologie, tels que la liaison de l'Afrique au complexe scientifique et technologique mondial, la création d'un climat propice au développement scientifique et technologique, l'amélioration de l'efficacité de l'effort de

---

recherche et l'optimisation des technologies étrangères. Une revue des lois régissant les brevets en Afrique est également incluse.

Cette publication vise une meilleure compréhension des possibilités offertes par la science et la technologie ainsi que des moyens qui peuvent être mis en oeuvre pour accroître sa contribution au développement.

### **Renonciation**

Les idées et les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs individuels, et ne sont pas nécessairement celles des Nations Unies.

## TABLE DES MATIERES

### PANORAMA DES POLITIQUES DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE EN AFRIQUE

	Page
Préface . . . . .	i
I. INTRODUCTION . . . . .	1
II. INTERPRETATION ET CADRE POLITIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE . . . . .	2
III. POLITIQUES REGIONALES DECLAREES EN MATIERE DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE . . . . .	3
IV. OBJECTIFS DES POLITIQUES DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE . . . . .	6
V. STRUCTURE ET MECANISME DES INSTANCES DE FORMULATION DE POLITIQUES DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE EN AFRIQUE . . . . .	8
A. Objectif et fonction . . . . .	9
B. Structures organisationnelles . . . . .	9
C. Réalisation des objectifs . . . . .	10
D. Perspectives sous-régionales . . . . .	11
VI. CATEGORISATION DES PAYS DE LA REGION AFRICAINE . . . . .	11
VII. VALORISATION DES RESSOURCES HUMAINES DANS LE DOMAINE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE . . . . .	14

VIII.	FINANCEMENT DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE . . . . .	16
IX.	GESTION DES RESSOURCES HUMAINES DANS LE DOMAINE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE . . . . .	17
X.	MESURES DESTINEES A PROMOUVOIR LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT . . . . .	18
XI.	PLANIFICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE . . . . .	19
XII.	COOPERATION DANS LE DOMAINE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE EN AFRIQUE . . . . .	22
XIII.	POLITIQUES ET VOLONTE POLITIQUE . . . . .	24
XIV.	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS EN VUE D' ACTIONS FUTURES . . . . .	25

## **POLITIQUES TECHNOLOGIQUES ET MECANISMES D'ACCELERATION DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE**

I.	INTRODUCTION . . . . .	31
II.	MISE AU POINT ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE . . . . .	31
	Certains concepts et définitions de base dans le domaine du transfert des technologies . . . . .	32
III.	NECESSITE D'UNE POLITIQUE ET D'UN PLAN BIEN CIBLES . . . . .	35
A.	Politiques technologiques et intervention de l'Etat . . . . .	36

B.	Objectif d'une politique technologique . . . . .	36
C.	Les différents éléments d'une politique technologique . . . . .	37
D.	Plan technologique . . . . .	38
E.	Secteur public contre secteur privé . . . . .	40
IV.	MECANISMES DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE ACCELERE . . . . .	41
A.	Formation de la main-d'oeuvre . . . . .	42
B.	Recherche-développement . . . . .	44
1.	La mise en oeuvre de technologies importées . . . . .	44
2.	L'assimilation en vue de la diversification des produits . . . . .	44
3.	L'amélioration en vue du renforcement de la compétitivité . . . . .	44
C.	Mesures destinées à promouvoir la recherche-développement . . . . .	45
1.	Les incitations financières . . . . .	46
2.	Les incitations fiscales . . . . .	46
3.	Incitations institu- tionnelles . . . . .	46
4.	Incitations post recherche- développement . . . . .	46

5.	Incitations légales destinées aux associations de recherche . . . . .	46
6.	Mesures destinées à élargir les sources de financement du développement technologique . . . . .	46
7.	Le parc de science et technologie: un modèle de développement technologique . . . . .	46
V.	INTERRELATION ENTRE TECHNOLOGIE ET SCIENCE . . . . .	50
VI.	PROPOSITION EN VUE D'UNE STRUCTURE INTEGREE DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE . . . . .	51
A.	Les organes de la Commission nationale de science et de technologie . . . . .	54
B.	Le Bureau national de normalisation . . . . .	57
VII.	CONCLUSION	
<b>PROMOTION D'UNE CAPACITE ENDOGENE DANS LE DOMAINE DE LA TECHNOLOGIE DES NOUVEAUX MATERIAUX EN AFRIQUE</b>		
I.	INTRODUCTION . . . . .	62
II.	QU'EST-CE QUE LA CAPACITE ENDOGENE? . . . . .	63
A.	Vulgarisation de la technologie . . . . .	64
B.	Amélioration des programmes d'enseignement de type classique au niveau des écoles et des université . . . . .	65

C.	Application de connaissance fondamentale à la science et à la technologie . . . . .	65
D.	Mise en oeuvre de technologies importées . . . . .	65
E.	Assimilation en vue de la diversification des produits . . . . .	65
F.	Amélioration des produits en vue du renforcement de leur compétitivité . . . . .	66
G.	Production et commercialisation à grande échelle . . . . .	66
III.	SITUATION ACTUELLE DE L'AFRIQUE EN MATIERE DE CAPACITE ENDOGENE DANS LE DOMAINE DE LA TECHNOLOGIE DES MATERIAUX . . . . .	66
IV.	ASPECTS POLITIQUES DE LA CAPACITE ENDOGENE DANS LE DOMAINE DE LA TECHNOLOGIE DES MATÉRIAUX . . . . .	69
A.	Nécessité de politiques et de plans nationaux dans le domaine de la science et de la technologie . . . . .	69
B.	Intégration aux plans nationaux de développement . . . . .	69
C.	Elaboration de politiques nationales d'utilisation des matières premières . . . . .	70
D.	Mise en place d'une Commission régionale de science et de technologie . . . . .	71

V.	ASPECTS INSTITUTIONNELS DE LA CAPACITE ENDOGENE . . . . .	72
A.	Secteurs public et privé . . . . .	72
B.	Mesures incitatives requises pour promouvoir la recherche- développement sur les matières premières . . . . .	73
C.	Société nationale de recherche- développement . . . . .	73
D.	Laboratoires d'expérimentation et de contrôle de la qualité des produits . . . . .	73
E.	Centre de transfert de technologies . . . . .	75
VI.	COMPOSANTE EN PERSONNEL DE LA CAPACITE ENDOGENE . . . . .	76
A.	Nécessité d'une sensibilisation des populations à l'intérêt de la science et de la technologie . . . . .	76
B.	Programme des lycées et collèges et de l'enseignement technique . . . . .	77
C.	Cours universitaires et approche interdisciplinaire . . . . .	78
D.	Coopération entre l'université et l'industrie . . . . .	81
VII.	CONCLUSIONS . . . . .	83

# UTILISATION DE LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT ENDOGENE EN AFRIQUE POUR LA MISE AU POINT DE TECHNOLOGIES NOUVELLES

	RESUME . . . . .	86
I.	INTRODUCTION . . . . .	87
II.	LA SCENE AFRICAINE ET LE PLAN D'ACTION DE LAGOS . . . . .	88
III.	IMPACT POSSIBLE DE CERTAINES TECHNOLOGIES NOUVELLES SUR CERTAINES ECONOMIES AFRICAINES . . . . .	90
IV.	RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT ENDOGENE, LIMITES ET PERSPECTIVES . . . . .	91
V.	DOMAINES PROMETTEURS D'ACTIVITES POUR LA RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT . . . . .	93
A.	Biotechnologie . . . . .	94
B.	Lutte biotechnologique contre les insectes nuisibles . . . . .	96
C.	Recherche sur les systèmes agraires . . . . .	97
D.	Elevage . . . . .	97
E.	Santé humaine . . . . .	98
F.	Micro-électronique . . . . .	99
G.	Technologie des nouveaux matériaux . . . . .	100
H.	Technologie des énergies nouvelles . . . . .	101
I.	Techniques de télédétection . . . . .	102
VI.	CONCLUSION . . . . .	103
	ANNEXE . . . . .	107

# **TECHNOLOGIES RURALES DE TRANSFORMATION ET DE STOCKAGE DES TUBERCULES ET CEREALES AFRICAINS**

I.	INTRODUCTION . . . . .	114
II.	TRANSFORMATION ET STOCKAGE DES RACINES ET DES TUBERCULES DANS LES PAYS AFRICAINS . . . . .	115
A.	Stockage et transformation de certains des principales racines et tubercules . . . . .	116
B.	Conclusions et recommandations . . . . .	129
III.	CONSERVATION ET TRANSFORMATION DES CEREALES DANS LES PAYS AFRICAINS . . . . .	131

## **IMPACT DES FACTEURS TECHNOLOGIQUES SUR LES PRODUITS DE BASE AFRICAINS ET OPTIONS POLITIQUES POSSIBLES**

I.	INTRODUCTION . . . . .	143
II.	COMPETITION PLANETAIRE, RELOCALISATION DE LA PRODUCTION ET INTENSITE D'UTILISATION DES MATIERES PREMIERES . . . . .	144
III.	SUBSTITUTION DE MATERIAUX, CREATION DE MATERIAUX ET INNOVATION TECHNOLOGIQUE . . . . .	147
A.	Technologie des matériaux . . . . .	147
B.	Biotechnologie . . . . .	151
IV.	OPTIONS POLITIQUES . . . . .	152
V.	CONCLUSION . . . . .	154

---

# **GESTION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE DANS LES PAYS AFRICAINS: QUELQUES GRANDS DEFIS**

	<b>RRESUME</b> . . . . .	<b>158</b>
<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION</b> . . . . .	<b>158</b>
<b>II.</b>	<b>PREMIER DEFI : ANCRAGE DE L'AFRIQUE AU COMPLEXE TECHNOLOGIQUE MONDIAL</b> . . . . .	<b>160</b>
<b>III.</b>	<b>LE DEUXIEME DEFI : CREATION D'UN CLIMAT PROPRE A FAVORISER LE DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE</b> . . . . .	<b>162</b>
<b>IV.</b>	<b>TROISIEME DEFI : SENSIBILISATION DES POPULATIONS A LA SCIENCE ET A LA TECHNOLOGIE</b> . . . . .	<b>163</b>
<b>V.</b>	<b>LE QUATRIEME DEFI : OPTIMISATION DE LA PRODUCTIVITE DE LA RECHERCHE- DEVELOPPEMENT</b> . . . . .	<b>165</b>
<b>VI.</b>	<b>LE CINQUIEME DEFI : OPTIMISATION DE L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES ETRANGERES</b> . . . . .	<b>167</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSION</b> . . . . .	<b>170</b>

## **EXAMEN DES LOIS REGISSANT LES BREVETS EN AFRIQUE**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION</b> . . . . .	<b>174</b>
<b>II.</b>	<b>LE REGIME DES BREVETS</b> . . . . .	<b>175</b>
<b>III.</b>	<b>BREVET ET MODELE D'UTILITE</b> . . . . .	<b>176</b>
<b>IV.</b>	<b>LEGISLATION RELATIVE AUX BREVETS DANS CERTAINS PAYS AFRICAINS</b> . . . . .	<b>178</b>

A.	Dans les Etats membres de l'ARIPO . . . . .	178
1.	Organisation régionale africaine de la propriété industrielle . . . . .	178
2.	La législation sur les brevets dans les Etats membres de l'ARIPO . . . . .	179
3.	Le Protocole de Harare . . . . .	181
4.	Le rôle des mandataires dans les Etats membres de l'ARIPO . . . . .	182
5.	Place accordée aux brevets dans les bureaux nationaux . . . . .	183
B.	Dans les Etats membres de l'OAPI . . . . .	183
1.	L'Organisation africaine de la propriété intellectuelle (OAPI) . . . . .	183
2.	Octroi de brevet . . . . .	183
3.	Règles de fond . . . . .	183
V.	RECOMMANDATIONS POUR L'ETABLISSEMENT D'UN REGIME DE BREVETS EFFICACE EN AFRIQUE . . . . .	185

# **PANORAMA DES POLITIQUES DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE EN AFRIQUE**

**S. Jugessur**

## **I. INTRODUCTION**

L'Afrique est connue comme étant le continent le moins développé du globe, avec plus de 28 pays considérés comme faisant partie des pays les moins avancés du monde (PMA) et nécessitant un surcroît d'assistance internationale pour assurer leur développement socio-économique et leur survie. L'une des principales raisons de ce sous-développement a trait à la faiblesse de la capacité technologique et scientifique du continent et à la technologie et la science qui y sont sous-utilisées. Au fil des années, l'avantage comparatif de l'Afrique que lui conférait l'abondance de ses ressources naturelles a décliné avec l'avènement d'une science et d'une technologie nouvelles qui ont progressivement favorisé le remplacement des matières premières africaines par des produits nouveaux et qui ont fait chuté à leurs plus bas niveaux les prix de ces produits de base sur le marché international. Ce phénomène a accentué la crise économique dans plusieurs Etats membres et ce qui a eu pour effet de limiter les flux financiers affectés au développement et à l'application de la science et de la technologie.

On reconnaît de plus en plus aujourd'hui le rôle crucial que jouent la science et la technologie dans le processus du développement; toutefois, cette prise de conscience ne s'est pas traduite par une affectation adéquate de ressources au seul outil capable de changer la physionomie d'un pays. Les pays qui ont pris le parti d'assurer la promotion de la science et de la technologie par le biais de politiques et de plans explicites ont tous réussi à améliorer les conditions de vie de leurs populations; toutefois les pays de ce type sont peu nombreux dans le contexte africain. Outre, la crise économique une multitude d'autres facteurs ont contribué à la marginalisation de la science et de la technologie conçues en tant qu'instruments du développement.

## **II. INTERPRETATION ET CADRE POLITIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE**

Dans le monde occidental où le développement scientifique et technologique constitue la base du développement socio-économique depuis très longtemps, la science et la technologie sont interprétées comme les composantes d'une actualisation des connaissances et des outils disponibles et par conséquent associés à la recherche, généralement à la recherche-développement et à la formation de haut niveau. La même approche a été utilisée pour le contexte africain où la situation est pourtant totalement différente. Au lieu de mettre l'accent sur l'application de la science et de la technologie de type standard disponible qui peut contribuer à résoudre immédiatement les problèmes les plus brûlants du continent, l'accent a été mis sur la recherche et la formation de haut niveau. Cette approche, quoique nécessaire, n'a pas été considérée comme essentielle par les responsables désireux de trouver des solutions immédiates aux problèmes les plus brûlants qui les interpellent. C'est ainsi que la science et la technologie s'est vue négligée en ce qui concerne l'affectation des crédits.

La recherche et la formation de main-d'oeuvre de haut niveau n'impulsent le développement que dans le long terme et pour les politiciens le temps est un critère essentiel. Il faut 15 à 20 ans pour que la recherche et les cadres formés puissent contribuer au développement et ceci ne peut constituer une priorité pour les politiciens.

Avec une telle interprétation de la science et de la technologie, plusieurs pays africains dotés de dirigeants clairvoyants ont imaginé des cadres politiques propres à assurer le développement de la science et de la technologie. Ces cadres se présentent sous forme de conseils nationaux de la recherche, de conseils pour la recherche scientifique et industrielle, de commissions nationales de science et de technologie, de directions de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, et parfois de ministères de la recherche scientifique ou de la science et de la technologie. La plupart de ces mécanismes mettent malheureusement plus l'accent sur la recherche, son organisation et sa coordination plutôt que sur le volet développement qui implique l'application des résultats de recherche où la commercialisation des résultats de recherche. Les résultats de recherche sont simplement publiés dans les revues internationales et exploités par les étrangers, les chercheurs africains se contentant de distinctions académiques

et de promotion professionnelle. Le lien entre la communauté des chercheurs et le secteur de la production fait incontestablement défaut ici. Le secteur privé, les entrepreneurs locaux, les banques de développement et les banques commerciales, les spécialistes du marché n'apportent aucune contribution à la détermination de la nature de la recherche ou ne sont pas associés à l'exploitation des résultats de recherche. Dans ces conditions il ne pouvait y avoir d'industrialisation réelle pas plus que le secteur privé ou public ne pouvaient retenir le personnel de haut niveau formé dans les universités et les instituts de recherche ce qui s'est traduit par un important exode des cerveaux.

Dans cet environnement socio-économique, les responsables se sont abstenus d'investir dans la science et dans la technologie et les multiples mécanismes politiques créés ne se sont pas avérés efficaces dans la mise au point des produits souhaités. Il apparaît nécessaire de repenser le concept et l'approche de la science et de la technologie dans la région africaine afin que celles-ci contribuent de manière efficace au développement du continent.

### **III. POLITIQUES REGIONALES DECLAREES EN MATIÈRE DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE**

La Conférence mondiale des Nations Unies sur la science et la technologie pour le développement tenue à Vienne en août 1979, a marqué un tournant dans le développement et dans l'application de la science et de la technologie dans la région africaine. Le Programme d'action de Vienne en science et en technologie pour le développement<sup>1</sup> n'avait pas été pleinement accepté par les Etats membres africains qui se sont réunis à Lagos (Nigéria) en avril 1980 et qui ont produit le Plan d'action de Lagos pour le développement économique de l'Afrique<sup>2</sup> immédiatement après la Déclaration de Monrovia de juillet 1979<sup>3</sup> sur les principes directeurs et les mesures à mettre en place en vue d'assurer l'autonomie nationale et collective de l'Afrique en matière de développement économique et social, en vue de la mise en place d'un nouvel ordre économique international. Le Plan d'action de Lagos indique clairement que les Etats membres devraient investir dans les ressources de la science et de la technologie en vue d'améliorer le niveau de vie des populations africaines et de lutter contre la pauvreté dans les zones rurales. Le paragraphe 120 stipule: "que les Etats membres devraient par conséquent adopter des mesures en vue d'assurer la mise en place d'une base scientifique et technologique adéquate et l'application appropriée de la

science et de la technologie conçue comme fer de lance du développement de l'agriculture, des transports et des communications , de l'industrie (y compris les agro-industries) de la santé et de l'hygiène, de l'énergie , de l'éducation et de la main-d'oeuvre, de l'habitat du développement urbain et de l'environnement"<sup>4</sup>. Une liste exhaustive de mesure est donnée pour réaliser l'objectif de développement et de croissance économiques autonomes et auto-entretenus .

Sept ans après le Plan d'action de Lagos, les chefs d'Etat et de gouvernement, les ministres et les responsables de haut niveau africains les chefs et les cadres de haut niveau des institutions des Nations Unies ainsi que les universitaires africains et non africains produisaient la Déclaration d'Abuja dont le paragraphe 22 stipule que :

"Vaincre le sous-développement scientifique et technologique constituera l'un des principaux préalables à l'accession de l'Afrique à la maturité économique au cours du XXIème siècle. A cette fin, l'Afrique devra s'efforcer de s'affranchir des transferts de technologie qui ne font qu'accroître sa dépendance à l'égard de l'extérieur. Elle doit au contraire faire des efforts soutenus pour mettre au point, acquérir, adapter et assimiler les technologies et connaissances scientifiques qui lui permettront de faire plein usage de ses dotations en ressources par rapport à ses besoins. Deux domaines sur lesquels il faudra mettre l'accent sont d'une part le renforcement des efforts déployés par l'Afrique en matière de recherche et d'innovations technologiques et leur institutionnalisation dans le tissu social et d'autre part le développement de l'utilisation des compétences techniques et scientifiques africaines". Quelque temps seulement après la Déclaration d'Abuja, la deuxième Conférence des ministres chargés de l'application de la science et de la technologie au développement en Afrique (CASTAFRICA II) s'est tenue à Arusha (Tanzanie) en juillet 1987 et a produit la Déclaration de Kilimanjaro<sup>5</sup>. Cette Déclaration met encore une fois en relief le problème de faible niveau d'utilisation de la science et de la technologie responsable des problèmes de l'Afrique et proclame ce qui suit: "Nous sommes convaincus que seule une plus grande maîtrise de la science et de la technologie et une utilisation rationnelle des fruits de sciences sociales et humaines peut se traduire par des solutions appropriées et durables aux problèmes fondamentaux de développement socio-économique de l'Afrique". Une fois de plus une série de mesures ont été recommandées pour un

développement et une application renforcés de la science et de la technologie dans la région africaine.

La Déclaration de Khartoum<sup>6</sup> est la résultante d'une Conférence internationale sur la dimension humaine du redressement et du développement économiques de l'Afrique tenue à Khartoum (Soudan) en mars 1988. Tout en mettant l'accent sur le facteur humain et le sort des membres les plus pauvres et les plus vulnérables d'une société dans toute stratégie de développement, la stratégie se focalise sur l'amélioration de l'enseignement de la science et de la technologie dans les pays africains et la mise au point de mécanismes plus efficaces en vue de la diffusion des résultats des recherches scientifiques et technologiques aux fins d'application et de mise en oeuvre".

Les chefs d'Etat et de gouvernement africains à leur réunion à Addis Abeba en juillet 1988 ont produit la Déclaration d'Addis-Abeba <sup>7</sup> qui dit ce qui suit:

"Conscients de l'impact considérable des progrès enregistrés dans le domaine de la science et de la technologie et conscients des défis que notre continent a à relever, nous sommes déterminés à promouvoir la science et la technologie et à partager nos données d'expérience dans ce domaine de sorte à pouvoir relever ces défis".

Toutes ces grandes déclarations effectuées au niveau régional confirment le fait d'une prise de conscience grandissante du rôle que jouent la science et la technologie en tant qu'instruments essentiels du développement socio-économique. Ces déclarations politiques ne se sont toutefois pas encore traduites en plans programmes et projets concrets qui sont susceptibles d'avoir l'influence appropriée sur les populations africaines. Un responsable africain qui a eu une influence déterminante sur l'adoption du Plan d'action de Lagos en avril 1980 a récemment avoué dans une conférence publique que pratiquement rien n'a été fait dans son pays en ce qui concerne la mise en oeuvre du Plan et que 10 ans après, il se rendait compte qu'on était passé là, à côté d'une grande occasion. Les déclarations politiques n'ont aucun sens à moins que leur suivi ne soit assuré au niveau national par ceux qui ont la responsabilité de le faire.

#### **IV. OBJECTIFS DES POLITIQUES DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE.**

Les principaux objectifs des politiques de science et de technologie mises en oeuvre dans les pays africains qui disposent de telles politiques sont plus ou moins les mêmes. Si l'objectif immédiat consiste à se doter d'une capacité endogène propre à répondre aux principaux défis par la mise en valeur et l'utilisation optimale des ressources naturelles, l'objectif à long terme est en revanche d'assurer l'autonomie et le développement auto-entretenu des pays concernés. Une autonomie totale est impossible dans une ère marquée par l'interdépendance. Dans le processus du développement socio-économique, les pays africains devront tout d'abord se doter de la capacité adéquate en matière de génie industriel et des compétences requises pour réaliser des tâches de développement impliquant l'application des résultats de la recherche-développement dans le cadre d'études technico-économiques de factibilité avant de s'embarquer dans l'organisation endogène de leur recherche, en vue de la mise au point de produits/procédés de fabrication technique<sup>8</sup>.

Certains des objectifs spécifiques à poursuivre, compte tenu des problèmes et des priorités locaux consistent à :

- a) Constituer une masse critique de chercheurs et de technologistes nationaux capables de réaliser l'objectif d'autonomie;
- b) Se doter de la capacité nationale requise pour prendre des décisions autonomes dans le domaine de la science et de la technologie;
- c) Renforcer l'application de la science et de la technologie au développement socio-économique de sorte à améliorer le niveau de vie des populations et à satisfaire leur besoins fondamentaux;
- d) Promouvoir l'exploitation et l'utilisation nationale des ressources naturelles par le biais du développement industriel et par d'autres moyens;
- e) Renforcer et/ou établir des institutions nationales de science et de technologie chargées de mener des activités de formation et de

recherche-développement par le biais de l'exploitation des résultats de recherche;

f) Offrir de conditions d'emploi intéressantes au personnel scientifique et technologique de sorte à l'encourager à donner le meilleur de lui-même et à minimiser la fuite des cerveaux;

g) Mettre en place les mécanismes destinés à identifier des talents et aptitudes spéciaux en vue de la mise au point d'innovations technologiques et organiser des expositions et des concours scientifiques et technologiques;

h) Mettre en place un cadre juridique approprié pour rationaliser et évaluer, le transfert de la technologie, et en assurer le suivi et le contrôle et promouvoir le développement et l'application endogènes de la technologie;

i) Promouvoir les bureaux d'études et les établissements et services de génie industriel locaux pour réduire leur dépendance à l'égard des experts étrangers;

j) Promouvoir l'intégration de la femme dans le domaine de la science et de la technologie en améliorant les moyens éducationnels qui lui sont destinés et en l'aidant à appliquer la science et la technologie à ses tâches quotidiennes;

k) Lutter contre l'adoption indiscriminée de technologies et à assurer la protection de l'environnement et la santé de la population;

l) Créer le cadre approprié pour une coopération fructueuse par le biais de politiques et de stratégies conformes aux politiques et aux stratégies sous-régionales et régionales;

m) Encourager le secteur privé par le biais d'incitation et d'exemptions fiscales appropriées à contribuer au développement et à l'application de la science et de la technologie et à créer une gamme appropriée d'entreprises du secteur privé et du secteur public;

n) Assurer une croissance saine des secteurs prioritaires de l'économie, à savoir l'agriculture, l'industrie, la santé, l'environnement,

l'énergie, le transport et les communications, l'éducation, l'information, etc..

Ces objectifs ne sont en aucune façon exclusifs les uns des autres et varient d'un pays à l'autre. De nombreux autres objectifs pourraient être ajoutés à cette liste, en fonction de la situation particulière et du niveau de développement des pays considérés.

## **V. STRUCTURE ET MECANISME DES INSTANCES DE FORMULATION DE POLITIQUES DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE EN AFRIQUE**

Toutes les instances habilitées à formuler des politiques de science et de technologie en Afrique sont gouvernementales. Leurs attributions sont multiples encore que sur le plan pratique, elles n'aient pas été à même de les mettre en oeuvre de manière appropriée parce que les outils et l'appui financier nécessaires ont fait défaut.

Une étude menée par la CEA<sup>9</sup> sur l'évaluation des performances des institutions de politique technologique et scientifique au Ghana, en Guinée, au Kenya, au Nigéria et en Tanzanie a révélé que les institutions nationales spécialisées dans l'étude des politiques de science et de technologie se sont fixées des objectifs et des fonctions ambitieux mais à cause des pressions économiques internationales qu'elles subissent et de la faiblesse structurelle interne dont elles souffrent, ces objectifs et fonctions n'ont jusqu'ici jamais été réalisés de manière adéquate. Des efforts limités ont été déployés pour appliquer de manière pratique la science et la technologie pour résoudre les problèmes socio-économiques, faute d'intégration de politiques explicites de science et de technologie dans les politiques socio-économiques globales de ces pays. On note également pour ces mêmes pays une absence d'intégration des plans et des programmes de science et de technologie dans les plans et programmes nationaux de développement socio-économique. L'étude en question révèle enfin l'absence des liens intra et intersectoriels sans lesquels la science et la technologie ne pourront jamais contribuer de manière efficace au processus du développement.

## **A. Objectif et fonction**

L'objectif et les fonctions des institutions spécialisées dans l'étude des politiques de science et de technologie peuvent être classés en deux catégories: les fonctions consultatives et les fonctions d'exécution. Les fonctions consultatives couvrent les conseils sur : a) les problèmes scientifiques et leur pertinence par rapport au développement national; b) les outils techniques nécessaires au contrôle de l'environnement naturel et social; c) les ressources financières nécessaires à la mise en oeuvre des politiques de science et de technologie; et d) les ressources technologiques nécessaires à l'industrialisation du pays. Parmi les fonctions d'exécution figurent : a) la formulation et l'expression de la politique; b) la détermination et la coordination des priorités de recherche; c) la promotion et l'administration des programmes de transfert de technologie; d) la vulgarisation de la science et de la technologie; e) l'application des résultats de recherche; f) la promotion de la recherche-développement. Compte tenu de la nature de l'institution et de son histoire, d'autres fonctions telles que la coordination, la réglementation (contrôle), la normalisation et la formation sont souvent intégrées à la fonction d'exécution. Dans les institutions étudiées (Ghana, Guinée et Kenya) les fonctions de contrôle et de réglementation sont plus apparentes que réelles parce qu'elles ne s'appuient pas sur une hiérarchie organisationnelle ou sur un système approprié de répartition des responsabilités, ce qui se traduit par des désaccords et des conflits de compétence.

## **B. Structures organisationnelles**

Il existe deux types de structures organisationnelles, le département de la fonction publique placé sous la tutelle d'un ministère tel qu'au Nigéria ou en Guinée et la structure non gouvernementale semi-autonome telle qu'elle existe dans trois des six pays étudiés à savoir le Ghana, le Kenya, la Tanzanie. Dans la structure départementale, c'est le ministre qui est celui qui détient la responsabilité au sommet et qui soumet les décisions au Conseil des ministres pour approbation. Si les décisions sont rapidement prises au sein de son ministère, il éprouve en revanche souvent de grandes difficultés au niveau du Conseil des ministres ou il entre en compétition avec d'autres ministères pour le partage du gâteau national, en particulier sur le plan du financement des actions proposées. Dans les cas où il n'y a pas de

problèmes de financement ou lorsque le financement impliqué est limité, une telle structure départementale s'avère très efficace.

Dans la structure non départementale semi-autonome, à moins que le président ou le premier ministre ne soit le responsable suprême, les décisions accusent toujours d'importants retards. Généralement, les membres nommés du comité de coordination sont représentants des différents ministres et les chefs ne participent pas toujours aux délibérations de telles structures. Outre les agents de l'Etat, les représentants du secteur privé et les organisations de la recherche font également partie du comité comme dans les entreprises parapubliques. Une fois de plus, à moins que le président du pays ou le premier ministre ne soit le responsable suprême, les décisions ne peuvent arriver à l'Assemblée nationale en temps voulu ce qui compromet les affectations de crédit au secteur.

Dans les deux cas, le suivi des décisions est souvent bloqué par la mutation des membres nommés de ces structures. A cause de la forte mobilité du personnel, c'est souvent des nouveaux venus qui éprouvent de sérieuses difficultés à suivre les questions débattues qui siègent aux réunions des conseils d'administration, ce qui a un impact négatif sur la continuité et la cohérence des activités. De plus, les ministres et les chefs de départements voyagent généralement beaucoup et les délégations et sous-délégations de pouvoirs tendent à diluer la capacité de prise de décisions et à affecter l'efficacité du processus. La qualité et l'efficacité d'un comité, d'une commission ou d'un conseil d'administration dépendent en dernier ressort de la qualité et de l'efficacité de ses représentants institutionnels.

Si la composition des conseils ou comités est pléthorique, il peut s'avérer difficile de convoquer et d'organiser les réunions de manière adéquate. Or la limitation du nombre des membres n'est souvent pas possible à cause de la nécessité d'une représentation des différents groupes d'intérêt concernés. La création de sous-comités sur des questions particulières peut contribuer à maintenir le nombre des membres à un niveau optimal.

### **C. Réalisation des objectifs**

Pour réaliser les objectifs fixés pour les institutions spécialisées dans les politiques de science et de technologie, il apparaît nécessaire d'avoir des groupes intersectoriels d'économistes, de planificateurs, de chercheurs et de

technologistes intervenant aux différentes étapes de planification, de budgétisation, de programmation, d'exécution, de suivi et d'évaluation. Ces conditions n'ayant jamais été réunies les objectifs fixés ont rarement été atteints.

Si des résultats de recherche dignes d'intérêt ont été obtenus par les institutions de recherche en particulier dans le domaine de l'agriculture, de la médecine et des sciences sociales, ceux-ci n'ont pas toujours été traduits en actions concrètes capables d'aider la communauté. La recherche dans le domaine des innovations industrielles n'a pas été très fructueuse à cause des insuffisances d'ordre infrastructurel et des carences en matière de personnel. Par ailleurs le secteur privé n'a joué qu'un rôle marginal dans ce domaine.

#### **D. Perspectives sous-régionales**

La mise en place de politiques nationales appropriées doit être envisagée à la lumière des politiques sous-régionales existantes. Ceci n'a pas été le cas dans la plupart des pays de la région car ces politiques sous-régionales font tout simplement défaut. Cette situation s'est traduite par la duplication des activités menées dans les pays concernés et par des pressions subséquentes sur les rares ressources disponibles et sur la valeur marchande des produits mis au point. La détermination des priorités de recherche-développement et des services connexes de même que la mise en place de budgets programmes pour la création d'infrastructures institutionnelles et le développement de l'agriculture et de l'industrie dans ces pays sont toutes biaisées à cause de l'absence de politiques conformes aux politiques régionales et sous-régionales. Cette situation est particulièrement dommageable dans le domaine des produits agricoles où la concurrence entre producteurs de cacao, de café, de thé, d'arachide, de sucre, d'huile de palme, de maïs et de plusieurs autres produits pour la conquête des marchés extérieurs contribue généralement à réduire le pouvoir de négociation des pays africains en particulier lorsque les produits fabriqués par la voie du génie biotechnologique font leur entrée sur le marché.

### **VI. CATEGORISATION DES PAYS DE LA REGION AFRICAINE**

Les pays de la région peuvent généralement être classés en trois catégories en ce qui concerne la mise en place d'institutions nationales spécialisées dans les politiques de science et de technologie<sup>10</sup>. Dans le premier groupe

figurent des pays tels que l'Algérie, le Cameroun, le Congo, la Côte d'Ivoire, le Ghana, l'Egypte, le Kenya, le Maroc, le Nigéria, le Sénégal, le Soudan, la Tanzanie, la Tunisie, la Zambie, etc où les institutions de formulation de politiques scientifiques et technologiques sont plus ou moins fonctionnelles quoi qu'il soit encore possible de les améliorer. En effet elles devraient cesser de se focaliser exclusivement sur la coordination de la recherche et mettre davantage l'accent sur le volet développement par le biais de la commercialisation et de l'application des résultats de recherche et par une collaboration plus soutenue avec le secteur privé, pour accélérer le processus de mise en place de petites et moyennes entreprises capables d'accroître les possibilités d'emploi et d'améliorer le niveau de vie des populations concernées.

Dans la seconde catégorie de pays figurent le Ghana, le Burkina Faso, le Gabon, le Niger, le Togo, etc. essentiellement situés en Afrique francophone où ces institutions sont généralement rattachées au ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique et ont très peu d'interactions avec les autres ministères intervenant dans le domaine de la science et de la technologie. Elles ont besoin d'une affirmation plus claire de leur statut interministériel pour devenir réellement opérationnelles. Elles doivent également élargir leurs activités au delà de la recherche scientifique pure pour s'atteler aux tâches de développement proprement dites.

Dans la troisième catégorie figurent des pays qui n'ont pas d'institutions bien établies de formulation de politiques de science et de technologie mais mènent malgré tout des activités de recherche-développement au sein de structures spécialisées. Il n'y a généralement pas de coordination, des activités de science et de technologie dans ces pays. Il s'agit notamment de l'Angola du Botswana, du Cap-Vert, des Comores, de la Guinée équatoriale, de la Guinée Bissau, du Libéria, de la Mauritanie, de la Sierra Leone, du Swaziland etc.

Dans quelques uns des pays de cette dernière catégorie, des efforts préliminaires visant à établir certaines structures de formulation de politiques de science et de technologie ont été déployés au cours des deux dernières années. L'absence de telles structures n'a toutefois empêché des pays tels que le Botswana, Maurice et le Swaziland où l'industrialisation est en train de s'effectuer à un rythme relativement rapide, de voir leur développement s'accélérer. Ce phénomène constitue peut-être plus l'exception que la règle.

Toutefois, les services de recherche-développement et les services technologiques et scientifiques connexes de ces pays sont administrés par les ministères spécialisés ou par des organes officiels de droit public. Toute forme de coordination, si tant est qu'il y en ait, est gérée par les ministères du plan qui malheureusement ne disposent pas de chercheurs et de technologues qualifiés et confient la gestion de questions relatives à la science et à la technologie à des économistes. Naturellement, la science et la technologie dans de tels cas est reléguée au second plan. Il n'y a guère de suivi des activités une fois que celles-ci sont lancées. Les responsables dans ces pays participent souvent à des réunions internationales où ils n'apportent virtuellement aucune contribution en terme d'idées et ne font presque rien de retour chez eux pour mettre en oeuvre les recommandations de ces réunions et conférences. En plus, ce n'est pas toujours le fonctionnaire le plus méritant qui a le privilège d'assister à ces réunions.

Dans les pays où les mécanismes nationaux spécialisés dans les politiques de science et de technologie sont inexistantes ou bien sont encore trop faibles, la planification, la programmation et la budgétisation des activités de science et de technologie et l'intégration de ces activités dans le plan de développement national font défaut. Puisque les priorités en matière de recherche-développement technologique et scientifique ne sont pas déterminées, les actions sont souvent entreprises au petit bonheur la chance, en fonction des caprices du marché international ou des organismes donateurs qui agissent dans le sens de leurs propres intérêts.

Vers 1986, les études menées par Atul Wad et Radnor<sup>11</sup> et par l'UNESCO<sup>12</sup> révélaient que presque 28 pays africains disposaient d'une forme ou d'une autre d'institutions multisectorielles de coordination de la recherche scientifique et de la formulation de politiques. La recherche scientifique sur l'agriculture fait l'objet d'une attention toute particulière depuis les temps précoloniaux pour des raisons évidentes.

Le nombre total d'institutions spécialisées dans les politiques de science et de technologie, y compris dans des secteurs tels que l'agriculture, la médecine, l'industrie, l'environnement etc. s'élevait à 69 en 1973 et était passé à 197 en 1986, ce qui signifie que 128 nouvelles structures avaient été mises en place durant cette période. Le nombre des ministères chargés des politiques nationales de science et de technologie est passé de 5 en 1973 à 18 en 1986. Toutefois, seul un nombre limité de ces structures était

effectivement constitué de ministères de la science et de la technologie. Le portefeuille de la science et de la technologie a rapidement changé de mains dans un certain nombre de pays à savoir le Kenya, la Tanzanie, le Sénégal etc. Ce phénomène s'explique principalement par la nature multisectorielle de la science et de la technologie où plusieurs ministères ne veulent pas être contrôlés par un ministère particulier. La Tanzanie est passée d'un Conseil national de la recherche scientifique placé sous la tutelle du Ministère des affaires économiques à une Commission nationale de la science et de la technologie présidée par le Président de la République lui-même. Les études de la CEA ont mis en lumière que la nature multisectorielle de la science et de la technologie exige que le mécanisme de coordination des activités de science et de technologie soit directement placé sous la tutelle du président lui-même ou du premier ministre. C'est le cas dans un certain nombre de pays à industrialisation rapide de l'Asie du sud-est et de l'Extrême Orient où la science et la technologie ont immensément contribué au développement accéléré du secteur socio-économique.

## **VII. VALORISATION DES RESSOURCES HUMAINES DANS LE DOMAINE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE**

A part un certain nombre de pays tels que le Botswana, le Cameroun, la Libye, le Malawi, la Zambie et le Swaziland, le personnel qualifié nécessaire à la mise au point et à l'application de la science et de la technologie fait défaut dans l'ensemble de la région africaine. Même dans les pays ci-dessus, la main-d'oeuvre de haut niveau formée en science et en technologie n'a pas eu la possibilité de s'employer de manière rémunératrice en l'absence d'une infrastructure adéquate de commercialisation de la recherche-développement et d'un secteur privé fort s'intéressant à la recherche-développement. Cette situation s'est traduite par une fuite des cerveaux et par une perte sèche pour les pays concernés.

Les politiques éducationnelles sont souvent telles qu'elles se concentrent soit sur l'enseignement de base soit sur la formation spécialisée de haut niveau, soit encore sur la formation de techniciens de niveau intermédiaire considérée si essentielle pour tout programme de développement industriel. C'est un fait reconnu que pour chaque ingénieur formé, il faut au moins 10 techniciens formés. Ce n'est qu'à cette condition que l'ingénieur peut faire son travail de manière appropriée; autrement il finit par devenir un administrateur ou un gestionnaire et le travail de fabrication technique et de

développement technologique en souffre. Le secteur informel est celui qui contribue le plus à la production de biens et de services dans la plupart des pays africains. Ce secteur n'emploie malheureusement pas la plupart du temps que des artisans et des techniciens non qualifiés ou semi-qualifiés. Les ingénieurs rechignent à s'associer à ce système car ils estiment qu'il n'est pas à la hauteur de leur niveau d'instruction. Les techniciens qualifiés font défaut et l'ensemble du secteur souffre de l'absence de cadres qualifiés qui pourraient impulser de manière significative le processus d'innovation technologique qui est si essentiel pour l'amélioration des produits de ce secteur.

Au niveau de l'enseignement secondaire, les laboratoires de science sont généralement mal équipés pour les cours à caractère pratique. C'est que les élèves sont incapables de saisir les principes fondamentaux de la science parce qu'on ne leur donne pas la possibilité de manier l'équipement approprié et de se familiariser avec le matériel disponible par le biais de l'expérimentation. Les équipements des laboratoires scolaires sont pour la plupart importés et avec l'accroissement actuel des coûts les laboratoires sont simplement incapables de remplacer le matériel vieillot et démodé qui est toujours utilisé pour les démonstrations faites en classe. La nécessité de produire des équipements scientifiques scolaires au niveau national et sous-régional pour satisfaire la demande de la région a été soulignée sur plusieurs forums, mais jusqu'ici, il n'existe même pas une seule structure de fabrication de tels matériels capables de satisfaire ne serait-ce que ses propres besoins nationaux. Il apparaît donc urgent de prendre des initiatives et de mettre en place des programmes et des projets dans ce domaine.

Dans virtuellement tous les pays d'Afrique, les ingénieurs formés dans les universités et dans les écoles polytechniques sont rarement capables d'avoir une formation pratique appropriée car les industries où ils pourraient acquérir une telle formation font souvent défaut. Ainsi le travail de production industrielle proprement dit souffre parce que les ingénieurs sont incapables d'appliquer leurs connaissances théoriques de manière appropriée. La création d'un certain nombre de centres sous-régionaux de production/formation où des diplômés du génie industriel pourraient avoir une formation pratique a été suggérée. Ces suggestions sont toutefois restées lettre morte les donateurs ayant refusé de contribuer au financement de ces projets qui sont pourtant essentiels pour la valorisation de la main-d'oeuvre scientifique et technologique de la région.

L'harmonisation des politiques éducationnelles d'un pays avec sa politique de science et de technologie est une nécessité. L'enseignement primaire, secondaire et tertiaire devrait se focaliser davantage sur la science et la technologie et les programmes universitaires devraient viser à former des diplômés dans des domaines ayant des affinités avec les questions prioritaires du pays avant de s'embarquer sur les besoins de développement à long terme. Il est malheureux que la plupart des instituts d'enseignement supérieur en Afrique soient conçus pour la formation exclusive d'une classe d'élite de plus en plus éloignée des masses qui contribue très peu au développement socio-économique de celles-ci. Ceci ne devrait en aucune façon faire obstacle à la formation de cadres capables de se maintenir au diapason des progrès scientifiques et technologiques internationaux.

Le nombre de chercheurs et d'ingénieurs formés dans la plupart des pays africains est nettement inférieur à ce qu'il faut pour jeter les bases du développement. En termes de nombre par million d'habitants, les chiffres applicables pour la plupart des pays de la région s'établissent à environ 1/3 des chiffres correspondants en Asie et seulement à 3% du niveau européen<sup>13</sup>; On note que les chiffres relatifs aux techniciens ne sont pas disponibles pour la plupart des pays. Il ressort des données disponibles que la formation de la main-d'oeuvre scientifique et technologique de la région constitue une question qui mérite d'être placée à un rang élevé de priorité dans le programme d'un pays et des ressources adéquates doivent lui être affectées.

## VIII. FINANCEMENT DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

On constate que la plupart des pays africains, 21 d'entre eux, dépensent moins de 0,2% de leur PNB pour les activités de recherche-développement, 15 pays consacrent entre 0,2 et 0,4% de leur PNB aux dépenses de recherche-développement, alors que 7 pays dépensent entre 0,5 et 0,99% pour les mêmes activités 1980. Récemment, un certain nombre de pays, y compris l'Egypte ont atteint l'objectif de 1% de leur PNB visé pour leurs activités de science et de technologie conformément aux dispositions du Plan d'action de Lagos. Les sommes affectées par ces pays à la recherche-développement sont comparables à celles consacrées par les pays développés à la recherche-développement, montants qui dans plusieurs cas dépassent nettement les 2% du PNB.

Les pays africains n'ont pas été à même d'atteindre cet objectif de 1% du PNB au cours des années 80 à cause de la situation économique désastreuse dans laquelle ils ont été plongés. L'insuffisance du financement de leurs activités de science et de technologie et la faiblesse de leur base en science et en technologie se sont traduites par une application inadéquate de la science et de la technologie en vue de l'exploitation des ressources naturelles ou du développement du pays par le biais de l'agriculture et de l'industrie. Ce cercle vicieux peut se perpétuer à l'infini à moins que les Etats membres ne mettent en commun leurs ressources par le biais de la coopération et ne décident d'adopter des politiques propres à renforcer cette coopération. La dépendance à l'égard de l'assistance extérieure ne permettra à l'Afrique de résoudre ses problèmes et cela d'autant plus que l'aide est appelée à se tasser de plus en plus dans les années à venir.

## **IX. GESTION DES RESSOURCES HUMAINES DANS LE DOMAINE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE**

Il ne suffit pas d'avoir une main-d'oeuvre qualifiée en science et en technologie. Encore faut-il la garder? Les cadres les mieux formés sont toutefois sensibles aux perspectives d'un meilleur traitement et de meilleures conditions de vie et de travail, ainsi que par les possibilités de progrès professionnel qu'offrent les pays développés du monde occidental. Par conséquent, il est essentiel de disposer de politiques capables d'offrir les incitations nécessaires pour garder la main-d'oeuvre qualifiée nationale. Malheureusement, de telles politiques font défaut ou lorsqu'elles sont disponibles, ne sont pas mises en oeuvre d'une manière appropriée. Dans la plupart des universités africaines, les chercheurs et les ingénieurs se voient interdits de faire des travaux à l'extérieur; et les travaux de consultation ne sont pas encouragés. Même si les consultations sont permises, les obstacles administratifs et le pourcentage élevé des émoluments qui va à l'université tendent à décourager les chercheurs et technologistes les plus entreprenants. Dans les pays où le secteur privé est assez bien établi, ces personnes quittent l'université ou le secteur public pour rejoindre le secteur privé. Dans d'autres pays, le moyen le plus facile pour s'en sortir consiste pour le chercheur à émigrer vers des lieux plus cléments. La solution à cela consiste à avoir des politiques et des programmes propres à ouvrir au personnel qualifié des perspectives réelles de carrière appuyées par des conditions de vie et de travail décentes et par l'estime et la considération de la communauté. Cette reconnaissance permettra aux chercheurs et aux

technologistes de se sentir socialement utiles et intégrés et renforcera leur capacité à contribuer au développement socio-économique local.

La création d'un environnement de travail et d'un cadre de vie adéquats pour les chercheurs et les technologistes fait appel à l'accroissement de la contribution de l'Etat en termes de financement. Mis à part un nombre limité d'Etats francophones de l'Afrique de l'Ouest qui bénéficient de financements extérieurs pour leur recherche-développement, dans la plupart des pays en développement de l'Afrique, près de 100% du financement provient de l'Etat qui se trouve être, le principal employeur du personnel de la science et de la technologie. Alors que la contribution du secteur privé industriel de la recherche-développement des pays développés dépasse 50%, dans les pays en développement, cette contribution demeure marginale. Les politiques nationales de science et de technologie devraient s'efforcer de favoriser la contribution du secteur privé à la recherche-développement, ce qui ne pourra se réaliser que si l'Etat met en place un dispositif législatif prévoyant la réduction de la fiscalité qui frappe le secteur privé. La gestion des ressources humaines pour la science et la technologie est donc étroitement liée à la gestion du financement affecté aux activités de science et de technologie.

## **X. MESURES DESTINEES A PROMOUVOIR LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT**

Un certain nombre de pays africains ont adopté des législations propres à permettre au secteur privé de contribuer à la promotion de la recherche-développement<sup>14</sup>. Ces législations doivent prévoir des incitations :

- a) Propres à assurer la réduction des risques et des coûts, y compris des incitations financières, fiscales et institutionnelles;
- b) Post-recherche-développement visant à promouvoir la commercialisation et le développement de nouveaux produits ou de nouveaux procédés techniques;
- c) Juridiques telles que l'adoption de dispositions permettant aux sociétés de se former en associations de recherche.

Les incitations financières couvrent les programmes de prêts à des conditions concessionnelles offerts par les banques nationales et des activités de

recherche-développement réalisés par le secteur privé sur commande de l'Etat. Les incitations fiscales couvrent divers types d'abattements fiscaux en faveur des sociétés intervenant dans le domaine de la recherche-développement, un amortissement accéléré sur l'investissement consacré à la recherche-développement et une réduction de l'impôt sur les gains en capital des sociétés à risques. Les incitations institutionnelles contribuent à la mise en place de sociétés nationales de recherche-développement chargées du financement et de la mise au point de technologies nouvelles à exploiter dans des applications industrielles, de même que de la commercialisation des résultats de recherche issus des travaux des instituts de recherche et des universités. Elles couvrent également les incitations post recherche-développement adressées aux industriels, aux adopteurs et aux utilisateurs des nouveaux produits et procédés techniques qui ont besoin d'incitations financières et fiscales intéressantes. Les incitations juridiques destinées aux associations de recherche comptant parmi leurs membres des cadres nationaux établis dans le monde développé permettent d'accélérer le processus d'obtention des résultats par le biais de la coopération dans l'identification du savoir faire et du siège du savoir-faire et des pays qui en sont détenteurs.

## **XI. PLANIFICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE**

Une politique ne signifie absolument rien tant qu'elle n'est pas exprimée sous forme de plan. Les pays disposant de politiques de science et de technologie bien formulées, planifient également leurs activités de science et en technologie. L'Ethiopie, le Kenya, le Ghana, le Nigéria et la Tanzanie ont commencé à élaborer des plans nationaux de science et de technologie qui seront intégrés au plan national de développement. Plusieurs pays francophones disposent de structures de planification de la science mais celles-ci ne planifient pas conjointement pour la science et la technologie. Leur contribution au développement demeure donc limitée. La planification de la science et de la technologie en est encore à ses balbutiements dans la plupart des pays africains. A moins que ces plans ne soient intégrés dans les plans de développement national, la contribution de la science et de la technologie au développement demeurera marginale.

Dans la plupart des pays en développement de la région africaine, la planification de la science et de la technologie et son inclusion dans le plan

national ont été reléguées au second plan à cause de la définition donnée de la science et de la technologie qui privilégie la formation de personnels et la recherche de haut niveau.

La focalisation des activités sur des applications de la science et de la technologie propres à résoudre les problèmes immédiats de développement contribuera à corriger cette insuffisance. En outre, il existe une pratique qui consiste à formuler des plans sectoriels sans y intégrer la science et la technologie à cause des implications multisectorielles. Le rôle crucial d'une technologie créée à l'échelle locale n'est pas apprécié à sa juste valeur puisque la plupart des technologies sont simplement importées de l'extérieur. En outre, les ministères du plan sont dominés par des économistes et des statisticiens et les chercheurs et les technologistes ne sont pas associés aux processus de planification. Pour que la science et la technologie puissent être acceptées comme des instruments essentiels du développement socio-économique, des mesures urgentes doivent être prises par tous les pays africains pour associer leurs chercheurs et leurs technologistes au processus de la planification. Cet objectif se réalisera facilement lorsque les mécanismes de formulation des politiques de science et de technologie de chacun des pays concernés entreprendront de mettre au point un plan national de science et de technologie intégrable dans le plan national de planification.

Il existe trois étapes en vue dans le processus de la planification, le niveau :

- a) Macro-économique (national) qui implique la compréhension du rôle approprié de la science et de la technologie dans le cadre du développement socio-économique national;
- b) Micro-économique (sectoriel) qui met l'accent sur les progrès scientifiques et technologiques dans tous les secteurs;
- c) Du projet, qui porte sur la mise au point de la science et de la technologie et l'acquisition de certaines technologies par le biais du transfert de certaines technologies et sur leur financement.

On craint dans plusieurs pays en développement que le changement technologique ne se traduise par le chômage structurel. Ceci est inévitable puisque la situation de l'emploi change de manière continue avec les progrès

technologiques<sup>15</sup>. Si l'emploi diminue dans le secteur de l'agriculture, il augmente ailleurs avec le développement de l'industrie, des sciences et de l'information. C'est le cas en ce qui concerne Maurice qui a connu une industrialisation rapide dans la région africaine. Parallèlement à cela, le développement industriel s'accompagne par des changements au niveau des sources de technologie.

Pour une planification efficace de la science et de la technologie au niveau national, les points suivants doivent être notés :

- a) La planification de la technologie doit être un processus dynamique permettant d'effectuer des changements en fonction de la situation;
- b) Les substitutions d'importation de produits de consommation au profit des biens ou de capital constituent une démarche difficile et font appel à une planification minutieuse;
- c) La dimension temporelle particulièrement critique en ce qui concerne la planification d'un tel développement. Le développement d'une capacité scientifique et technologique requiert une longue période de gestion;
- d) S'il est nécessaire de protéger les efforts locaux déployés en matière de science et de technologie dans les phases préliminaires, cet impératif diminue progressivement avec le développement du pays;
- e) Le renforcement de la compétition et du libéralisme constituent des paramètres importants pour le développement de la science et de la technologie;
- f) Les initiatives locales et la volonté locale de résoudre les problèmes endogènes et l'engagement politique, administratif et financier au niveau national le plus élevé sont des préalables pour la préparation et la mise en oeuvre de tout plan de science et de technologie.

Ces conditions ne sont pas actuellement remplies dans la plupart des pays africains mais leur importance fait l'objet d'une prise de conscience grandissante et un nombre sans cesse croissant de pays prévoient ce type de planification dans leur programme.

L'intégration de la planification de la science et de la technologie dans la planification du développement national devrait viser à réaliser un certain niveau d'autonomie avec une capacité endogène de prise de décisions autonomes. Cela implique également une capacité autonome de mise au point et d'application de la science et de la technologie et de gestion du transfert de la technologie. Les lois et les règlements locaux portant sur les investissements étrangers en particulier ceux destinés à attirer de tels investissements sont essentiels et devraient à ce titre être conçus à la lumière du processus de la planification de la science et de la technologie.

## **XII. COOPERATION DANS LE DOMAINE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE EN AFRIQUE**

L'une des principales caractéristiques des politiques de science et de technologie a trait à la nécessité d'une coopération en vue d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles et de renforcer le développement et l'application de la science et de la technologie.

La coopération interministérielle au niveau national est renforcée par l'existence d'une structure et d'un mécanisme permettant à la communauté de la science et de la technologie de partager leurs données d'expériences dans leurs égaux domaines de spécialisation. L'existence d'unions nationales de science et de technologie peut également contribuer de manière notable au renforcement d'une telle coopération. En tant que structure non gouvernementale, cette institution peut rassembler les chercheurs et les technologues au niveau national et parrainer les activités souhaitées par la communauté. De telles unions ne sont pas fréquentées dans la plupart des pays africains quoique certains d'entre eux aient en fait des associations pour l'avancement des sciences. Les chercheurs, les technologues et les ingénieurs peuvent oeuvrer la main dans la main et coopérer pour le progrès national par le biais d'unions nationales pour la science et la technologie.

Au niveau sous-régional, la coopération dans le domaine de la science et de la technologie se manifeste par le biais de différents regroupements économiques sous-régionaux. Il s'agit de la CEA, Communauté économique de l'Afrique de l'Ouest qui regroupe sept pays de l'Afrique occidentale, de la CECA, Communauté économique des Etats de l'Afrique centrale qui regroupe 10 pays francophones de l'Afrique centrale, de la CEPGL, Communauté économique des pays des Grands Lacs, qui regroupe

trois pays des Grands Lacs de l'Afrique centrale; de l'UDEAC, l'Union douanière et économique de l'Afrique centrale qui regroupe six pays, de la CEDEAO, de la Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest regroupant 16 pays; de la SADCC, la Southern Africa Development Coordination Conference, qui regroupe neuf pays de l'Afrique australe et récemment de la ZEP, Zone d'échanges préférentiels qui regroupe 18 pays de l'Afrique de l'Est et de l'Afrique australe. Des efforts sont actuellement déployés pour créer une zone d'échanges préférentiels pour la sous-région de l'Afrique du Nord. Dans tous ces regroupements sous-régionaux, certains projets coopératifs dans le domaine de la science et de la technologie sont en cours de mise en oeuvre. Ce qui manque c'est une politique sous-régionale de science et de technologie dans chaque sous-région. La Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique a mis en place cinq groupes de travail sous-régionaux du comité inter-gouvernemental d'experts pour le développement de la science et de la technologie qui se réunissent et mettent en oeuvre des projets à vocation sous-régionale.

Au niveau régional, la coopération dans le domaine de la science et de la technologie essentiellement à travers le comité intergouvernemental d'experts pour le développement de la science et de la technologie<sup>16</sup>; se réunit régulièrement et décide de l'orientation régionale des activités de science et de technologie sur la base de l'évolution des choses sur la scène internationale. Plusieurs organismes spécialisés des Nations Unies organisent des conférences, séminaires et ateliers régionaux sur des thèmes spécifiques relatifs à la science et à la technologie, tels que les conférences **CASTAFRICA** de l'UNESCO.

Des organisations et des centres régionaux spécialisés ont été mis en place sous le parrainage conjoint de la Commission économique pour l'Afrique des Nations Unies et l'Organisation de l'unité africaine. Il s'agit :

- a) Du Bureau régional africain de normalisation (ARSO);
- b) Du Centre régional africain de technologie (CRAT);
- c) Du Centre régional africain de conception et de fabrication techniques (ARCEDEM);
- d) Du Conseil régional africain de télédétection (ARRSC); et

e) De l'Organisation régionale africaine de la propriété industrielle (ORAPI).

Deux organisations non-gouvernementales ont été mises en place récemment. Il s'agit de l'Académie africaine des sciences et de l'Union panafricaine des science et de la technologie. Il existe quelques associations scientifiques au niveau panafricain mais celles-ci ne sont pas très actives puisqu'elles ont des problèmes financiers.

Outre les programmes de coopération et les projets qu'elles entreprennent, ces organisations sous-régionales et régionales visent également à jeter les bases de politiques saines dans la région africaine. De telles politiques, sont malheureusement loin encore d'avoir été clairement formulées et mises en oeuvre, ce qui se traduit par la perpétualisation du syndrome de dépendance. La politique régionale et sous-régionale en matière de science et de technologie devrait être considérée comme le premier pas sur la voie du développement interdépendant et auto-entretenu.

### **XIII. POLITIQUES ET VOLONTE POLITIQUE**

Les politiques nationales qui ne sont pas le fruit d'un débat national avec la participation du peuple sur le développement scientifique et technologique sont généralement inadéquates et sans soutien. Dans les pays où des séminaires et des conférences ont été organisés à l'échelle nationale pour délibérer sur les questions relatives de science et de technologie susceptibles de servir de base aux politiques nationales de science et de technologie, des politiques saines et faciles à mettre en oeuvre ont été mises au point. C'est le cas en Egypte, au Nigéria, au Ghana et au Kenya. Il est essentiel d'associer toute les parties intéressées et les milieux politiques, sociaux et économiques, y compris les chercheurs, les technologistes, les entrepreneurs, les banquiers et les spécialistes de marché qui connaissent bien les réalités du pays devraient être représentés dans de telles assises.

Les conférences et les ateliers nationaux sont des occasions à prendre qu'il convient de saisir pour amener les responsables politiques des engagements politiques en les invitant à participer aux séances d'ouverture et de clôture.

Dans plusieurs pays en développement de l'Afrique, le processus d'acquisition de la technologie étrangère n'a jamais tenu compte des

conséquences possibles sur l'avenir des efforts nationaux de science et de technologie (17). Le secteur public qui est le principal importateur de technologie a favorisé l'achat de systèmes sophistiqués vendus en bloc qui en très peu de temps se sont dégradés et ont cessé de tourner. Une telle approche n'a pas favorisé le renforcement de la capacité endogène locale. Il n'en aurait pas été ainsi si les dirigeants et les cadres étaient tenus de répondre de leurs actions, si les populations intéressées participaient au processus de prise de décisions et si les chercheurs et les technologistes s'intéressaient à influencer les décisions politiques.

#### **XIV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS EN VUE D'ACTIONS FUTURES**

Des politiques de science et de technologie sont essentielles pour la planification à court et à long terme du développement socio-économique comportant une forte composante de développement scientifique et technologique. De telles politiques devraient être mises au point par la voie de la participation des parties intéressées, à savoir les responsables, les chercheurs, les entrepreneurs, les banquiers, les spécialistes du marché, les représentants, les chercheurs en sciences sociales et le public, dans le cadre de conférences ou ateliers nationaux sur les politiques de science et de technologie et intégrées dans les plans nationaux de développement.

Pour un développement scientifique et technologique accéléré, la participation des secteurs public et privé dans la création et dans le fonctionnement de l'infrastructure de recherche-développement et notamment dans l'application de la science et de la technologie et dans la commercialisation des résultats de recherche est essentiel. La mise en place de sociétés nationales de recherche-développement capables de réaliser ces objectifs, devrait être considérée comme une priorité.

Les incitations fiscales, financières, institutionnelles et autres sont nécessaires et le gouvernement devrait fournir de telles incitations aux entrepreneurs et à la communauté locale des chercheurs, et des technologistes pour les encourager à entreprendre des action de science et de technologie. Les universités devraient faire preuve de générosité en permettant à leurs chercheurs d'entreprendre des travaux extérieurs de consultations. L'Etat devrait pour sa part créer un environnement de travail et un cadre de vie saints et accorder aux talents scientifiques et

technologiques locaux la considération qui leur est due en vue d'éviter la fuite des cerveaux et d'encourager le développement local.

Les politiques de science et de technologie qui se veulent rationnelles devraient encourager l'industrialisation dans le contexte d'un développement autonome et durable propre à empêcher la perpétuation du syndrome de la dépendance (18). Si les industries lourdes sont indispensables pour la réalisation des objectifs à long terme de restructuration de l'économie et de la création d'une base technologique et industrielle, le double objectif immédiat de l'accroissement de l'emploi et d'un approvisionnement adéquat en produits de consommation de base peut être atteint par le biais des industries artisanales et des petites et moyennes entreprises.

Les investissements effectués en vue de la création d'une capacité endogène dans le domaine de la science et de la technologie font appel non seulement à l'encouragement des chercheurs mais également à la création d'une capacité endogène de consultation dans le domaine du génie industriel et au renforcement des capacités techniques sur les sites de production. En vue de la création d'une capacité technologique durable, un désengagement sélectif de l'économie nationale par rapport à l'économie globale est nécessaire quoique la communauté internationale doive continuer à accorder son soutien à la création d'une capacité endogène africaine encore quelque temps.

Avec l'avènement dans le monde développé de technologies et de sciences de pointe dont l'impact sur la valeur des produits de base africains est négatif (les prix internationaux de ces produits sont à leurs plus bas niveaux), les Etats membres africains devraient déployer davantage d'efforts en vue d'exploiter ces nouvelles technologies par une recherche-développement accrue qui leur permettra de diversifier leur production et de trouver d'autres marchés pour leurs produits et leurs matières premières transformés. Un accent tout particulier devra être mis sur la biotechnologie et les technologies des nouveaux matériaux.

Les Etats membres devraient veiller à ce que leur politique de science et de technologie prévoient une réglementation appropriée des importations de technologie par des législations adéquates susceptibles d'encourager les investisseurs et de promouvoir une capacité technologique locale propre à gérer le transfert sélectif de la technologie.

## REFERENCES

1. Programme d'action de Vienne sur la science et la technologie pour le développement, Nations Unies, New York, 1979.
2. Plan d'action de Lagos pour le développement économique de l'Afrique, 1980-2000 OUA, Addis-Abeba, 1981.
3. Déclaration de Monrovia, seizième session ordinaire des chefs d'Etat de l'OUA, Monrovia (Libéria) juillet 1979.
4. Déclaration d'Abuja : Conférence internationale sur l'Afrique. Le défi de relance économique et du développement accéléré. Abuja, Nigéria, juin 1987.
5. La Déclaration de Kilimanjaro, CASTAFRICA II, Rapport final de l'Unesco Sc/M.D/38 Paris 1988.
6. La Déclaration de Khartoum : Conférence internationale sur la dimension humaine de la relance économique et du développement de l'Afrique - Khartoum (Soudan), mars 1988, CEA, Addis-Abeba, août 1989.
7. La Déclaration d'Addis-Abeba : Réunion des chefs d'Etat et de gouvernement de l'OUA - Addis-Abeba, juillet 1989.
8. Hyung-Ki-Kim : A framework for policy analysis with particular reference to technological development strategies in developing countries, the World Bank, EDI, Washington 1985.
9. UNECA - Performance Review of Science and Technology Policy institutions in Ghana, Guinea, Kenya, Nigeria and Tanzania, Addis-Abeba, January 1990.
10. UNESCO - Trends in development of science and technology in Africa, in particular since CASTAFRICA II. SC-89/CASTAFRICA(II)/REF.1, Paris, June 1989.
11. Atul Wad and Radnor : Science and Technology in Africa, Priorities and implications for International Cooperation, North Western University Evanston, Illinois, 1983.

La culture de la science et de la technologie est toujours absente de la scène africaine. La vulgarisation de la science et de la technologie en utilisant tous les moyens possibles de propagande, théâtre, chants populaires, musique, clubs de science, audiovisuel, journaux, expositions etc, doit constituer la base d'une telle culture. Une dimension culturelle doit être intégrée dans tous les programmes et projets de science et de technologie pour que ceux-ci puissent être efficaces et les politiques de science et de technologie devraient prévoir cette dimension.

Pour une politique de science et de technologie efficace, la communauté scientifique et technologique devrait coopérer de manière étroite avec les responsables et les politiciens et inclure dans sa sphère d'influence le système politique et les responsables au sommet, tout en essayant de maintenir des normes élevées en ce qui concerne les activités de science et de technologie. Ils ne devraient pas répugner à s'engager sur la scène politique locale pour faire triompher leurs vues.

La coopération en matière de science et de technologie devrait viser à renforcer le développement des bases locales de science et de technologie par le biais de la formation des personnels techniques nécessaires. La coopération sous-régionale et régionale devrait viser à sauvegarder un marché approprié d'échange de biens et de services créés en Afrique, ce qui requiert des politiques sous-régionales et régionales de science et de technologie saines.

L'Afrique ne peut se permettre de traîner loin derrière en matière de développement scientifique et technologique, autrement elle continuera à dépendre toujours de la bienveillance de la communauté internationale pour remplir sa sébile de mendiant alors qu'elle est elle-même abondamment dotée en ressources naturelles. Jusqu'ici, les politiques de science et de technologie n'ont pas été suffisamment dynamiques et n'ont pas bénéficié de l'appui politique dont elles ont besoin pour renverser la dramatique situation qui prévaut dans la région. La communauté de la science et de la technologie qui devrait avoir à coeur les intérêts de l'homme de la rue devrait apporter sa contribution dans ce monde marqué par une compétition sans merci et par le jeu impitoyable des forces du marché.

12. UNESCO : Comparative study on National Science and Technology Policy - Making bodies in the countries of West Africa. Science policy studies and Documents No. 58, Paris, 1986.
13. UNESCO : Conference of Ministers of Education and those responsible for Economic Planning in African member states, Harare, 28 June - July 1982; ED-82/MINADEF/3, 1982.
14. S. Jugessur. Technology Policy and mechanisms for accelerated technological development. Proceedings of Seminar on Technology Transfer, University of Mauritius, Reduit, Mauritius - September 1988.
15. ESCAP. Technology for Development : study by the ESCAP Secretariat for the 40th Session of the Commission, Tokyo, Japan, April 1984.
16. UNECA : Intra-African and Interregional scientific and technological cooperation - CASTAFRICA paper, ECA, Addis Ababa - October 1986.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. OECD, Crisis and Recovery in sub-Saharan Africa  
Paris, 1988.
2. OECD, Science and Technology Policy Outlook, 1988 . Paris, 1988.
3. OUA/UNDP/UNESCO, Report of the First Congress of African  
Scientists. Brazzaville, 25-30 June 1987.

# **POLITIQUES TECHNOLOGIQUES ET MECANISMES D'ACCELERATION DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE**

**S. Jugessur**

## **I. INTRODUCTION**

Le rythme du développement socio-économique dont l'objectif consiste à satisfaire les besoins fondamentaux d'une nation et d'améliorer la qualité de la vie de sa population dépend dans une large mesure de l'existence de politiques technologiques rationnelles et de mécanismes propres à accélérer le développement technologique. Puisque la technologie ne peut être séparée de la science et comme c'est la manifestation pratique des lois et principes scientifiques matérialisés dans les produits et les procédés techniques qui atténuent les rigueurs du travail humain et améliorent le niveau de vie de l'homme, le développement et l'application de la science et de la technologie doivent évoluer en tandem. Toute nation qui s'est sérieusement penchée sur cette question a non seulement réussi à satisfaire ses besoins intérieurs mais également à s'imposer comme puissance sous-régionale, régionale ou internationale inspirant le respect et l'admiration des uns et des autres. Les exemples des pays de l'Est et du monde occidental où l'attachement de l'Etat à l'égard de la science et de la technologie ne s'est jamais démenti méritent d'être suivis.

En revanche, lorsque les gouvernements ont tardé à faire droit à l'exigence d'un appui plus soutenu à la science et à la technologie pour le développement, le rythme du développement socio-économique des pays concernés a été lent et des ferments internes de destruction préjudiciables à leur stabilité économique et politique de ces pays les ont maintenus dans un état d'extrême arriération qui ne leur permettait même pas de satisfaire leurs besoins fondamentaux.

## **II. MISE AU POINT ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE**

La mise au point technologique dépend essentiellement de la capacité technologique endogène qui elle-même est tributaire a) de l'existence de politiques et de stratégies gouvernementales destinées à créer une capacité technologique endogène b) de la disponibilité de ressources propres à assurer la formation d'une main-d'oeuvre capable de faire face aux questions de mise au point et de transfert de technologies; c) de la mise en place de

mécanismes de mise au point, de transfert, d'acquisition, d'adaptation, de maintien, de diffusion et d'utilisation de technologies produites au niveau local ou à l'étranger. Autrement dit la disponibilité de politiques, de plans, de programmes, de ressource, et de personnels capables de réaliser des objectifs définis s'avère indispensable, tout comme l'aptitude à formuler et à mettre en oeuvre des projets appropriés.

Le transfert de technologie joue un rôle crucial dans le processus du développement technologique. En effet, lorsqu'il est réalisé de manière appropriée, il permet la création d'une capacité technologique nationale dans le cadre de laquelle les ressortissants du pays peuvent développer leur capacité non seulement à utiliser certaines technologies mais également à assimiler les principes scientifiques aptes de les aider à adapter et à améliorer les technologies faisant l'objet des transferts. Lorsque le transfert s'effectue au hasard, il y a seulement un semblant de développement technologique, sans développement réel de la capacité technologique endogène. On observe alors une prépondérance des projets clés en mains, avec, très peu de contrats de coentreprise, pour ne pas dire aucun, un partage irrationnel des bénéfices, un bouleversement des normes socio-culturelles et une dégradation des ressources de l'environnement. D'où la nécessité de disposer d'une politique technologique rationnelle capable d'assurer un transfert approprié de la technologie et d'éviter tout transfert technologique inadéquat et aveugle.

### **Certains concepts et définitions de base dans le domaine du transfert des technologies**

La technologie se définit comme un cocktail de connaissances de compétences et de méthodes destiné à produire et à distribuer des biens et des services et présente une composante désincarnée et une composante incarnée. Alors que le savoir-faire, les licences, la consultation et les services techniques et d'ingénierie constituent la technologie désincarnée, les produits, les machines, l'équipement et les biens d'équipement représentent la technologie incarnée. Alors que la science est universelle, la technologie elle est privée et doit être achetée à ceux qui la possèdent, à savoir la plupart du temps les pays développés. A cet égard, il existe un marché international de technologie sur lequel s'effectue un transfert net de devises en faveur des fournisseurs des pays développés. De fait, l'acquisition de technologie par les pays en développement par le biais des échanges commerciaux de

technologies avec les pays industrialisés revient à plus de 6 milliards de dollars des Etats Unies, versés au titre de paiements forfaitaires, droits et redevances. De fait, avec l'accroissement soutenu de la demande de technologie, et l'émergence de technologies nouvelles et naissantes qui ont nécessité d'importants investissements dans la recherche-développement, ce chiffre est appelé à augmenter très vite.

Le manque de services adéquats de consultation et d'ingénierie dans la plupart des pays en développement qui ne disposent pas de la main-d'oeuvre qualifiée nécessaire pour faire face aux besoins d'évaluation technologique, la négociation, l'acquisition et la gestion de technologies constitue de sérieux obstacles pour les acheteurs de technologie qui se trouvent dans une mauvaise position de négociation<sup>1</sup>. L'adaptabilité des technologies importées est souvent douteuse. Les technologies mises au point dans les économies des pays avancés sont normalement destinées à satisfaire les besoins de ces économies et ne peuvent être transférées en bloc dans un pays en développement qui ne dispose pas de l'infrastructure nécessaire et des personnels capables de les adapter aux besoins et objectifs de développement spécifiques de ce pays<sup>2</sup>.

En général, les fournisseurs de technologies n'acceptent de transférer que les compétences opérationnelles propres à permettre la réalisation d'un certain nombre de fonctions technologiques et très peu de choses, sinon rien du tout, en ce qui concerne les principes scientifiques à la base de ces opérations. Cette attitude ne fait que perpétuer la dépendance technologique des bénéficiaires du transfert. Elle limite également l'accès des bénéficiaires du transfert à la technologie et à son utilisation et constitue ainsi un élément de contrôle du pays en développement. Certaines des limites à l'accès et à l'utilisation de la technologie ont été identifiées comme étant :

- a) Les achats liés d'intrants, de machines et d'équipements importés essentiellement auprès de fournisseur;
- b) La restructuration des exportations sous forme de prohibitions absolues de limites partielles et de barrières géographiques;
- c) L'exigence de garanties contre les variations fiscales, tarifaires et les fluctuations de changes affectant les projets, les redevances et les transferts de fonds;

d) Les restrictions frappant les approvisionnements concurrents par la limitation des importations compétitives et l'interdiction de l'utilisation des ressources locales;

e) L'acquisition de brevets locaux pour éliminer les concurrents;

f) L'utilisation de personnels expatriés au lieu des techniciens locaux disponibles;

g) L'inhibition des capacités locales de recherche-développement.

A cause de ce dispositif, le transfert de technologie occasionne d'importantes dépenses en paiement direct sous forme de droits d'acquisition de brevets, de licences, de savoir-faire, de marques déposées et pour la prestation de services techniques et de services de gestion. Ce lourd fardeau se répercute sur la balance des paiements nationale et affecte la croissance par habitant du PNB.

La gestion des questions d'évaluation, de sélection, de négociation, d'acquisition, d'assimilation, d'adaptation, de reproduction, d'entretien et de diffusion qui se posent en matière de transfert de technologie fait appel à une main-d'oeuvre qualifiée et à une approche multidisciplinaire. Les ingénieurs, les chercheurs, les économistes, les experts en commercialisation doivent travailler la main dans la main avec les responsables politiques, les financiers et les spécialistes des sciences sociales en vue de créer un pool de ressources humaines capable d'assurer l'autonomie technologique des pays concernés.

L'abandon de la stratégie de l'importation indiscriminées de technologies notamment sous forme de projets clés en mains, en faveur de l'importation sélective de technologies constitue un pas réaliste vers l'autonomie technologique. La sélectivité dans le processus du transfert de technologie implique la spécification de la conception et de la fabrication techniques par les deux partenaires; celle de l'équipement des machines et des pièces de rechanges y compris les éléments qui peuvent être disponibles au plan local ou fabriqués localement; celle des experts, locaux et étrangers. Cette approche peut se traduire par des économies considérables pour l'acquéreur de la technologie et peut également promouvoir la création d'une capacité endogène et un développement technologique accéléré.

### III. NECESSITE D'UNE POLITIQUE ET D'UN PLAN BIEN CIBLES

Le développement technologique accéléré repose sur l'existence d'une politique technologique rationnelle qui énonce au travers d'un plan bien ciblé. L'improvisation dans ce domaine risque de déboucher sur la promotion de technologies inappropriées sur le plan social et environnemental et occultant les ressources naturelles disponibles. Toute politique technologique digne de ce nom doit tracer la voie à suivre en matière de développement technologique dans le respect des grands objectifs socio-économiques nationaux.

L'avènement d'une science et d'une technologie nouvelles et naissantes va probablement perturber plusieurs économies, en particulier celles des pays en développement tributaires d'un nombre limité de produits d'exportation. La nécessité de moderniser les processus de production par l'introduction de technologies de pointe devient impérieuse lorsqu'un pays vise à rester sur un marché compétitif. La rapide introduction de la micro-électronique et des micro-processeurs pour améliorer les processus de production, l'utilisation de la biotechnologie et du génie génétique pour améliorer la qualité des produits agricoles et pour diversifier leur production sont des domaines qui requièrent l'attention immédiate des gouvernements qui espèrent rester sur les marchés internationaux actuels sur lesquels règne une compétition sans merci. Tout cela implique le transfert de technologies créées hors du continent et la création d'une capacité endogène apte à assimiler les innovations scientifiques. Un environnement incitatif et réglementaire adéquat devra également être mis en place tant pour les auteurs du transfert que pour ses bénéficiaires.

Une politique technologique appropriée devrait énoncer les principales orientations du pays en tenant compte de la nécessité de renforcer la compétitivité du commerce par le biais d'actions de recherche-développement locale et par l'introduction sélective de technologies étrangères assortie des garanties adéquates, en vue de la création d'une capacité endogène de recherche-développement technologique, par l'utilisation des ressources locales; par le recours à des politiques sélectives d'importation de technologies; et par l'amélioration et la protection des technologies traditionnelles.

## **A. Politiques technologiques et intervention de l'Etat**

La principale raison à la base de la formulation d'une politique technologique y compris les multiples politiques destinées à assurer la promotion du développement technologique repose sur le fait qu'à elles seules les forces du marché ne sont pas à même de répondre à l'ensemble des besoins sociaux et économiques d'une population. C'est la raison pour laquelle l'Etat doit intervenir de manière décisive dans l'économie en créant un climat incitatif approprié et en imposant des restrictions là où cela s'avère nécessaire pour stimuler et orienter le développement.

Les partisans du système du libéralisme économique absolu tendent à écarter la justification d'une politique technologique prévoyant l'intervention de l'Etat. Ils soutiennent que les gouvernements ne sont ni suffisamment armés pour assurer une affectation efficace des ressources ni capables de remplacer le secteur privé dans le rôle qu'il joue. Les adversaires des tenants de cette thèse au contraire soutiennent que ce sont les problèmes internes du marché et notamment l'impossibilité de s'approprier les bénéfices découlant de l'investissement dans l'innovation technologique qui constituent la raison pour laquelle le secteur privé tend à avoir horreur du risque ou à être insensible aux besoins sociaux. C'est cette tendance du secteur privé qui exige des gouvernements qu'ils jouent le rôle de force motrice<sup>3</sup>. L'Organisation de coopération et développement économiques (OCDE) dans une étude sur les politiques technologiques et publiques des pays industrialisés en 1980 conclut que s'il est vrai que l'innovation technique dépend dans une très large mesure de l'initiative privée, il apparaît aussi que les politiques gouvernementales ont un rôle essentiel à jouer dans ce processus. Ces politiques définissent entre autre le cadre d'intervention et créent le climat d'incitations ou de restrictions nécessaire aux initiatives privées<sup>4</sup>.

## **B. Objectif d'une politique technologique**

L'objectif immédiat de la politique technologique d'un pays consiste à développer la capacité technologique locale, ce qui implique entre autres la capacité d'utiliser les technologies étrangères selon que de besoin. L'objectif à long terme ici consiste à acquérir un certain degré d'autonomie dans le domaine technologique, étant entendu qu'il est impossible d'être réellement autosuffisant sur le plan technologique. Dans le processus du développement

économique les pays progressent pas à pas, "tout d'abord en se dotant d'une capacité technique, puis en devenant capables de réaliser des tâches de développement impliquant l'application des résultats de la recherche-développement à des études de factibilité techno-économique , et en devenant enfin capables d'organiser leur propre recherche en vue de la mise au point de produits et/ou de procédés techniques<sup>1</sup>."

### **C. Les différents éléments d'une politique technologique**

L'énoncé d'une politique technologique devrait, en fonction des impératifs nationaux, contribuer entre autres à :

- a) Améliorer l'efficacité et la productivité technologiques par le biais de la modernisation de l'équipement et de la technologie;
  - b) Fournir le maximum de compétence et d'autonomie technologiques possible;
  - c) Fournir un maximum d'emplois rémunérateurs et satisfaisants;
  - d) Assurer la création d'une capacité locale , en matière de recherche-développement;
  - e) Stimuler les services et établissements techniques et industriels locaux;
  - f) Promouvoir les consultants locaux;
  - g) Faire en sorte que le flux de la technologie étrangère s'accompagne et soit complété par une formation locale adéquate;
  - h) Créer un climat d'incitations à l'investissement adéquat et des infrastructures de base;
  - i) N'encourager l'investissement étranger que dans des technologies soigneusement sélectionnées;
  - g) Décourager les projets clés en main une fois qu'un certain niveau de capacité technologique est localement disponible;
-

- k) Encourager l'importation sélective de technologies;
- l) Veiller à ce qu'il y ait un pool approprié d'entreprises des secteurs privé et public;
- m) Fournir un cadre juridique approprié pour le processus du transfert de technologie;
- n) Assurer la protection de l'environnement et la santé des populations concernées;
- o) Veiller à ce que la politique locale soit conforme aux politiques sous-régionales et régionales;
- p) Assurer une croissance soutenue du PNB et une distribution équitable de la richesse.

Les éléments ci-dessus ne sont en aucune façon exhaustifs et il appartient à chaque pays de définir sa propre politique sur la base des priorités et des projections de son plan national de développement. Parallèlement à cela, une fois qu'une politique particulière aura été énoncée, des dispositions devront être prises pour qu'elles puissent être modifiées sur la base des tendances mondiales. Souvent, les changements sont dictés par des réactions à des chocs externes tels que les catastrophes naturelles, les variations du prix du pétrole, les troubles sociaux, les marchés internationaux, etc. et il faut tout naturellement faire preuve d'un certain degré de flexibilité<sup>6</sup>. Dans plusieurs pays africains, les politiques antérieurement adoptées en faveur de l'introduction de technologies à forte intensité de capital n'ont pas été couronnées de succès.

#### **D. Plan technologique**

Une fois définie avec clarté la politique à mettre en oeuvre doit être traduite en un plan qui lui-même sera intégré au plan national de développement. En matière de technologie, un plan commence par une étude visant à identifier les technologies disponibles et les besoins technologiques des populations concernées. La plupart des plans ont comme première priorité la satisfaction des besoins locaux. En fait, comme on l'a dit plus haut, la plupart des technologies mises au point par le passé visaient à répondre à des besoins

---

locaux spécifiques tout comme l'avènement des technologies de pointe dans les pays développés constitue une réponse à la nécessité d'une plus grande compétitivité sur le marché international par le biais de l'utilisation d'une main-d'oeuvre humaine qui se fait rare, et à l'absence de matières premières.

L'intégration de la planification technologique dans les plans nationaux de développement est très importante puisque tous deux visent à assurer une croissance efficiente dans le respect des principes de justice sociale. Le gouvernement et le secteur privé doivent oeuvrer la main dans la main dans le cadre d'un processus de planification coopérative globale tel pratiqué par des pays comme le Japon, la Corée et Singapour. Il est nécessaire d'assurer la coordination et la consultation entre le gouvernement et le secteur privé en vue de répondre aux changements de situations qui exigent la modification des politiques et des programmes adoptés.

Le plan technologique se base ainsi sur<sup>7</sup> :

a) L'identification des besoins technologiques compte tenu de la base socioculturelle locale et de la demande sur les marchés locaux et internationaux;

b) La mise en place d'une infrastructure adéquate et la création d'une capacité technologique propre à gérer l'adaptation et l'innovation technologiques;

c) La mise en place d'un système adéquat d'information technologique capable de collecter, de traiter, de stocker et de diffuser l'information requise en direction des développeurs et des utilisateurs de la technologie;

d) La mise en place d'un centre technologique où l'on pourra évaluer la technologie, suivre les échanges technologiques et désagréger les paquets technologiques;

e) La mise en place d'un cadre juridique national qui permettra la réglementation nationale de l'introduction de la technologie étrangère.

## **E. Secteur public contre secteur privé**

Après près de trois décennies d'expérimentation internationale sur le rôle et l'efficacité des secteurs public et privé, on admet actuellement de manière générale que le secteur public a dans l'ensemble échoué et que l'on doit à tout prix promouvoir le secteur privé. Ceci doit cependant être analysé avec une certaine prudence, en particulier dans le contexte des économies en développement où une communauté d'hommes d'affaires locaux de la classe moyenne, capable d'appliquer les innovations technologiques au développement, comme dans le cas des pays industrialisés, fait encore défaut.

En ce qui concerne les projets d'investissement à vocation sociale où la mise initiale est élevée et les risques importants, le secteur public doit intervenir. Les sociétés transnationales ne sont pas toujours disposées à sous-traiter avec des firmes et entreprises locales dans plusieurs pays en développement et préfèrent traiter avec les entreprises d'Etat avec lesquelles il y a une certaine assurance contre les risques. Les entreprises publiques se retrouvent ainsi au centre de la scène, dans un processus où l'apprentissage de type atomistique, tout-venant et secondaire est remplacé par un apprentissage délibéré, planifié et organisé, et où ce processus devient prioritaire par rapport à tous les autres aspects de l'entreprise<sup>8</sup>.

Le processus du développement technologique accéléré, doit être lancé par le secteur privé qui joue le rôle d'interprète, de gestionnaire, de financier, de planificateur, de contrôleur, d'entrepreneur, de développeur et de négociateur avec les partenaires extérieurs<sup>9</sup>. Le développement technologique fait appel à des infrastructures adéquates et à un lent processus de recherche/développement qui constituent l'un et l'autre des entreprises coûteuses dont les avantages sociaux s'inscrivent dans le long terme. Laisser les choses entre les mains du secteur privé n'aboutira à rien et les gouvernements se doivent de jouer un rôle clé dans les domaines tels que :

- a) L'exploration, l'estimation, l'évaluation et la gestion à celles-ci des ressources naturelles;
- b) L'intégration des programmes de développement nationaux par le biais de la coopération des principaux secteurs économiques;

- c) L'affectation et l'utilisation efficiente des facteurs de production, y compris les ressources financières et les matières premières;
- d) L'évaluation de la technologie y compris la recherche-développement relative aux besoins sociaux;
- e) La planification de l'intégration structurelle du marché, tant au niveau interne qu'externe;
- f) La mise au point d'une politique appropriée de valorisation des ressources humaines, y compris la formation de gestionnaires et de personnels techniques.

Une fois qu'une base minimale aura été établie, le secteur privé devra être encouragé par tous les moyens possibles à contribuer au processus du développement technologique. En fait, dans plusieurs pays à industrialisation rapide, le secteur privé a déjà dépassé le secteur public et est devenu le principal moteur du développement technologique accéléré. Le manque général de motivation personnelle que l'on constate dans les entreprises du secteur public fait place ici à la motivation réelle créée par les perspectives de gains individuels et sociaux. La lenteur et la lourdeur caractéristiques de la bureaucratie du secteur public sont remplacées par les actions autrement plus efficaces du secteur privé. De fait, la vigueur du secteur privé est toujours synonyme de développement technologique, rapide et soutenu, grâce aux diverses incitations destinées aux travailleurs et à l'ensemble de l'entreprise.

#### **IV. MECANISMES DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE ACCELERE**

Parmi les mécanismes aptes à assurer le développement technologique accéléré d'un pays figurent :

- a) Les institutions publiques et privées de formation de personnels de niveaux moyen et supérieur;
- b) Les instituts de recherche-développement;
- c) Le centre national ou l'unité de transfert de technologie;

- d) Le cadre juridique permettant la réglementation de la mise au point et du transfert de technologie;
- e) Les organismes de consultation, de conception et de fabrication techniques;
- f) Les sociétés scientifiques et technologiques professionnelles;
- g) Les organisations de financement;
- h) Les publications et les manuels techniques;
- i) La coopération technologique entre pays intéressés.

La plupart de ces mécanismes seront analysés par référence à deux pays, le Japon et la Corée du Sud, qui devraient constituer pour les pays en développement des modèles dans le domaine du développement technologique accéléré.

#### **A. Formation de la main-d'oeuvre**

La première exigence du développement technologique accéléré est une main-d'oeuvre bien formée qui permettra une assimilation rapide de la technologie étrangère. Puisque le transfert de technologie précède souvent la génération d'une technologie indigène par le biais de la recherche-développement ce qu'il faut tout d'abord ce sont des agents bien formés aux techniques d'évaluation de technologies et de négociation avec les pays développés fournisseurs de technologies<sup>10</sup>. Le noyau d'un service de conception et de fabrication techniques maîtrisant les éléments de base de la recherche-développement peut constituer le point de départ de renforcement de la capacité d'un pays à améliorer son aptitude à négocier l'acquisition de technologies étrangères. Ici aussi le secteur public constitue un partenaire majeur dans l'amorce du développement de mécanismes institutionnels de ce type et avec l'accession à un certain niveau de développement, le secteur privé pourra intervenir pour renforcer la capacité technologique nationale.

Le Japon a commencé sa formation technologique dès 1870 notamment par la création d'un Ministère du génie industriel visant à accroître la production et à assurer le développement industriels tout en mettant l'accent sur la

formation des contremaîtres industriels<sup>11</sup> et sur la création de multiples instituts de recherche-développement dans les années suivantes tant par le secteur public que par le secteur privé.

La Corée du Sud est entrée dans le club des puissances technologiques beaucoup plus tard. Au milieu des années 60, la Corée du Sud a créé plusieurs institutions de recherche-développement autonomes financées sur des fonds publics, parmi lesquelles on retrouve la Korea Institute of Science and Technology<sup>12</sup>. Les secteurs prioritaires étaient la construction navale, l'électro-mécanique, l'électronique, les communications et la technologie chimique et énergétique. La croissance du nombre des institutions de recherche-développement créées par le secteur privé a été phénoménale au cours des récentes années, passant de 0 en 1981 à 15 en 1983 avec 91 sociétés participantes.

La Korean Institute of Science and Technology forme 500 diplômés de maîtrise et de doctorat par année pour une population de plus de 40 millions d'habitants. Plus de 200 centres de formation d'ingénieurs dispensant une formation de niveau intermédiaire et pratique sont fonctionnels dans le pays. Les deux tiers des institutions supérieures de formation sont gérés par des fondations d'enseignement privées et les entreprises industrielles disposent de leurs propres centres de formation. Ces chiffres expliquent de manière convaincante le rôle important que le secteur privé joue dans la formation de la main-d'oeuvre en Corée.

Le nombre des ingénieurs pour chaque tranche de 1 million d'habitants de la population active au Japon, tel que déterminé par une étude de McKinsay and Co., un bureau d'études conseil, est de 24 000<sup>13</sup>. Ce ratio dépasse de loin les chiffres de 16000 aux Etats Unis et de 3200 en Corée du Sud. Il donne une idée plus claire de la capacité technologique de ces pays et tout pays désireux d'avoir un développement technologique accéléré devra tout d'abord accroître le nombre de ses ingénieurs et de ses techniciens. La formation va, tout naturellement la main dans la main avec la demande en main-d'oeuvre pertinente et elle-même dépend de la mise au point de technologies appropriées.

L'un des faits les plus significatifs est que la Corée du Sud qui est entourée par la mer de trois côtés a choisi de donner la priorité à la construction navale. Les dotations en ressources naturelles d'un pays dictent

nécessairement sa tendance technologique. Hyundai a commencé en tant que société de construction navale et s'est maintenant diversifiée en une entreprise multisectorielle, la fabrication de voitures et de produits électroniques étant en train de gagner rapidement du terrain.

Dans chacun de ces deux pays, la formation du personnel de haut niveau est assurée non seulement par le gouvernement mais aussi par le secteur privé encouragé par des incitations appropriées offertes par l'Etat. Les universités, essentiellement financées sur des fonds publics ont également joué un rôle déterminant dans ce processus en fournissant la main-d'oeuvre nécessaire dans des domaines tels que la gestion industrielle, l'ingénierie, l'économie, la comptabilité, etc..

## **B. Recherche-développement**

La demande de recherche-développement pertinente augmente avec les progrès du développement technologique. Tout d'abord, on doit se doter de la capacité d'adapter certaines technologies importées au besoins locaux et une fois ce cap atteint, la recherche-développement fondamentale peut être entreprise en vue de mettre au point de nouveaux produits et de nouveaux procédés et de demeurer compétitif par ce biais sur le marché international. Les trois étapes du développement technologique faisant appel à des activités de recherche sont les suivantes:

### **1. La mise en oeuvre de technologies importées**

Ici la recherche traite de l'évaluation et de la négociation technologiques en vue d'assurer un transfert de technologie approprié à des coûts raisonnables. Cette étape fait également appel à la désagrégation des technologies et à la rétro-technologie.

### **2. L'assimilation en vue de la diversification des produits**

Cette étape fait appel à des actions de recherche visant à assurer l'adaptation des technologies importées sur la base de l'utilisation des matériaux et des ressources disponibles au niveau local

### **3. L'amélioration en vue du renforcement de la compétitivité**

Cette étape fait appel à la recherche-développement fondamentale sur de nouveaux produits et de nouveaux procédés qui permettront de demeurer compétitif sur les marchés internationaux.

Les actions décrites ci-dessus peuvent être entreprises au niveau de l'université et au niveau des instituts de recherche-développement financés tant par le gouvernement que par le secteur privé.

### **C. Mesures destinées à promouvoir la recherche-développement**

Dans certains pays tels que le Japon, 76% de la recherche-développement intervient dans les instituts parrainés par les secteurs privés. Après les Etats Unis et l'Union soviétique, le Japon est le troisième pays de la planète sur le plan de l'importance des dépenses consacrées à la recherche-développement, affectant 2,2% de son PNB à cette activité, soit au total 24 milliards de dollars E.U. L'importance de cette contribution s'explique par l'existence de trois types d'incitation fournis au secteur privé à savoir 12/ :

a) Des incitations à la recherche sous forme de réduction des risques et des coûts;

b) Des incitations post recherche-développement visant à aider à la commercialisation et au développement de marchés potentiels pour les résultats de la recherche-développement, qu'il s'agisse de nouveaux produits ou de nouveaux procédés;

c) Des incitations légales telles que certaines dispositions permettant aux sociétés de former des associations de recherche.

Les incitations permettant la réduction des risques et des coûts prennent la forme d'incitations financières, fiscales, ou institutionnelles.

## **1. Les incitations financières**

Elles sont fournies par:

a) Des programmes de prêt à faible intérêt offerts par les banques nationales pour la promotion d'activités de mise au point de technologies locales; et

b) Par le gouvernement lui-même, sous forme de subvention d'activités de recherche-développement confiées au secteur privé dans le cadre de programmes à grande échelle de conception; de mise au point de la préproduction, d'expérimentation et d'essai de nouveaux produits et procédés dans les petites et moyennes entreprises.

## **2. Les incitations fiscales**

Elles sont fournies par :

a) Des dégrèvements fiscaux sur les coûts de la recherche-développement par rapport aux montants investis l'année précédente (Japon, 20% pour la recherche);

b) Des dégrèvements fiscaux sur les recettes issues des ventes de savoir-faire ou de propriétés industrielles, ou des prestations de services conseils;

c) De l'accélération de l'amortissement de l'investissement de la recherche-développement sur les structures et équipements, dégrèvements qui peuvent s'élever parfois jusqu'à 90% de la valeur totale de l'investissement;

d) De la réduction des droits frappant les produits importés à utiliser dans les entreprises de recherche-développement;

e) De la réduction des impôts sur les gains en capital des sociétés à capital à risque.

### **3. Incitations institutionnelles**

Parmi les mesures institutionnelles à prendre, la plus importante consiste à entreprendre la création d'une société nationale de recherche-développement similaire à celles qui existent au Royaume Uni, en Inde au Brésil, etc.. Une telle société permet de financer la mise au point de nouvelles technologies en vue d'applications industrielles, et de commercialiser les brevets non utilisés détenus par les instituts publics de recherche et les universités.

Il existe une autre mesure institutionnelle qui vise à promouvoir la recherche-développement dans le secteur privé et que l'on appelle "Organisation de promotion du développement de la technologie industrielle". Cette Organisation finance les activités de mise au point technologique des sociétés privées soit par le biais de prêts à des taux d'intérêt réduit soit par des investissements dans le capital-action de certaines sociétés intervenant dans le domaine des technologies de pointe tels la micro-électronique ou les nouveaux matériaux.

### **4. Incitations post recherche-développement**

Les incitations post recherche-développement visent à assurer le passage crucial de la recherche-développement à l'application industrielle et à la commercialisation des produits et des procédés découlant de la recherche-développement. Il s'agit là d'un problème essentiel dans la plupart des pays en développement où les résultats de la recherche-développement n'ont pas la possibilité d'être commercialisés et reproduits. Le Japon a réussi à surmonter cette difficulté en créant des compagnies quasi publiques de location-bail pour aider les producteurs à développer des marchés pour leur nouveau produit. Des conditions fiscales et financières favorables sont accordées non seulement aux producteurs mais également aux adopteurs ou aux utilisateurs des nouveaux produits ou procédés techniques pour les aider à développer leur marché. Les petites et moyenne industries disposent d'un programme d'assurance pour la commercialisation de la nouvelle technologie tel que le Fonds d'assurance du crédit des petites et moyennes industries.

---

## **5. Incitations légales destinées aux associations de recherche**

Le gouvernement peut fournir un appui juridique, financier et fiscal aux associations privées de recherche-développement, en leur confiant notamment certains projets nationaux de recherche-développement même si le travail effectif de recherche-développement s'effectue au sein de chaque société participante.

La mise en place d'associations de recherche dans les domaines spécialisés contribue à renforcer l'esprit de coopération et à accélérer l'aboutissement des travaux. A titre d'exemple, le Japon a mis en place trois associations de recherche dans le domaine du matériel informatique et cinq autres dans le domaine des logiciels informatiques, compte tenu de la priorité donnée à ces domaines et de la volonté nationale de se hisser à la hauteur de la série 370 d'IBM. De telles associations de recherche contribuent non seulement à réaliser des résultats, mais aussi à identifier le lieu d'origine du savoir, par opposition au savoir-faire. L'adhésion des ressortissants japonais travaillant dans les pays développés est encouragée précisément pour permettre de recueillir l'information pertinente disponible dans ces pays.

## **6. Mesures destinées à élargir les sources de financement du développement technologique**

Les mesures ci-dessus ont été mises en oeuvre de différentes manières dans différents pays. En Corée du Sud, le Gouvernement a adopté en 1972 la loi destinée à assurer l'accélération du développement technologique par laquelle des institutions de financement publiques et privées telles que la banque de développement de Corée, la Banque des petites et moyennes industries et la Société coréenne de développement technologique ont été mises en place. Aux termes de cette loi, les profits bruts avant impôt des entreprises privées peuvent s'accumuler à certains taux pendant trois ans en vue du financement des activités de développement technologique.

Souvent des fonds spéciaux sont mis en place pour appuyer des projets de recherche-développement spécifiquement identifiés, devant faire l'objet d'une mise en oeuvre prioritaire en vertu des politiques décrétées par l'Etat. La mise en oeuvre conjointe de projets de recherche-développement par le gouvernement et le secteur privé qui mettent le secteur privé en contact avec les institutions publiques de recherche-développement permet à ces

entreprises de mieux utiliser les résultats de la recherche-développement et contribue à mieux responsabiliser les institutions publiques de recherche-développement 13/.

Tant que le secteur public demeurera la principale source de financement du développement de la recherche, le développement technologique sera lent. Mais avec un environnement incitatif adéquat, le secteur privé peut inverser la situation. L'adoption d'une batterie de mesures juridiques et administratives appropriées par le gouvernement peut agir comme un puissant facteur de changement du comportement des entreprises privées dans le domaine du développement technologique.

Les voies et moyens à mettre en oeuvre pour mobiliser des fonds pour des projets technologiques spécifiques dépendent dans une large mesure de l'imagination et de la motivation des gouvernements des pays en développement. Il y a déjà de cela un certain nombre d'années, le Gouvernement japonais a entrepris de parrainer des activités sportives telles que le cyclisme professionnel pour mobiliser des fonds pour des projets technologiques! Outre des mesures populaires de ce type, plusieurs législations telles que la loi sur les transactions d'exportation de 1955 obligeant les petits exportateurs à former des cartels en vue de promouvoir les exportations japonaises, la loi portant prélèvement d'un pourcentage des bénéfices des exportateurs sur certaines exportations industrielles telles que le textile, le sucre, etc. peuvent contribuer de manière notable à mobiliser les fonds nécessaires pour assurer le développement technologique.

Le Programme d'action de Vienne en science et technologie pour le développement de même que le Plan d'action de Lagos pour le développement accéléré de l'Afrique subsaharienne préconisent la poursuite d'un objectif de 1% du PNB pour les pays en développement avant la fin de cette décennie mais aucun pays en développement n'a été capable de réaliser cet objectif alors que les pays développés consacrent plus de 2% de leur PNB au financement de leur développement scientifique et technologique. Il est grand temps que les pays en développement modifient leurs politiques et leurs mécanismes de promotion du développement technologique.

---

## **7. Le parc de science et technologie: un modèle de développement technologique**

Les universités attirent généralement une partie des personnes les plus compétentes d'un pays et là où la main-d'oeuvre qualifiée est limitée; elles devraient jouer un rôle socio-économique très dynamique en faisant le pont avec le secteur de la production et en lui fournissant l'expertise et les moyens techniques qui lui sont nécessaires. Le concept de parc de science et de technologie est en train de gagner du terrain dans les pays développés où les universités ont étendu leurs structures jusqu'au niveau des industries locales. De tels parcs ont été établis dans des campus d'université ou dans les zones qui leur sont contigües où les industries peuvent louer des unités industrielles à des prix abordables et où elles ont facilement accès aux moyens et aux compétences de l'université. Dans les pays en développement, le concept des parcs de science et technologie peut permettre la mise en place d'industries légères viables, avec l'aide et l'encadrement des universités. Les bénéfices que la communauté pourrait tirer d'une telle structure sont multiples: renforcement des relations entre l'université, l'industrie et les entrepreneurs locaux; recherche-développement pertinente couplée à des services de consultation, d'expérimentation et de contrôle de qualité aux industries; formation industrielle et technique des étudiants et recrutement éventuel des étudiants; services conseils des industriels aux universitaires sur la pertinence des cours et leur orientation, ainsi que les possibilités de recherche-développement pour que le personnel de l'université puisse partager les préoccupations industrielles et technologiques pratiques du secteur de la production tout en retenant son poste à l'université; et finalement accroissement des revenus de l'université par le biais de prestations de services de consultation, de droits d'expérimentation et de partage de bénéfices.

Les parcs de science et de technologie peuvent ainsi, réellement intégrer l'université au processus du développement technologique par le biais d'une interaction étroite avec l'industrie. Les pays en développement devraient explorer la possibilité de la mise en place de tels parcs.

## **V. Interrelation entre technologie et science**

Plusieurs pays en développement ont créé des conseils nationaux de recherche pour coordonner la recherche scientifique et parfois la recherche

technologique. De tels conseils ont mis en place des politiques de recherche-développement et dans certains cas des travaux valables de recherche ont été effectués. Toutefois, l'application pratique des résultats de recherche au développement socio-économique local est restée marginale. Il y a eu très peu d'interaction entre les chercheurs et les technologues et souvent il y a eu confusion entre politique scientifique et politique technologique. La création d'un conseil de recherche national comme organisation coiffant la promotion de la science et de la technologie ne vise souvent qu'à assurer la promotion de la recherche des scientifiques de l'université 4/. Le lien entre les chercheurs et l'industrie n'a pas été jusqu'ici le point fort de ces structures. Les activités technologiques destinées à répondre aux besoins de l'industrie et aux besoins quotidiens des populations concernées ont souvent été négligées par ces conseils de recherche. Leurs politiques sont souvent dictées par les universités elles-mêmes et il est nécessaire d'intégrer la politique scientifique à la politique technologique dans le cadre d'une politique scientifique et technologique harmonisée car, sans l'appui de la science, le développement technologique laissera toujours à désirer.

Dans un certain nombre de pays, les conseils de la recherche scientifique ont cédé la place à des commissions de science et de technologie qui intègrent les différentes activités sous le même chapeau tout en veillant à ce que les résultats de recherche-développement soient éventuellement traduits en projets pilotes et en biens de consommation et services. Elles assurent par là même une relation étroite entre le développement technologique et le développement scientifique.

## **VI. PROPOSITION EN VUE D'UNE STRUCTURE INTEGREE DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE**

La Commission nationale est un mécanisme institutionnel national capable de coordonner les activités de promotion de science et de technologie en mettant au point des politiques nationales appropriées, en les intégrant aux plans, programmes et projets nationaux de développement; capable d'établir des priorités de recherche-développement et de contribuer à mobiliser les fonds nécessaires pour la matérialisation de telles priorités; capable de faire le pont entre la recherche-développement et la livraison effective de biens et services aux populations par le biais de la commercialisation des résultats de recherche ; et capable d'assurer un développement technologique accéléré

en vue de satisfaire les objectifs socio-économiques poursuivis. Une telle commission s'est avérée plus efficace que les conseils et commissions de recherche et même plus que les ministères de science et de technologie qui ne sont généralement rien d'autres que les ministères à vocation sectorielles comme les autres.

Souvent certains milieux expriment la crainte qu'une coordination centralisée contribue à alourdir la bureaucratie déjà existante et à freiner les activités entreprises. Cette crainte se justifie lorsque la coordination implique le contrôle. Toutefois, ici la coordination n'implique aucun contrôle. Les multiples institutions intervenant dans le domaine du développement de la science et de la technologie devraient bénéficier d'un certain degré d'autonomie dans leur capacité à mettre en oeuvre des projets. L'appui du gouvernement devrait seulement contribuer à accélérer la livraison des résultats. La décentralisation de l'autorité en faveur des échelons les plus bas du système devrait être encouragée autant que possible.

La structure proposée est une commission nationale de science et de technologie ayant à sa tête le chef de l'Etat, c'est à dire le président lui-même ou le premier ministre ou son représentant, comme c'est le cas dans plusieurs pays à développement rapide. La science comme la technologie intéressent tous les secteurs de la vie et la plupart des ministères du gouvernement sont intéressés au premier chef par elles. Par conséquent, à chaque fois qu'une question de science et de technologie se posera, le ministère concerné aura tendance à tirer la couverture à lui et très souvent au détriment des autres. Lorsqu'on en vient à partager le gâteau du budget national, l'attribution des enveloppes devrait s'effectuer au niveau le plus élevé où la perspective multisectorielle est plus claire. D'où, la nécessité que le président ou le premier ministre ou des membres de son cabinet président cette commission de science et de technologie où siégeront les ministres et les représentants des différents ministères concernés pour décider des programmes prioritaires et des affectations budgétaires. La mise au point et l'application technologiques, la valorisation des ressources humaines, la recherche-développement sont toutes des questions qu'une commission de type intersectoriel peut gérer. La détermination des priorités nationales et des affectations budgétaires au niveau de la commission de la science et de technologie, permet une meilleure harmonisation des programmes de développement et une meilleure intégration dans les objectifs du pays concerné.

Plusieurs organisations, organes et organismes des Nations Unies entreprennent des projets de développement dans les pays en développement. Leur action est complétée par celle de plusieurs donateurs bilatéraux ayant des programmes qui leur sont propres et dont chacun concerne un ministère donné. Il existe également plusieurs organisations multilatérales privées intervenant dans les mêmes domaines. On est surpris devant le nombre des organisations ayant des projets concentrés sur un seul domaine, par exemple celui de l'agriculture. Le résultat inévitable de tels chevauchements est le double emploi d'activités accompagné d'un gaspillage de ressources précieuses, à moins qu'il n'y ait une structure centrale de coordination telle que la commission nationale de science et de technologie pour planifier et superviser les projets de développement. Dans les pays peu dotés en ressources, il est essentiel qu'une utilisation optimale soit faite de tout ce qui est disponible et tout cela dans le cadre d'une politique nationale intégrée.

Les décisions de la commission nationale de science et de technologie se fondent sur les conseils fournis aux ministères concernés par des experts et sont souvent appuyés par un comité consultatif parallèle composé d'experts - le comité national consultatif d'experts en matière de science et de technologie. On pourrait soutenir que les décisions de la commission pourraient tout aussi bien être prises par le conseil des ministres composé de tous les ministres du gouvernement. Ceci peut ne pas être possible lorsque le gouvernement est appelé à se pencher sur des questions politiques brûlantes. On pourrait également avancer que le ministère du plan peut fort bien s'occuper de la détermination de priorités et de l'élaboration des plans nécessaires. L'expérience a montré que les ministères du plan sont le plus souvent dotés d'un personnel composé d'économistes qui n'ont pas de connaissances particulières en science et en technologie et qui s'intéressent peu aux questions de science et technologie. La recherche scientifique et technologique, et la mise au point et l'application de la science et de la technologie sur la base de politiques, de plans et de programmes rationnels ne peuvent être gérées par les spécialistes de la planification économique aussi bien et aussi efficacement que par une commission nationale de la science et de la technologie.

Dans certains pays, des ministères de la science et de la technologie ont été créés mais leur efficacité peut être mise en doute puisque de tels ministères finissent toujours par devenir des ministères comme tous les autres avec une orientation tout à fait sectorielle. Dans d'autres pays, la science et la

technologie sont considérées comme portant uniquement sur la recherche-développement scientifique et la formation de main-d'oeuvre, alors que celles-ci ne constituent qu'un volet de la science et de la technologie. A cet égard la structure proposée s'appuie sur une conception beaucoup plus exhaustive de la science et de la technologie.

#### **A. Les organes de la Commission nationale de science et de technologie**

Les deux principaux organes de la commission nationale de science et de technologie sont :

- a) Le Conseil national de recherche scientifique et de technologie;
- b) La société nationale de recherche-développement.

Il y a de cela fort longtemps, au cours de la période précoloniale, plusieurs pays ont mis en place des centres de recherche dont les travaux ont produit un nombre important de résultats. Ces résultats sont soit publiés dans des revues étrangères et exploités par des entreprises étrangères soit en train de dormir sur les rayons d'une bibliothèque. La matérialisation des résultats de recherche par des projets de développement appliqué a essentiellement été la chasse gardée des sociétés transnationales et les gouvernements n'ont eu qu'un succès limité sur ce terrain. D'où la nécessité d'une organisation capable de faire ce type de travail c'est à dire, la société nationale de recherche-développement.

a) Le conseil national de recherche scientifique et technologique souvent connu dans certains pays sous le nom de conseil national de la recherche scientifique et industrielle et dans d'autres sous l'appellation de conseil national de recherche, a pour principal mandat d'assurer la promotion d'une recherche pertinente pour le développement ainsi que la formation d'un personnel approprié. La plupart des pays disposent de telles institutions, mais malheureusement leur rôle dans le développement socio-économique demeure marginal. Il apparaît nécessaire de renforcer de telles institutions pour que la recherche menée dans un pays particulier puisse remplir son rôle et puisse être focalisée de manière coordonnée sur les impératifs de développement. A cet égard, la commission nationale de

recherche scientifique et technologique peut prendre la forme d'un conseil de coordination appuyé par des comités de recherche sectorielle chargés du contrôle des centres de recherche sectorielle. L'existence de tels conseils ne signifie pas une prise en compte du concept approprié de la science et de la technologie et de son application. L'existence parallèle des sociétés nationales de recherche-développement constitue une nécessité .

b) Les sociétés nationales de recherche-développement sont des organismes parapublics conjointement créées avec la participation du gouvernement et du secteur privé. Leur rôle primordial consiste à commercialiser les résultats de recherche obtenus en assurant la mise au point technique des résultats de recherche et leur fonction consiste à:

- i) Collecter, et à trier les résultats de recherche émanant de différents centres, instituts et facultés de recherche, lorsque ce résultats présente un potentiel d'exploitation commerciale;
- ii) Mettre en place des projets pilotes en vue de la vérification des résultats;
- iii) Elaborer des prototypes en vue de tester leur efficacité;
- iv) Démontrer l'intérêt de ces technologies aux usagers et à jauger leur acceptabilité et leur valeur intrinsèque
- v) Contacter les entrepreneurs locaux et à leur offrir les incitations requises pour les amener à lancer des entreprises de production industrielle capables d'exploiter ces technologies
- vi) Promouvoir la commercialisation des technologies transférées , adaptées et mises au point sur la base de la recherche endogène .

De telles tâches ne peuvent être entreprises par les organisations de recherche pure, d'où la nécessité des sociétés nationales de recherche-développement. Il convient de noter que dans les pays en développement de

**l'Asie et de l'Amérique latine qui ont connu un développement de type accéléré, de telles structures existent déjà.**

**La société nationale de recherche-développement est appuyée par trois autres institutions, unités, bureaux, etc.. Il s'agit :**

- a) De l'unité de transfert de technologie;**
- b) De l'unité de promotion des technologies et de la propriété industrielle;**
- c) Du bureau national de normalisation. Ces structures travaillent en collaboration étroite les unes avec les autres et ont des représentants au sein du conseil d'administration de la société nationale de recherche-développement.**

**L'unité de transfert de technologie a comme fonction d'adapter les technologies importées aux besoins locaux et de mettre en place des projets pilotes pour éprouver leur fiabilité, vulgariser des technologies et éventuellement les commercialiser. Elle perçoit des droits sur toutes les technologies qui arrivent sur le marché, ce qui peut assurer leur autonomie en tant que structure à but non lucratif.**

**L'unité de promotion de technologies et de la propriété industrielle a pour mission d'assurer :**

- a) La collecte de brevets industriels tombés dans le domaine public et leur diffusion auprès des utilisateurs potentiels;**
- b) L'attribution de brevets locaux;**
- c) L'enregistrement des brevets étrangers partout où cela s'avérera nécessaire sans porter atteinte à l'innovation locale;**
- d) La promotion des petites industries par la création de l'environnement incitatif nécessaire par le gouvernement et le secteur privé;**

e) La promotion de l'innovation technologique en encourageant les chercheurs et les inventeurs par le biais de prix, de concours, et d'expositions industrielles;

f) La fourniture d'informations scientifiques et technologique aux utilisateurs potentiels et la diffusion d'une telle information;

g) Le développement de la production du secteur informel et la satisfaction des besoins locaux sur une base économiquement rentable.

### **B. Le Bureau national de normalisation**

La réalisation de telles tâches fait appel à une collaboration étroite avec le bureau national de normalisation en vue d'assurer la conformité des produits lancés sur le marché aux normes qualitatives jugées acceptables et, au cas où ils seraient exportables, de vérifier qu'ils répondent aux normes minimales acceptables. Le bureau national de normalisation sera ainsi chargé de l'élaboration des normes nationales, de la certification des produits locaux et importés et de l'application effective des normes de contrôle de qualité en vigueur. L'existence d'un bureau national de normalisation sera d'autant plus impérieuse que le pays sera industrialisé. La promotion de la qualité en souscrivant à l'adage japonais "Le consommateur avant tout! La qualité d'abord"! est essentiel pour prospérer sur un marché concurrentiel.

Les systèmes d'information et la main-d'oeuvre technique nécessaires pour suivre les changements technologiques, réglementer les technologies étrangères importées, les paquets technologiques et promouvoir le développement de technologies endogènes sont tous la résultante de politiques et de plans rationnels élaborés par une infrastructure composée des différents organes mentionnés ci-dessus. La mise en place d'une telle infrastructure qui est également capable de former les personnels nécessaires devrait constituer une priorité pour les pays en développement soucieux d'accélérer leur développement par l'utilisation de la science et de la technologie.

## **VII. CONCLUSION**

L'absence d'une politique technologique appropriée s'inscrivant dans le cadre d'une politique intégrée de science et de technologie et la faiblesse des

mécanismes de promotion, de technologies existantes constituent les principaux obstacles au développement technologique d'un pays. La création d'une capacité technologique endogène, par le biais d'une infrastructure adéquate et de ressources humaines appropriées, y compris la main-d'oeuvre spécialisée et les mécanismes institutionnels d'enseignement, de formation, de recherche et de commercialisation de cette recherche au travers des systèmes de production demeure le problème numéro un de la majeure partie des pays en développement. Avec l'arrivée sur le marché de technologies nouvelles et de techniques de pointe dans des domaines susceptibles d'avoir un grand impact sur l'économie des pays en développement, ce problème devient encore plus aigu et sa solution encore plus impérieuse.

L'acquisition d'une technologie étrangère qui puisse permettre à une nation de se maintenir au diapason d'un marché international marqué par une compétition sans merci, par le biais de l'amélioration de l'efficacité et de la productivité de son secteur industriel est une nécessité. La main-d'oeuvre nécessaire pour gérer de telles acquisitions au travers de transfert de technologie doit également être formée. La technologie étrangère ne peut être accessible que lorsque certaines conditions sont remplies et ces conditions ne peuvent être réunies que par le biais de la création d'une capacité endogène dans le domaine de l'évaluation, de la négociation de l'acquisition et de la mise au point locale de la technologie nécessaire. Par le biais de la recherche-développement et d'actions adéquates l'incitation à sa promotion, il est possible de créer une capacité endogène capable de réduire l'indépendance du pays à l'égard de la technologie étrangère. La dépendance à l'égard de la technologie étrangère devrait être considérée comme une voix propre à assurer l'indépendance économique des pays concernés, comme c'est le cas au Japon et en Corée du Sud. L'association étroite du secteur privé à ce processus, notamment par le biais d'un cadre juridique local offrant divers types d'incitations, peut jouer un rôle crucial dans l'accélération du développement technologique d'un pays. La présence du secteur privé confère au système le caractère compétitif et le dynamisme technologique qu'il lui faut.

Puisque la science et la technologie ne peuvent être séparées l'une de l'autre, une politique intégrée de science et de technologie s'avère essentielle pour la coordination des actions dans ces domaines. La commission nationale de science et technologie qui non seulement assure la promotion de la recherche-développement mais également fournit le personnel et les

institutions nécessaires pour un développement technologique approprié, s'appuyant sur des politiques, des plans et des programmes rationnels constitue une structure capable de garantir une telle coordination. La motivation des experts et entrepreneurs locaux par le biais d'incitations capables d'assurer un partage plus équitable des bénéfices découlant du développement technologique constitue un élément essentiel de ce processus.

Les moyens disponibles et les possibilités offertes par la coopération technique entre pays en développement et avec les pays développés nécessitent d'être exploités. Avec l'avènement des technologies nouvelles et naissantes, une telle coopération peut accélérer le flux des technologies vers l'Afrique et en Afrique, en vue du développement socio-économique.

Finalement, les pays concernés doivent veiller à ce que leurs politiques technologiques et leur volonté de développement technologique accéléré n'entraînent pas dans leur sillage une dégradation de l'environnement et une philosophie de la vie par trop matérialiste. La qualité de la vie d'un peuple s'enrichit au travers des valeurs humaines et culturelles qui lui sont propres. La science et la technologie doivent par conséquent être intégrées dans la vie culturelle du peuple dont le développement socio-économique doit s'appuyer sur une très forte composante de valeurs humaines. Seule une technologie à visage humain peut donner une vision appropriée de la destinée de l'homme sur la planète et dans l'univers.

## REFERENCES

1. UNCTAD : Planning the technological transformation of developing countries. TD/B/C.6/50, United Nations; 1981.
2. S. Jugessur : Technology Planning and Management. The development of infrastructure and human resources. Joint ARCT/ECA Training Workshop 9-13 Feb. 1987, ARCT, Dakar, Senegal.
3. UNCTAD: Major issues arising from the transfer of technology to developing TD/B/AC.11/10/Rev.2 United Nations 1975.
4. Hyung-Ki kim: A framework for policy analysis with particular reference to technological development strategies in developing countries. The World Bank EDI, Washington 1985.
5. OECD: Organization for Economic Co-operation and development: Technical change and economic policy, Paris 1980.
6. W.F. Steel and J.W. Evans: Industrialization in Sub-Saharan African. Strategies and performance. The World Bank Technical Paper No. 25 Washington, D.C. 1984.
7. Rana K.D.N. Singh: Issues of technology Policy in Developing countries, UNCSTD, New York, 1985.
8. F. Colman Sercovich: State-owned enterprises and dynamic comparative advantages in the world petrochemical industry. The case of commodity olefins in Brazil, Harvard Institute for international Development, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 1981.
9. UNECA: The public sector and the implementation of the Lagos Plan of Action (E/CN.14/807) Addis Ababa, 1981.
10. UNCTAD: Handbook on the acquisition of technology by developing countries. UNCTAD/TT/A5/5, United Nations, New York 1978.
11. H. Kim: "Technological Development Strategies and experiences in Japan", The World Bank, Washington D.C. 1984.

12. H. Kim: "Technological Development Strategies and Experiences Korea", The World Bank, Washington D.C., 1984.
13. Newsweek: The Pacific Century, February 22, 1988.

# **PROMOTION D'UNE CAPACITE ENDOGENE DANS LE DOMAINE DE LA TECHNOLOGIE DES NOUVEAUX MATERIAUX EN AFRIQUE**

**S. Jugessur**

## **I. INTRODUCTION**

Avec plus de 28 pays considérés comme des PMA comptant sur l'accroissement de l'aide internationale pour assurer leur développement socio-économique et leur survie, l'Afrique est le continent le moins développé du globe. L'une des principales raisons de ce sous-développement a trait à la faiblesse de la capacité technologique et scientifique endogène de ses pays qui se traduit par une application inadéquate de la science et de la technologie. Au fil des années, l'avantage comparatif de l'Afrique, continent doté de ressources naturelles abondantes, a décliné notamment avec l'avènement d'innovations scientifiques et technologiques qui se sont progressivement substituées aux matières premières africaines, et la création de nouveaux produits qui ont fait plonger les prix de ses produits de base sur les marchés internationaux. Cette situation n'a fait qu'accentuer la crise économique que connaissent plusieurs des Etats membres de la CEA.

C'est la valeur commerciale des matières premières qui a constitué le principal facteur incitatif des pays africains à acquérir leur capacité requise pour gérer leur économie. Les matières premières sont demeurées brutes dans l'ensemble ne subissant que très peu de transformation dans un nombre limité de cas. Leur valeur n'a pas été accrue par l'amélioration des techniques de production, de transformation, de transport et de commercialisation qui font appel à une capacité endogène de la part de ces pays. L'avènement des technologies nouvelles et de technologies de pointe a, en fait, eu un impact négatif sur la valeur commerciale de ces matières premières qui doivent maintenant faire face à la concurrence de matériaux nouvellement fabriqués de qualité supérieure. Les composés métalliques, les polymères, les fibres de verre et les fibres optiques, la nouvelle céramique et les produits synthétiques à base de pétrole ont profondément bouleversé les cours des matières premières africaines telles que le coton, les fibres, le bois, les résines, le caoutchouc et les minéraux de type traditionnel. Les pays exportateurs de cuivre tels que la Zambie et le Zaïre ont été durement

touchés par l'entrées en scène de nouvelles matières premières sur le marché international. Comment l'Afrique peut-elle faire face à cette situation?

La seule manière pour le continent de s'en sortir, c'est de se doter d'une capacité endogène de transformation de ses matières premières en produits à valeur ajoutée, en utilisant notamment les nouvelles techniques mises au point en Afrique et dans d'autres parties du monde et d'exploiter, pour son propre compte, les technologies nouvelles ou naissantes. Il faudra procéder d'urgence à un suivi rigoureux des progrès actuellement enregistrés sur le plan international dans ces domaines afin de mettre au point des politiques et des stratégies propres à accélérer le processus de la formation de la main-d'oeuvre en vue de se doter de personnels locaux aptes à évaluer des techniques répondant aux besoins nationaux et d'adapter des technologies étrangères propres à promouvoir l'extraction, la production et la transformation locale du cuivre, de l'aluminium, de l'étain, du bois, des résines, des fibres, des plantes médicinales etc.. La disponibilité d'institutions politiques de haut niveau et d'infrastructures appropriées pour mettre en oeuvre les politiques adoptées constituent des préalables à la création d'une capacité endogène capable de traiter les matières premières brutes. Dans un monde de plus en plus caractérisé par la compétition, il n'y a pas d'espoir pour les nations qui ne parviennent pas à développer leur capacité endogène.

## II. QU'EST-CE QUE LA CAPACITE ENDOGENE?

La capacité endogène d'un pays, c'est un complexe formé des politiques, des institutions et des compétences requises pour permettre à celui-ci de se développer. Dans le domaine de la science et de la technologie, elle implique la capacité interne d'évaluer les besoins locaux et de prendre les mesures nécessaires pour les satisfaire. En tant que telles, elle fait appel à la disponibilité de politiques et d'institutions nationales de science et de technologie capables de tracer les orientations nécessaires et de créer les conditions propres à permettre aux compétences locales de contribuer au développement technique et économique du pays. Sur le plan pratique, la capacité endogène, c'est la capacité de formuler des jugements éclairés sur les questions relatives à la science et à la technologie, de sélectionner et d'utiliser les technologies disponibles, et de les améliorer de les adapter aux conditions locales, et de créer de nouvelles technologies en vue de la satisfaction des besoins locaux. Ces objectifs se réalisent facilement lorsque

les différentes structures des secteurs public et privé concernées mettent en commun leurs ressources et contribuent à leur croissance mutuelle. Dans le cas des pays africains, les premiers pas doivent provenir du secteur public auquel revient la responsabilité globale de tracer la voie à suivre et d'adopter les mesures politiques nécessaires pour assurer la croissance de l'économie et l'amélioration du niveau de vie des populations concernées. A cause de la faiblesse générale du secteur privé l'Etat a le devoir de mettre en place des mesures d'incitations financières et fiscales en vue d'encourager les entreprises à impulser le développement socio-économique et à contribuer pleinement à la réalisation de ce processus<sup>1</sup>. Lorsque des initiatives de ce type contribuent à promouvoir une capacité endogène permettant la mise au point de technologies de production de matières premières, des politiques spécifiques de mise au point et d'application de la technologie des matières premières s'avèrent nécessaires en vue d'améliorer la qualité et la valeur des matières premières locales produites pour les besoins locaux et pour l'exportation. Ces politiques doivent alors être mises en oeuvre à travers un certain nombre de mesures telles que la mise en place des institutions nécessaires pour leur matérialisation, la formation de la main-d'oeuvre requise par le biais de l'amélioration des programmes d'enseignement, des laboratoires et des moyens de recherche-développement et l'amélioration de l'infrastructure de production pour permettre au produit final d'arriver aux consommateurs locaux et étrangers dans les meilleures conditions possibles. Le niveau de la capacité endogène d'un pays est nécessairement déterminé par le niveau du développement industriel de ce pays. L'échelle de la mise au point technologique comporte sept étapes différentes :

#### **A. Vulgarisation de la technologie**

Cette étape fait appel à la vulgarisation des concepts scientifiques et technologiques, de leurs avantages et de leurs inconvénients dans une économie en croissance, de leur rôle dans la lutte contre la pauvreté, l'analphabétisme, les maladies et la dégradation de la qualité de la vie des populations vivant en harmonie avec la nature. Elle se réalise par le biais de la diffusion de programmes populaires radiophonique et télévisuels, par la participation des villages et des collectivités locales, par des manifestations artistiques et théâtrales à vocation scientifique, par les activités des clubs de science et de technologie pour les jeunes, par des expositions itinérantes de nouveaux produits et de nouvelles techniques, par l'attribution de prix, par l'adoption de mesures d'incitation en faveur des inventeurs locaux, etc..

### **B. Amélioration des programmes d'enseignement de type classique au niveau des écoles et des universités**

Ces programmes doivent privilégier les sujets scientifiques et des thèmes multidisciplinaires au niveau des premier, deuxième et troisième cycles universitaires. Cette approche permettra de répondre aux conditions de base requises par l'Etat sur le plan de la formation de type classique.

### **C. Application de connaissance fondamentale à la science et à la technologie**

Avec la formation de type classique reçue dans les écoles et les universités, les personnels du secteur informel de même que ceux des petites et moyennes industries du secteur structuré peuvent utiliser leurs connaissances pour améliorer les technologies existantes et améliorer par ce biais la productivité et la qualité de celles-ci. L'intégration des technologies nouvelles aux techniques traditionnelles peut se réaliser par ce biais.

### **D. Mise en œuvre de technologies importées**

Il s'agit là d'un niveau supérieur qui fait appel à des activités de recherche-développement. Ici la recherche porte sur l'évaluation de la technologie et sur des efforts de négociation visant à assurer un transfert de technologies approprié à des coûts raisonnables. A ce stade, les technologies sont importées sous une forme "déemballée" et le processus de désossage par lequel les différentes pièces d'un équipement sont démontées et remontées souvent avec de nouvelles pièces improvisées, est maîtrisé.

### **E. Assimilation en vue de la diversification des produits**

Cette étape se caractérise par des recherches de type adaptative sur les technologies importées qui s'appuient sur l'utilisation des matériaux et des ressources disponibles au niveau local. Elle contribue à affranchir le pays de sa dépendance à l'égard des matériaux importés, à diminuer les coûts de

production et souvent à mettre la technologie à la disposition d'un plus grand nombre de fabricants.

#### **F. Amélioration des produits en vue du renforcement de leur compétitivité**

On touche à la recherche-développement fondamentale. Elle fait appel à la création de nouveaux produits et de nouvelles techniques concurrentiels sur le marché international par le biais d'une recherche-développement de haut niveau. C'est à ce niveau qu'on assiste à une augmentation très rapide du nombre d'enregistrement de brevets.

#### **G. Production et commercialisation à grande échelle**

Les produits mis au point par le biais de la recherche-développement de haut niveau sont ensuite fabriqués à grande échelle par des entreprises bien établies disposant souvent d'antennes multinationales et qui commercialisent de manière agressive.

### **III. SITUATION ACTUELLE DE L'AFRIQUE EN MATIÈRE DE CAPACITE ENDOGÈNE DANS LE DOMAINE DE LA TECHNOLOGIE DES MATERIAUX**

Les sept phases du processus mentionné ci-dessus sont actuellement à divers degrés de mise en oeuvre dans les Etats membres africains. Il convient seulement de reconnaître qu'en ce qui concerne la technologie des matériaux la situation est loin d'être satisfaisante. La plupart des Etats membres n'ont pas même commencé à aborder les questions générales de science et technologie sur le plan global, c'est-à-dire les questions relatives aux politiques nationales en matière de science et de technologie, à la mise en place de commissions ou d'organismes nationaux de coordination de la sciences et de la technologie, à l'amélioration de l'enseignement des sciences fondamentales dans les écoles et dans les universités, à l'amélioration des infrastructures de recherche-développement en vue du développement technologique, au renforcement des petites et moyennes entreprises qui constituent la pierre angulaire de tout développement industriel, etc.. En ce qui concerne la technologie des matériaux, seules quelques universités

disposent de laboratoires spécialisés faisant de la recherche fondamentale sur l'utilisation des matériaux locaux, en particulier dans les domaines des matériaux de construction où le sable, la chaux, la bauxite, le bois, les argiles, les balles de riz, les briques en terre cuite, le ciment et l'acier constituent les principaux sujets de recherche-développement. Une bonne partie des fruits de ces recherches n'est toutefois jamais sortie des publications de recherche et n'a virtuellement jamais fait l'objet d'exploitation commerciale. Dans un nombre limité de cas, des usines pilotes ont été mises en place avec l'assistance de l'Etat, comme dans le cas de l'Ethiopie où des blocs de pouzzolane ont été fabriqués mais où on demeure encore très loin de l'exploitation commerciale à grande échelle parce que le secteur privé n'a jamais été réellement associé à ce processus. Au Ghana, le Building and Road Researching Institute du Council for Scientific and Industrial Research, qui est l'un des instituts de recherche appliquée des plus anciens du continent, a réussi à expérimenter des briques à base d'un mélange de sable et de calcaire, ainsi que des blocs solciment et a entrepris la promotion de technologies à haute intensité de main-d'oeuvre de production de briques moulées à la main<sup>2</sup>.

Au Nigéria, la recherche-développement est plus avancée et les travaux entrepris par le Federal Institute of Industrial Research Organization (FIRO), la Project Development Agency (PRODA), la Nigerian Building and Road Research Institute (NBRRI) et la National Research Institute for Chemical Technology (BRIC) portent non seulement sur les matériaux de construction mais également sur les matériaux de fabrication industrielle, les semi-conducteurs, les polymères et les plastiques<sup>3</sup>. Toutefois, l'exploitation commerciale des résultats obtenus est encore loin d'avoir été entreprise. Il en vient malgré tout de signaler que dans le domaine de la transformation des produits alimentaires, du textile, de la céramique et des huiles et graisses végétales, le FIRO a réussi à mettre au point des technologies améliorées dont certaines se retrouvent actuellement sur le marché.

La Tanzanian Industrial Research and Development Organization (TIRDO), la Kenyan Industrial Research and Development Institute (KIRDI), la Housing Research and Development Unit de l'Université de Nairobi, le Materials Research and Testing Department de la Faculté de technologie de l'Université d'Addis-Abeba en Ethiopie, le Central Materials Research Laboratory du Ministère des travaux publics et de l'habitat de Kampala (Ouganda) constituent quelques unes des institutions de l'Afrique de l'Est

menant des recherches sur la mise au point des matériaux de construction, encore que leur contribution se limite à l'expérimentation des matériaux requis pour de telles activités dans les secteurs public et privé.

Il est encourageant de noter que seuls les pays qui ont mis en place des institutions politiques de science et de technologie disposent d'institutions de recherche-développement sur la mise au point de technologies des matériaux. En Afrique de l'Est, l'Ethiopie, le Kenya, la Tanzanie, le Zimbabwe et la Zambie disposent effectivement d'institutions politiques et mènent des travaux sur la technologie de transformation de matériaux mais aucun d'entre eux ne peut se prévaloir de politiques et de stratégies nationales explicitement mises en place pour résoudre à court et à long terme les problèmes de technologie de matériaux. C'est ce qui explique qu'ils soient encore tributaires des exportations de leurs matières premières et de l'importation de produits finis. Une intégration verticale des technologies industrielles en commençant avec les matières premières de base et aboutissant aux produits finis se voit rarement dans ces pays. En ce qui concerne la formation de la main-d'oeuvre, la situation est déplorable pour ce qui est des travaux pratiques de laboratoire dans les lycées et collèges alors qu'à l'université, les cours intégrés de chimie appliquée, de géologie, d'extraction minière, de métallurgie, de céramique et de matériaux semi-conducteurs n'ont pas encore commencé à être organisés.

Les unités d'évaluation et de prévision technologiques qui permettent d'effectuer des choix appropriés de technologies et de planifier de manière efficace le développement prospectif sont également rares. Par ailleurs, l'établissement des structures de normalisation des produits manufacturés ne fait que commencer dans plusieurs pays. L'Organisation régionale africaine de normalisation basée à Nairobi a du pain sur la planche. Le processus d'expérimentation et de contrôle de la qualité des nouveaux matériaux mis au point au niveau local ou importés de l'étranger constituent des obstacles majeurs à exploitation commerciale de ces matériaux. Cette situation affecte particulièrement les industries de construction où les exemples de l'utilisation de matériaux inappropriés, de qualité inférieure, ne répondant pas aux normes internationales s'est traduite par de grandes catastrophes. De fait, la mise en place d'unités d'expérimentation et de contrôle de qualité des matériaux adéquatement dotés en personnel et en équipement devrait constituer une priorité dans la création d'une capacité endogène au niveau des Etats.

#### **IV. ASPECTS POLITIQUES DE LA CAPACITE ENDOGENE DANS LE DOMAINE DE LA TECHNOLOGIE DES MATERIAUX**

##### **A. Nécessité de politiques et de plans nationaux dans le domaine de science et de la technologie**

Il ne peut y avoir une politique des matériaux distincte de la politique globale intégrée d'un pays en matière de la science et de technologie. Le premier pas à faire pour ces pays consiste à baser leur politique nationale sur des besoins réellement ressentis. Les structures concernées du secteur public au secteur privé devraient être consultées avant la formulation d'une politique nationale. Cette exigence se réalise mieux par le biais d'états généraux sur les politiques de science et de technologie dans lesquels l'université, les ministères concernés, les représentants des banques, des consommateurs, des entrepreneurs et toutes les parties intéressées peuvent se rencontrer et déterminer les besoins à court, moyen, et long terme et des contributions potentielles de la science et la technologie au développement socio-économique du pays.

##### **B. Intégration aux plans nationaux de développement**

Les politiques nationales adoptées en matière de science et de technologie doivent être énoncées par des plans et des programmes basés sur la hiérarchisation des priorités. Ces plans et programmes doivent également être intégrés dans les plans nationaux de développement. Ce n'est que par ce biais que les politiques adoptées peuvent jouer un rôle positif sur le développement. Malheureusement, dans la plupart des pays africains, l'intégration souhaitée des plans élaborés en matière de science et technologie dans les plans nationaux de développement est encore lointaine.

### **C. Elaboration de politiques nationales d'utilisation des matières premières**

Les pays fortement tributaires soit de l'exportation de leurs matières premières, soit de l'importation de matières premières transformées, parallèlement à leurs plans et politiques en matière de science et de technologie se doivent également de formuler une politique nationale d'utilisation de leurs matières premières, basée sur l'évaluation de la situation du marché international, et des prévisions des besoins locaux à court, moyen et long terme. Une telle politique d'utilisation des matières premières doit également prendre en compte les besoins sous-régionaux et régionaux pour éviter que la compétition au sein d'une même région n'affecte la valeur marchande des matières premières produites.

Une politique nationale d'utilisation des matières premières devrait intégrer les éléments suivants, compte tenu des priorités locales :

- a) Importation et exportation de matières premières brutes ou transformées;
- b) Substitution de matières premières importées par des matières premières locales;
- c) Promotion de la recherche-développement dans ce domaine;
- d) Production, expérimentation et contrôle de la qualité;
- e) Commerce international, détermination des prix, distribution;
- f) Technologies de transformation des matières premières respectueuses de l'environnement;
- g) Recyclage des matières premières;
- h) Création d'institutions politiques appropriées telles que les conseils consultatifs nationaux sur les matières premières, les établissements nationaux de recherche-développement;

- i) Collaboration étroite entre les secteurs public et privé.

**D. Mise en place d'une commission  
régionale de science et  
de technologie**

A l'heure où les divers Etats membres s'évertuent encore à mettre en place leurs commissions nationales de science et technologie chargée de coordonner au niveau national des activités de science et de technologie et de formuler des politiques nationales, il convient de garder présent à l'esprit que de telles politiques et activités ne peuvent réellement porter leurs fruits que lorsqu'elles cadrent avec les préoccupations sous-régionales et régionales. Très souvent, au sein de la même sous-région, des pays voisins s'embarquent dans les mêmes activités de recherche-développement et produisent des biens et produits manufacturés qui entrent en compétition sur les mêmes marchés internationaux. Le résultat de telles actions est évidemment - un gaspillage des rares ressources disponibles et une dépression des prix des produits en question.

L'élaboration de politiques sous-régionales et régionales de science et de technologie est par conséquent essentielle afin que les matières premières produites exportées ou importées puissent bénéficier d'un marché préférentiel là où cela s'avérera possible. La coopération à l'échelle régionale offre aux pays en développement la possibilité d'acquérir des technologies particulières dans le domaine des nouveaux matériaux. Dans la région latino-américaine, une nouvelle commission régionale de science et de technologie appelée COLCYST a été créée. Mise en place par le Système économique latino-américain en collaboration avec 11 pays de la région, elle représente un système permanent de coopération dans le domaine du développement scientifique et technologique, de même qu'un organisme consultatif de coopération pour l'adoption de positions et de stratégies communes <sup>4</sup>.

L'Afrique, qui est un grand exportateur de produits de base et de matières premières a également besoin d'une telle institution. Une commission régionale africaine de science et de technologie contribuerait de manière notable à promouvoir et à harmoniser les politiques et stratégies des Etats africains et à coordonner leurs positions dans le domaine de la création d'une capacité scientifique et technologique endogène.

## **V. ASPECTS INSTITUTIONNELS DE LA CAPACITE ENDOGENE**

### **A. Secteurs public et privé**

Il a été mentionné plus haut que dans la situation actuelle des pays africains, il était essentiel que le secteur public joue le rôle de chef de file dans la création d'une capacité endogène dans le domaine de la technologie des matières premières car le secteur privé est généralement faible et n'a commencé que récemment à jouer un rôle tant soit peu significatif. Le processus du renforcement d'institutions requiert de gros investissements que le secteur privé ne peut financer au départ. C'est donc au secteur public qu'il revient de fournir des crédits à des institutions telles que les :

a) Départements ou centres universitaires de formation et de recherche dans le domaine de la science et de la technologie appliquées aux matières premières;

b) Laboratoires spécialisés d'expérimentation sur les matières premières telles que les matériaux de construction, le ciment, la coque de riz, le jute, les polymères, le verre, la céramique et les métaux;

c) Bureaux nationaux de normalisation chargés de la mise au point de normes appropriées, de même que du contrôle de la qualité et de la certification des produits manufacturés fabriqués avec des matières premières locales ou importées;

d) Centres de transfert de technologies également spécialisés dans l'évaluation des technologies, dans la délivrance de brevets et dans l'établissement de droit de propriété industrielle.

Le secteur public encourage également le secteur privé à travailler de concert avec lui dans plusieurs de ses institutions en adoptant en sa faveur diverses mesures législatives à caractère incitatifs. La plupart de ces mesures tournent autour de la réduction des risques à prendre et des coûts à supporter lorsque le secteur privé entreprend des activités de recherche-développement, ainsi que de la mise en place d'unités pilotes d'expérimentation des produits et des procédés techniques et finalement, de leur commercialisation.

### **B. Mesures incitatives requises pour promouvoir la recherche-développement sur les matières premières**

Les incitations liées à la réduction des risques et des coûts sont de trois types : financières, fiscales et institutionnelles<sup>5</sup>. En vue d'encourager une industrie privée à entreprendre des activités de recherche-développement dans le domaine de la technologie des nouveaux matériaux les pouvoirs publics peuvent parallèlement à l'assistance fournie à l'entreprise au travers de programmes de prêts à faible taux d'intérêt par les banques nationales, ou sous forme de commandité d'activités de recherche-développement à l'entreprise par l'Etat d'octroi d'abattements fiscaux, d'accélération du processus d'amortissement et de réduction des droits frappant les produits importés destinés à la recherche-développement, mettre en place une société nationale de recherche-développement. Il s'agit là d'une incitation institutionnelle puisqu'elle permet à l'Etat et au secteur privé de transférer les résultats des recherches du laboratoire au consommateur, sous forme de produits commercialisables.

### **C. Société nationale de recherche- développement**

Il est possible que l'institution la plus efficace pour promouvoir la recherche-développement et en particulier, le développement de la technologie des matières premières soit la société nationale de recherche-développement. Cette institution regroupe autour d'une même table des chercheurs, des responsables, des entrepreneurs privés, des banquiers, des spécialistes des marchés et des représentants des consommateurs et leur permet de décider des priorités de la recherche-développement et des voies et moyens à mettre en oeuvre pour commercialiser les résultats de recherche. Les principales fonctions d'une telle institution 1/ consistent à :

- a) Décider des projets qui ont besoin d'être financés;
- b) Collecter et trier les résultats de recherche des différents centres, instituts, facultés, laboratoires de recherche ayant un potentiel de commercialisation;

- c) Mettre en place des projets pilotes destinés à vérifier les résultats;
- d) Prendre des prototypes et tester leur efficacité;
- e) Démontrer la pertinence de ces technologies aux usagers et à juger de leur acceptabilité;
- f) Contacter les entrepreneurs locaux et à créer l'environnement incitatifs nécessaire pour la production en série des produits mis au points;
- g) Promouvoir la commercialisation des produits mis au points aux niveaux local et international.

Une telle institution a joué un rôle de premier plan dans le processus global de mise au point technologique dans plusieurs pays d'Amérique, d'Europe et d'Asie et peut également s'avérer très efficace dans la création d'une capacité endogène en matière de technologie des matières premières dans notre région.

#### **D. Laboratoires d'expérimentation et de contrôle de la qualité des produits**

L'expérimentation et le contrôle de la qualité des matières premières localement produites ou importées constituent des démarches essentielles dans le processus de détermination de la fiabilité et de la qualité du produit. Le fonctionnement des laboratoires adaptés à ce type d'activités passe souvent par l'utilisation d'équipements très coûteux que les producteurs ne peuvent se permettre d'acheter à titre individuel. Les laboratoires publics localisés dans les ministères des travaux publics entreprennent de tels travaux d'expérimentation sur les matériaux de construction. L'émergence d'un certain nombre d'unités industrielles a donné lieu à la création de bureaux de vérification des normes industrielles dotés de leurs propres moyens d'expérimentation. Les laboratoires des universités disposent également de laboratoires de l'équipement requis pour effectuer de telles expérimentations et pour aider occasionnellement les industries privées. L'infrastructure disponible au niveau des institutions de recherche et d'enseignement pourrait être utilisée de manière optimale en permettant à ces structures

d'entreprendre des travaux d'expérimentation contractuels pour le compte du secteur privé spécialisé dans l'utilisation et la mise au point de nouveaux matériaux. Cette démarche pourrait même créer une source de revenus pour l'université et les techniciens et les cadres intervenant dans le processus d'expérimentation, la seule condition étant que les autorités universitaires et gouvernementales acceptent d'encourager de telles activités et de rémunérer comme il se doit leurs auteurs.

### **E. Centre de transfert de technologies**

En vue de la création d'une capacité endogène dans le domaine de la technologie des matériaux, la mise en place d'un centre de transfert de technologies, localisé soit au sein d'une université, soit directement placée sous la tutelle du ministère de la science et de la technologie, constitue une autre nécessité institutionnelle. Ce centre sera chargé des questions relatives au transfert de technologies, y compris l'évaluation des technologies, les prévisions technologiques, la diffusion de l'information pertinente sur les technologies disponibles, la mise en place d'une base de données conçues pour répertorier les brevets et la propriété industrielle et pour faciliter l'enregistrement des nouveaux brevets. En rapport avec les centres de recherche-développement, il pourra également jouer le rôle d'agent d'exécution de l'entreprise nationale de recherche-développement mentionnée plus haut.

A l'heure actuelle, plusieurs nouveaux matériaux sont en train de faire leur entrée sur le marché, en conséquence des nouvelles découvertes intervenues dans le domaine des sciences et technologies de pointe. Comme on l'a mentionné plus haut, certains de ces nouveaux matériaux sont en train d'affecter très négativement le marché des matières premières localement produites. Il est par conséquent impératif de suivre ou d'enregistrer les nouvelles découvertes qui interviennent sur la "scène internationale", d'apprécier leur nature et de prévoir leur impact sur les productions locales. Il est parfois possible d'utiliser ces nouvelles technologies pour améliorer nos propres procédés techniques de production ou les produits finals issus de ces procédés. L'acquisition de ces technologies devient alors essentielle pour rester sur un marché caractérisé par une forte compétition. De par sa vocation un centre de transfert de technologies peut mener à bien cette importante activité d'évaluation et de prévision des technologies.

Les brevets et la propriété industrielle constituent une mine d'informations précieuses sur les technologies tombées dans le domaine public ou non. L'acquisition de l'information pertinente devient plus facile lorsqu'il existe une institution locale capable de rassembler les données nécessaires, de les conserver et de les diffuser au niveau local. Dans plusieurs pays africains, à chaque fois qu'un inventeur crée un nouveau modèle ou de nouveaux produits ou procédés techniques, il éprouve d'énormes difficultés à se renseigner sur l'autorité compétente pour breveter son innovation. L'existence d'un bureau des brevets au sein d'un centre de transfert de technologies peut jouer un rôle très efficace dans la promotion de talents locaux dans le domaine de la mise au point des technologies, y compris les technologies relatives aux nouveaux matériaux.

## **VI. COMPOSANTE EN PERSONNEL DE LA CAPACITE ENDOGENE**

### **A. Nécessité d'une sensibilisation des populations à l'intérêt de la science et de la technologie**

Dans la région africaine, la science et la technologie indigènes se cachent souvent derrière une voile de magie noire et de pratiques traditionnelles difficiles à décrypter. Le peu de science et de technologie importées de l'extérieur en Afrique est monopolisé par une élite qui rechigne à partager ses connaissances avec les masses. La région ne peut se prévaloir d'aucune tradition en science et en technologie et cette situation ne pourra être corrigée qu'au point d'un effort délibéré de démystification de la science et de la technologie, de vulgarisation de leurs notions de base, et de familiarisation du grand public avec les merveilles du développement moderne. Il s'agit là d'un préalable car la vulgarisation des personnels spécialisés dans la technologie des nouveaux matériaux est un processus de longue haleine qui doit en plus commencer par la base. Les moyens audiovisuels, les causeries populaires, les séminaires et les conférences, ainsi que la publication d'articles dans les quotidiens et les contacts réguliers avec les responsables des collectivités locales constituent quelques-unes des mesures nécessaires pour sensibiliser les masses, voire certains décideurs de haut niveau et membres du gouvernement à l'importance de la science et de la technologie.

Les questions relatives aux nouveaux matériaux tels que les fibres optiques ou les semi ou super-conducteurs qui vont influencer sur notre vie de tous les jours doivent être exprimées dans une langue intelligible pour l'homme de la rue et les notions de base qui entrent en jeu vulgarisées. Autrement, le mystère qui entoure la science et la technologie détournera les jeunes générations du choix des sujets fondamentaux tels que sont la physique, la chimie et la biologie dans leur formation scolaire.

### **B. Programme des lycées et collèges et de l'enseignement technique**

La technologie et la science des matériaux traite de la science des structures atomique et cristalline interne des matériaux et de la technologie permettant de manipuler ces structures en vue de produire de nouveaux matériaux présentant des caractéristiques différentes. Dans la plupart des cas, les matériaux mis au point disposent de caractéristiques mécaniques, optiques, chimiques, électroniques améliorés et ont de meilleures performances. Dans les cas où les propriétés mécaniques constituent la principale cible visée, les matériaux mis au point sont plus petits, plus légers, plus résistants et plus durables. Ils sont en plus souvent recyclables. Les processus de fabrication visent souvent à utiliser moins d'énergie et à mieux respecter l'environnement, ce que se traduit par la création de produits dotés d'une plus forte composante en connaissance et en formation et ayant une plus grande valeur ajoutée.

En vue de bien faire comprendre ces concepts, aux futurs chercheurs et technologues qui aspirent à se spécialiser sur les nouveaux matériaux, il est essentiel que les élèves des lycées et collèges aient des programmes appropriés en physique, mathématiques, chimie et biologie. C'est là que s'établit la base des études supérieures en science et en technologie. Dans les pays développés, le programme scolaire est constamment révisé et les enseignants régulièrement recyclés. Est-ce la même chose dans les pays africains? Les laboratoires de nos écoles sont pour la plupart truffés d'équipements acquis il y a 15 ou 20 ans à titre de dons fournis par les puissances colonisatrices à leur départ. L'absence de crédits renouvelables propres à assurer le renouvellement des équipements ou l'amélioration s'est traduite par une dépression générale de l'enseignement des sujets scientifiques. Nos élèves des séries scientifiques quittent les lycées et

collèges avec des connaissances scientifiques tellement limitées qu'ils sont incapables de réellement comprendre ne serait c'est que le concept de base de la science et de la technologie. Comment pourraient-ils dans ces conditions aspirer à devenir des chercheurs et des technologistes spécialisés en science des matériaux de demain? Quelles que soient les sommes d'argent déversées dans les laboratoires des universités, celles-ci ne pourront jamais former les personnels de haut niveau nécessaires, les connaissances de base ne sont pas acquises au niveau des lycées et collèges. C'est sur l'amélioration de la formation de base que les efforts déployés aux niveaux national et international devraient être axés afin que l'objectif de création d'une capacité endogène dans le domaine de la science et de la technologie en général et de la technologie des matériaux en particulier puisse se concrétiser.

Le Docteur Frank Kwaw Codjoe écrivant sur le thème développement de l'Afrique dans la rubrique "Courrier des lecteurs" du New African<sup>6</sup> déclare que : "les matières scientifiques devraient être obligatoires en particulier les mathématiques, la physique et la chimie dans toutes les écoles secondaires jusqu'en classe terminale. Il faudrait former plus de professeurs de sciences. Le statut social l'estime et le respect dont jouissent les enseignants à tous les niveaux devraient être revalorisés et maintenus. Leurs traitements et leurs avantages sociaux devraient être révisés, à la hausse pour leur permettre d'améliorer la qualité de leur travail".

A la lumière de ce qui précède, il apparaît nécessaire de procéder à une amélioration générale de l'ensemble du système d'enseignement des sciences de la région. La production en série de matériel scientifique et scolaire, l'amélioration des laboratoires scientifiques et des programmes scientifiques, la revalorisation des mesures d'incitation en faveur des professeurs de sciences, l'établissement de liens plus étroits entre ces programmes et l'environnement global, etc. constituent des impératifs auxquels il convient de répondre d'urgence dans le cadre du processus de la création d'une capacité endogène en science et technologie.

### **C. Cours universitaires et approche interdisciplinaire**

Avec les nouveaux progrès enregistrés dans le domaine de la technologie des matériaux, les enseignements universitaires dispensés en science et en

technologie des matériaux intègrent actuellement les domaines de la chimie appliquée, de la géologie, de l'extraction minière, de la métallurgie, de la céramique avec la physique des solides, la chimie, la mécanique, le génie civil et électrique. Des cours spécialisés dans le domaine de la physique des surfaces, la mécanique des fractures, les polymères, les super-conducteurs, etc. sont actuellement organisés dans les pays développés. En vue de l'enseignement de ces matières, le recours à une approche interdisciplinaire s'avère nécessaire.

Du côté du génie, diverses matières premières sont étudiées en vue de leur transformation et de leur adaptation à des besoins spécifiques d'ingénierie. Il existe cinq classes de matériaux qui font actuellement l'objet d'étude et de mise au point technique les matériaux :

- a) De génie civil utilisables dans la construction de bâtiments tels que le ciment, le béton, les briques, l'argile, le plâtre, etc.;
- b) Structurels y compris les métaux, les polymères, les matériaux composites et la céramique;
- c) Renouvelables, tels que le bois, les sous-produits agricoles, les cornes, les cuirs, etc.;
- d) Fonctionnels y compris les semi-conducteurs, les fibres optiques, les cellules solaires, les matériaux magnétiques et les super-conducteurs;
- e) Biomédicaux utilisés dans les prothèses et la reconstitution des organes du corps humain, l'orthopédie, etc..

Dans la région africaine, les travaux de recherche-développement sont essentiellement axés sur les trois premières classes de matériaux mais dans le monde occidental ou développé, la mise au point de nouveaux matériaux intervient dans les deux dernières classes. En fait, c'est dans le domaine des matériaux fonctionnels actuellement sur le marché que les travaux les plus importants ont été effectués, exception faite pour les super-conducteurs.

Compte tenu de ce qui précède, les programmes de l'université doivent être reformulés pour permettre au personnel formé au niveau tertiaire de

contribuer de manière plus déterminante à la résolution des problèmes de matières premières qui se posent dans leur région. La solution actuelle, telle que soulignée dans la section III de la présente étude, est celle qui consiste pour un certain nombre d'institutions de recherche de s'atteler à des tâches de recherche sur le génie civil, ainsi sur les matériaux structuraux et renouvelables. Mais les programmes universitaires ne sont pas du tout en phase avec ces préoccupations et les cours dispensés continuent d'avoir un contenu classique. Il apparaît donc nécessaire de créer de nouveaux diplômes, du premier comme du deuxième cycle universitaire dans le domaine de la science et de la technologie des matériaux.

Le premier problème qui se pose ici consiste à réunir les enseignants et les équipements et laboratoires nécessaires pour dispenser de tels cours. Les enseignants locaux pourraient être envoyés en formation dans les pays développés, étant entendu que leur remplacement pendant leur absence sera assuré par des enseignants étrangers qualifiés soit sur la base du prêt, soit sur la base d'accords d'échanges coopératifs. Les expatriés qualifiés recrutés dans ce cadre apporteront avec eux une expérience digne d'intérêt et contribueront à la mise en place des programmes et des laboratoires nécessaires pour dispenser de tels cours. A cet égard, le continent pourrait s'inspirer de l'exemple des pays asiatiques qui ont eu beaucoup de succès sur ce terrain.

L'une des voies à emprunter pourrait consister à adopter la méthode des projets pour le renforcement de la capacité endogène en matière de technologie des matériaux. L'université africaine impliquée pourrait choisir un projet soigneusement identifié à réaliser conjointement avec une université du monde développé disposant des laboratoires, des équipements et du personnel requis. Les deux universités pourraient se mettre d'accord sur les objectifs du projet qui pourrait profiter aux deux parties et sur le partage des résultats de recherche-développement. Les matières premières à étudier sont fournies par la contrepartie africaine. Une complémentarité des capacités et des moyens techniques s'avère nécessaire ici. De fait dans le processus d'échange de personnels et de recherche concertée, le pays en développement ont beaucoup à gagner, y compris assimiler un paquet scientifique et technologique pertinent, acquérir les compétences de R-D nécessaires et organiser ses propres laboratoires qui pourront éventuellement tester les matériaux produits et commercialiser les produits mis au point.

Une approche interdisciplinaire apparaît nécessaire dans cette coentreprise car, outre le fait qu'il embrasse des questions scientifiques et techniques spécialisées, le processus de production et de commercialisation des produits manufacturés fait également appel à la collaboration étroite des experts en gestion et en commercialisation, des banquiers et des entrepreneurs ainsi que de personnes d'horizons divers. De fait, l'approche multidisciplinaire devrait être adoptée dès le choix du projet de collaboration.

#### **D. Coopération entre l'université et l'industrie**

La pertinence industrielle des cours dispensés au niveau de l'université et des programmes de recherche est l'un des principaux facteurs qui déterminent le développement socio-économique d'un pays. L'accent mis sur les distinctions académiques et sur les études universitaires de haut niveau dans le simple but d'acquérir une culture et des connaissances universelles tend à maintenir nos universités dans des tours d'ivoire souvent coupées des réalités de l'environnement dans lesquels elles évoluent. La majeure partie du financement des universités est assurée par les pouvoirs publics en place qui considèrent souvent les universités plus comme des institutions où ils peuvent placer leurs protégés que comme des institutions capables de résoudre les problèmes socio-économiques de leurs pays. La contribution du secteur privé à la gestion de l'université demeure marginale, la collaboration entre l'université et l'industrie n'ayant jamais été étroite. Il est grand temps de renverser cette tendance.

Plusieurs diplômés de l'université arrivent difficilement à trouver un emploi dans l'industrie puisque leur formation n'a rien à voir avec l'industrie. De fait, ces diplômés ne comptent réellement que sur le gouvernement pour les employer. Les industries préfèrent employer des gens qu'elles connaissent et notamment par le biais de programmes de collaboration et de projets de recherche concertée. La formation pratique et industrielle des étudiants en DEUG et en licence dans le domaine de la science et de la technologie peut être organisée par le biais d'une coopération étroite entre l'université et l'industrie. Les universités comme les industries ont tout à gagner dans un tel processus qui permet en même temps de faciliter la création d'une capacité endogène pertinente.

Les industries dont la présence sur un marché hautement concurrentiel repose sur l'utilisation de technologies de pointe et d'innovations comme

intrants, ont intérêt à confier leurs activités de recherche aux universités disposant des moyens requis pour entreprendre de telles actions. Ce n'est pas de sitôt que les industries africaines pourront se doter de leurs propres centres de recherche-développement. La collaboration entre l'industrie et l'université constitue, par conséquent, le moyen le plus pratique d'accroître la capacité endogène dans le domaine du développement industriel et technologique. Cette collaboration peut accroître le revenu des universités qui deviendront ainsi moins tributaires des crédits alloués par les pouvoirs publics.

Dans plusieurs pays occidentaux, les industries n'hésitent pas à mettre en place des cellules ou des centres au sein des campus universitaires, dans le cadre de ce qu'il est convenu d'appeler des "parcs de science et de technologie". Les industries louent des unités de production à des taux favorables et ont accès aux laboratoires et à leurs équipements, de même qu'aux compétences disponibles sur le campus. Cela permet de renforcer les liens entre l'université, l'industrie et les entrepreneurs locaux, de mettre en place des programmes de recherche-développement plus pertinents, d'organiser des services de consultation pour le personnel universitaire, d'assurer la prestation de services d'expérimentation et de contrôle de qualité pour les universités, ainsi que la formation technique des étudiants et leur recrutement éventuel dans les industries mères. La création de ces structures permet enfin de promouvoir les échanges de personnel entre l'université et l'industrie sur la base de détachements de brève durée et d'assurer l'accroissement des revenus des universités.

Parce que les industries constituent les principaux consommateurs de matières premières brutes et transformées, cette collaboration entre l'industrie et l'université peut contribuer à donner aux chercheurs et aux technologistes une formation pertinente et à créer une capacité endogène dans le domaine de la technologie des matériaux. Cette collaboration contribue également à faciliter le transfert des technologies originaires de l'étranger y compris à l'intérieur des pays concernés de même que la mise en place de nouvelles entreprises au sein des pays concernés.

Les matériaux disponibles au niveau local peuvent être mis en valeur par l'accroissement de leur valeur ajoutée et par leur utilisation par le secteur du bâtiment ou de l'industrie. Cette démarche contribue à développer leur marché d'exportation et partant d'accroître les revenus du pays. Les

politiques mises en place par les pouvoirs publics en vue d'encourager la participation, le secteur privé et les industries à participer à la création d'une capacité endogène nationale feront appel à une législation appropriée permettant de créer un environnement incitatif à la production par le biais de diverses mesures. Les personnels de haut niveau formés à la technologie des nouveaux matériaux à travers une collaboration entre l'université et l'industrie devraient également tirer parti d'une telle législation.

## VII. CONCLUSIONS

La création d'une capacité endogène dans le domaine de la technologie des matériaux est à la portée des pays africains. Sur la base des enseignements de type classique dispensés en génie civil, mécanique et électrique, et des sciences fondamentales, un certain nombre d'universités ont déjà sélectionné des activités de recherche dans le domaine de l'amélioration des matériaux locaux ou de l'expérimentation de matériaux de type composite, essentiellement destinés aux industries de la construction et du bâtiment. Toutefois, compte tenu de l'inadéquation de formation dispensée en sciences au niveau de l'enseignement secondaire, ces efforts sont encore infructueux. Les résultats produits par les activités de recherche sont pour la plupart soit inexploitablement soit simplement inexploités à cause du manque de coopération entre l'industrie et l'université. Très peu de travaux ont été réalisés dans le domaine des matériaux de construction, des matériaux fonctionnels et biomédicaux alors que dans le domaine des matières premières, les possibilités d'entreprendre des activités de recherche-développement sont immenses puisque la capacité endogène nécessaire pour réaliser de telles activités peut être disponible au sein de la région africaine.

Ce qu'il faut, c'est la mise au point de politiques nationales, sous-régionales et régionales appropriées appuyées par des engagements financiers des secteurs publics et privés en vue d'améliorer les institutions existantes et de former les personnels aux niveaux moyen et universitaire. Les gouvernements doivent par le biais de législations appropriées, créer l'environnement incitatif nécessaire à la participation des industries du secteur privé au processus de formation des personnels requis et contribuer aux activités de recherche-développement par le biais d'une collaboration étroite avec les universités. A moins que l'on ne s'attelle sérieusement à cette tâche, la valeur marchande des matières premières africaines va continuer à s'effriter en conséquence de la mise au point dans le Nord de

nouveaux matériaux qui se substituent très vite aux matières premières traditionnelles. Plusieurs pays sont déjà confrontés à ce problème et sont en train de prendre la pleine mesure de la dure réalité d'une ère technologique qui n'aura pour eux aucun mouvement de compassion. Pour ces pays-là, la création d'une capacité endogène dans le domaine des technologies des nouveaux matériaux est une question de vie ou de mort.

•

## REFERENCES

1. S. Jugessur: "Technology Policy and mechanisms for accelerated technological development". Discovery and Innovation Vol. 2, No. 2, June 1990. AAS-ICIPE Nairobi.
2. M.D. Gidigasu: "Experiences and case studies - Ghana" - ATAS Bulletin on materials technologie No. 5, May 1988, UNCSTD, New York.
3. O.A. Koleoso: Ibid - ATAS Bulletin No. 5, May 1988, UNCSTD, New York.
4. H. Kim: "Technological Development - Strategies and Experiences in Korea", 1984, the World Bank, Washington D.C.
5. Roberto J. J. Williams: "The need for interdisciplinary research and development structures" ATAS Bulletin No. 5, May 1988, UNCSTD, New York.
6. Codjoe Frank Kwaw: "Africa's way forward" Guest Golum, the New African, October 1990.

# **UTILISATION DE LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT ENDOGENE EN AFRIQUE POUR LA MISE AU POINT DE TECHNOLOGIES NOUVELLES**

**S. Jugessur**

## **RESUME**

L'avènement des technologies nouvelles constitue un défi pour les nations africaines dans la mesure où elles influent de plus en plus sur leur style de vie et qu'elles affectent leurs économies. Si certaines d'entre elles ont un impact positif d'autres ont en revanche un impact négatif et il apparaît urgent pour les Etats membres de mettre en place des politiques et des stratégies adaptées à ces nouvelles technologies ou de recycler leurs politiques et stratégies actuelles en vue de les mettre à contribution.

L'absence de structures publiques propres à coordonner les activités scientifiques et technologiques des Etats membres a de sérieuses conséquences sur la nature et l'orientation de la recherche-développement, entreprise dans ces pays. Des structures telles que les commissions nationales de science et de technologie peuvent contribuer de manière notable à asseoir une base et à donner une orientation appropriées à l'importation, à l'adaptation, à la mise au point et au transfert de technologies capables de transformer le style de développement des pays concernés; la capacité endogène nécessaire pour mener à bien ces activités peut se créer de manière plus systématique et coordonnée.

Puisque l'Afrique est un continent fondamentalement déficitaire sur le plan agricole, son développement sera essentiellement tributaire des progrès et des applications de la biotechnologie et notamment du rôle de cette science dans la mise au point de nouvelles espèces végétales climatiquement plus adaptées et capables d'assurer leur propre développement par la fixation de l'azote atmosphérique. La biotechnologie trouve également des applications dans la production de protéines monocellulaires utilisables pour le bilan protéique déficitaire des populations concernées dans la lutte contre les parasites des cultures, dans l'élevage, et dans l'amélioration de la santé humaine. Elle ouvre également des perspectives réelles de production de

vaccins, de médicaments et de plusieurs types d'antibiotiques avec un investissement modeste en capital.

La micro-électronique, la technologie des matériaux nouveaux, les technologies des énergies nouvelles et les technologies de télédétection figurent parmi les autres types de technologies nouvelles susceptibles de contribuer à l'accélération du développement socio-économique. Mais l'application de ces technologies fait appel à d'importantes actions de recherche-développement endogènes, or, celles-ci ne pourront se réaliser que si les gouvernements s'engagent à mettre en place un plan de développement approprié dans lequel les secteurs public et privé seront tous deux appelés à jouer un rôle significatif et lorsque la communauté nationale des chercheurs-développeurs prendra conscience du fait que le bien-être des populations concernées repose plus sur ses propres efforts que sur la perpétuation de la dépendance du pays à l'égard de l'assistance extérieure.

## I. INTRODUCTION

Une évolution technologique rapide est en train de modifier la situation économique mondiale à cause de l'interdépendance des systèmes économiques et politiques mondiaux, et ce aussi bien dans les pays développés que les pays en développement. Toutefois, si les pays développés où ces progrès technologiques trouvent leur origine tirent réellement profit de ces changements, les pays en développement par contre sont souvent négativement affectés par ces phénomènes technologiques en ce sens que leurs économies qui dépendent essentiellement de l'exportation des matières premières ou de la fourniture d'une main-d'oeuvre bon marché, ont du mal à assimiler les changements introduits dans les pays développés pour améliorer leur propre cadre de vie.

Le temps de latence qui s'observe entre la mise au point d'un nouveau produit ou d'un nouveau procédé de fabrication technique et son utilisation à grande échelle dans les pays développés, est en train de devenir très court et les pays en développement qui sont affectés par ces problèmes technologiques ont très peu de temps pour se prémunir contre leurs impacts négatifs sur leurs économies. Le flux de l'information est souvent inadéquat, lent et anarchique. Un système d'alerte précoce apte à prévenir ces pays à temps, avant même la commercialisation des produits et des procédés techniques en question, pourrait contribuer à limiter de manière

notable l'impact négatif de ces technologies nouvelles sur leurs économies. L'accès en temps opportun des pays en développement à l'information pertinente sur ces innovations technologiques pourrait également permettre de mettre à contribution certaines d'entre elles.

## **II. LA SCÈNE AFRICAINE ET LE PLAN D'ACTION DE LAGOS**

La plupart des technologies nouvelles sont mis au point en dehors de l'Afrique, par les pays développés à économie de marché, où des structures bien établies de recherche-développement des secteurs public et privé sont encouragées à produire des biens et des services destinés à satisfaire les besoins locaux. En revanche, la recherche-développement endogène en Afrique, accuse un important retard parce que les structures coloniales héritées par les pays africains étaient simplement destinées à fournir des renseignements et des informations techniques aux anciennes puissances coloniales pour permettre à celles-ci d'adopter des politiques appropriées à partir de l'étranger. Au cours de la période post-coloniale, la recherche-développement partout où ce scénario s'est observé a très peu bénéficié de l'appui des pouvoirs publics, en termes d'injection de ressources et d'infrastructures nouvelles, le développement technologique étant relégué au dernier rang des priorités des Etats membres. Certains pays ont adopté la politique négative qui consiste à compter sur l'adaptation de la recherche-développement étrangère aux besoins locaux partout où cela s'avérerait possible. La recherche-développement endogène a donc été négligée pendant toute cette période et la situation ne s'est guère améliorée.

Les chefs d'Etat africains, à une réunion de l'Organisation de l'unité africaine en 1980<sup>1</sup> ont fait des déclarations audacieuses sur le développement technologique et la nécessité d'une croissance économique collective autonome et auto-entretenu. La stratégie mise en place pour assurer ce développement est contenu dans le fameux Plan d'action de Lagos, dans lequel un chapitre remarquablement exhaustif est consacré à la science et à la technologie. A l'heure où l'Afrique fait face à d'immenses difficultés économiques, les importants objectifs énoncés dans le Plan d'action de Lagos se justifient plus que jamais et demeurent un peu plus pressants, en dépit des difficultés qui s'attachent à leur réalisation. Dans un continent où des millions de personnes sont touchées par la famine, la sécheresse, la désertification et les conséquences négatives des problèmes de

balances des paiements, l'intérêt de la mise au point de technologies propres à lever ces contraintes ne saurait être mise en cause, car il s'agit de faire face à des problèmes de survie immédiate. Les nouvelles technologies mises au point tant sur le plan local que dans les pays étrangers permettent d'espérer une amélioration rapide de la situation critique dans laquelle se trouve l'Afrique. Les succès technologiques dans d'autres pays en développement peuvent servir d'exemple et les innovations créées par ces pays peuvent être reproduites au niveau local et mises à la disposition des vastes masses qui luttent pour leur survie. A cet égard, les innovations technologiques qui semblent particulièrement se prêter à une intégration aux technologies traditionnelles devraient être privilégiées. Parallèlement à cela il faudra s'atteler à créer des compétences technologiques endogènes qui seules pourront permettre la mise au point et de la mise en oeuvre de telles technologies dans les pays africains. L'absence d'une main-d'oeuvre qualifiée et expérimentée, l'indisponibilité de moyens appropriés d'entretien et de réparation, la pénurie de matières premières et de machines d'importation ne contribuent qu'à renforcer les obstacles au développement technologique.

L'Afrique est riche en ressources naturelles, mais le niveau de transformation industrielle de ses matières premières demeure nettement en deça des seuils susceptibles de générer les ressources nécessaires à l'amélioration du niveau de vie des africains. L'Afrique est également abondamment dotée de sources d'énergies nouvelles et renouvelables mais celles-ci sont largement inexploitées. 35% du potentiel hydro-électrique mondial se trouve en Afrique mais seulement 1,5% de ce potentiel est actuellement exploité<sup>2</sup>. Il existe de vastes réserves de ressources minérales et l'Afrique, produit respectivement plus de 50% et plus de 72% de l'or et du diamant de la planète<sup>3</sup>. La plupart de ces minéraux sont exportés sous forme de matières premières vers les pays développés. Toutefois, l'Afrique ne produit pas suffisamment de produits agricoles pour assurer sa propre alimentation. Les politiques agricoles à vocation exportatrice n'ont pas été performantes après l'accession des pays africains à l'indépendance puisque ceux-ci ont continué à être tributaires des sociétés transnationales. Or, la contribution de ces sociétés aux économies des pays en développement a, de fait, été très limitée.

### III. IMPACT POSSIBLE DE CERTAINES TECHNOLOGIES NOUVELLES SUR CERTAINES ECONOMIES AFRICAINES

Quoique la plupart des technologies nouvelles mises au point dans les pays industrialisés répondent à des préoccupations locales de substitution de matières premières et donc au souci de limiter la dépendance de tels pays à l'égard des matières premières et de la main-d'oeuvre bon marché des pays en développement, l'Afrique est obligée pour l'instant de tenir compte de leur impact possible sur son économie. Puisque l'Afrique compte, avant tout, pour assurer ses recettes d'exportation, sur les produits de base, la dégradation inéluctable de sa position dans le commerce internationale dans les décennies à venir est susceptible d'atteindre des proportions catastrophiques. Lorsqu'un substitut acceptable est disponible dans le pays importateur, le pouvoir de négociation du pays exportateur est soit réduit, soit minimisé. Cela signifie que les progrès technologiques rapides enregistrés dans des domaines tels que la micro-électronique, la biotechnologie, la technologie des matériaux, les technologies des énergies nouvelles, et la télédétection à l'avantage des pays développés, vont en toute vraisemblance, avoir des conséquences négatives sur les pays en développement, à moins que celles-ci ne soient prévues à l'avance et si possible tournées à l'avantage des économies en développement.

C'est ainsi que la micro-électronique et la robotique sont en train de se substituer à grands pas à la main-d'oeuvre humaine disponible et bon marché dans les secteurs de l'industrie manufacturière à forte intensité de main-d'oeuvre des pays africains. Ceux-ci se voient forcés de recourir à la mécanisation et à l'automatisation de leurs unités en vue de s'adapter à la compétition qui règne sur les marchés internationaux. Les industries textiles implantées par les multinationales dans plusieurs pays en voie de développement sont en toute vraisemblance, celles qui vont être le plus durement touchées par cette nouvelle technologie. De même, dans le domaine de la biotechnologie, la mise au point de sucre de maïs et de cyclamates à haute teneur en fructose utilisés comme substituts du sucre de canne et de betterave a actuellement des effets notables sur le marché mondial du sucre. Naturellement, les pays fortement tributaires de l'exportation du sucre doivent réorienter leur stratégie agricole. Dans le même domaine, la production commerciale au Japon du pyrèthre par voie de cultures tissulaires utilisant la synthèse in vitro ne manquera d'affecter la

culture à grande échelle de cette plante médicinale au Kenya. Dans le domaine de la technologie des matériaux, la mise au point et l'utilisation de fibres de verre optique dans les techniques avancées de communication contribue à limiter l'utilisation du cuivre dans la fabrication des câbles de communication ce qui impose aux industries de fabrication de câbles en Zambie une diversification de leurs activités. Dans le domaine de la technologie des nouvelles énergies, l'Afrique peut se targuer d'avoir de brillantes perspectives en ce qui concerne le potentiel d'utilisation des énergies solaires, éoliennes et géothermiques ainsi que de l'énergie de la biomasse. Les pays développés sont déjà en train de réduire la contribution des huiles minérales à la satisfaction de leurs besoins en énergie et il appartient aux pays africains de tirer le meilleur parti possible de ces nouvelles découvertes.

#### **IV. RECHERCHE-DEVELOPPEMENT ENDOGENE, LIMITES ET PERSPECTIVES**

L'Afrique n'a assurément pas su donner à la recherche-développement endogène la priorité qu'elle mérite. Pour commencer, les gouvernements se sont généralement beaucoup plus appuyés sur les compétences techniques et les connaissances d'étrangers, compromettant du même coup la croissance des structures locales de recherche-développement. Au cours des deux dernières décennies, un nombre limité d'institutions de recherche-développement ont effectivement vu le jour en Afrique. Toutefois, la plupart d'entre elles sont malheureusement trop dépendantes des ressources étrangères pour assurer leur subsistance. Les contributions nationales dont bénéficient ces organismes de recherche-développement sont minimales. Ceci est clairement démontré par le fait que l'appel lancé par la Plan d'action de Lagos pour que chaque Etat membre africain consacre jusqu'à 1% de son produit intérieur brut au développement de la science et de la technologie n'a pas été entendu dans la majorité des Etats membres. Rares sont les pays africains conscients du rôle primordial que la science et la technologie jouent dans le processus du développement et c'est ce qui explique la tiédeur de l'engagement du continent en faveur de la mise en place d'une base endogène de science et de technologie.

L'indisponibilité de ressources financières s'est traduite par le manque concomitant d'infrastructures et par la fuite des cerveaux africains. Les chercheurs et technologues africains ne pouvant trouver chez eux le climat

é pour travailler, sont facilement tentés d'émigrer sous des cieux  
veillants où ils peuvent jouer leur rôle de chercheurs et de  
leurs dans des conditions plus satisfaisantes.

Malgré les nombreux obstacles qui se dressent sur la voie de la recherche-développement, il existe des possibilités réelles quant au renforcement de son rôle dans la résolution des problèmes de développement. Les chercheurs et les ingénieurs doivent tirer le meilleur parti possible des ressources limitées disponibles en les canalisant vers les secteurs clés capables de contribuer une résolution rapide à des problèmes les plus pressants du continent. Les responsables ont devant eux la lourde tâche qui consiste à établir les priorités. Dans une entreprise de ce type il arrive très souvent qu'on ne sait pas par où commencer. Il existe des liens intimes entre la croissance technologique et les ressources disponibles<sup>4</sup>. S'il est vrai qu'il faut un minimum de ressources pour assurer la croissance économique, il est en revanche établi que plus un pays progresse sur le plan technologique, moins il a besoin de ressources, puisqu'il acquiert la capacité de substituer la main-d'oeuvre et en particulier le capital à celles-ci. La coordination et la planification des activités scientifiques et technologiques apparaissent donc nécessaires au niveau national d'un mécanisme ou organe national de haut niveau, tel qu'une commission de science et de technologie, capable d'orienter le développement et d'énoncer les politiques nationales requises dans ce domaine.

Jusqu'ici, les recherches menées dans la plupart des institutions gouvernementales et universités ont très peu de rapport pratique avec les préoccupations de développement et les liens entre le laboratoire et l'industrie sont virtuellement inexistants. Même les liens entre chercheurs et paysans dans le cas de la recherche agricole sont inadéquats. C'est ainsi que face à une demande virtuellement nulle pour leurs services, les instituts de recherche et les universités ainsi que leurs organismes d'appui se sont emmurés dans leur logique interne, tournant le dos en pratique au volet pertinent de leur mandat et réclamant une part sans cesse croissante des crédits de l'Etat pour financer leur propre expansion<sup>5</sup>. Cette attitude ne pouvait tout naturellement pas mobiliser l'appui sollicité. Tous ces problèmes ainsi que plusieurs autres problèmes liés à la recherche-développement peuvent être résolus dans une large mesure par la mise au place de commissions nationales de science et de technologie. De telles commissions, outre leur rôle dans l'amélioration des infrastructures de base

et partant, dans un ancrage plus solide des jeunes chercheurs et technologistes, dans leurs pays peuvent également renforcer la coopération sous-régionale, régionale et inter-régionale dans le domaine de la recherche-développement. Une telle coopération constitue une caractéristique essentielle de l'interdépendance des flux technologiques et informationnels entre partenaires du même processus de développement.

## **V. DOMAINES PROMETTEURS D'ACTIVITES POUR LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT**

Compte tenu de la situation critique que vit actuellement l'Afrique, et de l'évolution possible des choses au cours des années à venir, de nouvelles technologies, spécialement adaptées à la recherche-développement, peuvent être mises au point dans les domaines suivants :

- a) Biotechnologie, génie biogénétique, y compris les cultures tissulaires, fusion cellulaire, clonage, production de protéines monocellulaires, de vaccins, d'hormones et d'antibiotiques;
- b) Technologie des matériaux nouveaux;
- c) Micro-électroniques, télécommunications et information;
- d) Technologie des énergies nouvelles;
- e) Télédétection.

Nous allons essayer d'analyser chacun de ces domaines et de voir comment la recherche-développement endogène peut contribuer à atténuer la situation critique dans laquelle se trouve l'Afrique.

## **A. Biotechnologie**

La biotechnologie est l'application des micro-organismes et des cellules, des plantes et des animaux ou simplement des systèmes biologiques à l'industrie manufacturière et au processus micro-biologiques<sup>6</sup>. En tant que domaine multidisciplinaire, ses applications s'étendent aux domaines de la chimie, de la pharmacie, des produits alimentaires, de la génétique et de la médecine, ce qui lui confère un potentiel énorme. Elle couvre des activités aussi diverses que les procédés traditionnels simples tels que la fabrication de pain, le brassage de bière et la fabrication de fromage, et les technologies scientifiques les plus pointues du génie génétique. Elle peut également être intégrée aux technologies traditionnelles ou spécialement utilisée pour accroître l'efficacité de la production rurale traditionnelle<sup>7</sup>.

La production agricole qui constitue un point névralgique du programme africain d'autosuffisance alimentaire constitue le domaine où la recherche-développement biotechnologique et les applications des découvertes biotechnologiques ont le plus grand potentiel. Les techniques de cultures tissulaires, de fusion des cellules et de clonage, qui ont été appliquées avec succès dans certains pays, peuvent être utilisées pour améliorer les rendements de plusieurs espèces cultigènes telles que les céréales, les fruits et les légumes. Les graines oléagineuses, les palmiers, les cocotiers, et les tubercules, les cultures de rente telles que le café, le thé, le tabac, le sucre, la banane, les épices telles que le safran, le gingembre et le cardamome, les plantes aromatiques, médicinales et décoratives peuvent tous connaître un accroissement qualitatif et quantitatif substantiel de leur production grâce à l'application des techniques évoquées ci-dessus. Avec les techniques de cultures tissulaires, les cellules ou les tissus des plantes sont isolés et cultivés en laboratoire en milieu stérile, dans des tubes à essai ou dans des boîtes de pétri renfermant des milieux de cultures spécifiques, pour produire des plantes entières. Dans les conditions normales, toute cellule ou tout tissu de plante peut produire une autre plante entière. Les institutions agricoles de recherche des pays africains doivent consacrer d'urgence des ressources à la recherche-développement sur les cultures tissulaires car les technologies nouvelles mentionnées ne requièrent pas de gros investissements en capital et ne sont pas difficiles à maîtriser.

En ce qui concerne la qualité des produits, leur valeur alimentaire peut être augmentée par l'accroissement de leur teneur en protéines et par

l'élimination des toxines qu'ils contiennent par la substitution des processus de fermentation sauvage par des cultures pures. Le sorgho, le maïs et le mil fermentés pour produire de la bière, de la bouillie et des boulettes amères peuvent être transformés par des processus de fermentation contrôlée en produits de plus grande valeur multinationale. La merissa (une bière) et la kissra (une galette) soudanaises, le talla (une bière) et l'injera (une galette) éthiopiens, la pito (une bière) et l'ogi (une bouillie) nigériens, le kojo, le gari (bouillie) et le kenkey (boulette) ghanéens constituent quelques exemples seulement parmi les nombreux aliments traditionnels qui méritent d'être améliorés par les méthodes biotechnologiques. Des travaux de recherche dans ce domaine sont déjà en cours en Angleterre, à l'Université de Leeds, et la mise en place de programmes de recherche concertée devrait être encouragée<sup>8</sup>.

Les technologies de culture tissulaires peuvent également améliorer les productions agricoles et pharmaceutiques. La sélection de plantes réellement adaptées aux environnements fragiles caractérisés par des sols à forte teneur en sel ou en alcalins et à faible teneur en eau, est possible par le biais de cette nouvelle technologie. De nouvelles espèces végétales résistantes aux insectes nuisibles et aux maladies et utilisant de manière efficace l'énergie et la fixation biologique de l'azote peuvent également être produites par cette méthode. Des arbres à croissance rapide capables de freiner la désertification sont déjà cultivés dans plusieurs pays. Là aussi, les possibilités de succès de la recherche-développement en Afrique sont immenses, puisque l'infrastructure nécessaire pour la réalisation des cultures tissulaires est relativement simple et similaire aux autres équipements des laboratoires biologiques et chimiques et que des programmes de formation sont disponibles dans plusieurs pays.

La fixation biologique de l'azote atmosphérique des différentes espèces cultigènes éliminera la nécessité d'utiliser des engrais chimiques très coûteux. Les micro-organismes capables de fixer l'azote peuvent être cultivés avec les graines des espèces cultigènes. En Egypte, les algues vertes à haut pouvoir de fixation d'azote sont déjà cultivées en association avec le riz pour accroître les rendements rizicoles, et cette technique est largement utilisée dans les pays asiatiques. L'étape suivante consiste à appliquer le génie génétique à la manipulation des grandes espèces cultigènes telles que le blé, le maïs, le sorgho..., pour produire des souches capables

de fixer directement l'azote atmosphérique. Il s'agit là d'un défi important que les chercheurs africains se doivent de relever.

Dans les zones où la désertification a réduit les superficies cultivables, une autre technique connue sous le nom de production de protéines monocellulaires mérite de faire l'objet de recherche. Les protéines monocellulaires peuvent être cultivées à partir des dérivés du pétrole, du méthanol, du méthane, de l'amidon excédentaire des rochers ou des déchets de la mélasse et de la lignocellulose et même l'anhydride carbonique sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des terres arables. Tout ce qu'il faut, c'est une superficie limitée pour l'usine et un espace de stockage. On n'a même pas besoin d'engrais chimiques. La capacité taille optimale de l'usine est de 100 000 tonnes métriques/année. Puisque les protéines monocellulaires contiennent 50 à 80% de protéines, elles peuvent constituer un excellent complément à la ration alimentaire des animaux. Cela permettrait d'affecter les céréales et les légumineuses actuellement utilisées pour alimenter les animaux à l'alimentation de l'homme et d'accroître ainsi la consommation alimentaire calorifique et protéique totale. L'usine n'a pas besoin de pluies pour fonctionner.

Il existe en Afrique un important potentiel de développement des industries d'édulcorants protéiques puisque la demande de sucres naturelles à faible teneur calorique ne cesse d'augmenter. Le potentiel de transformation des fruits de Thauma tocooccus danielli en édulcorants à base de Thaumatin/Talin et en la miraculine doit être exploré. Il en est de même du cas des fruits de Richardella dulcifolia (synsepalum dulcificum). Les perspectives de recherche-développement dans ce domaine sont encourageantes<sup>9</sup>.

### **B. Lutte biotechnologique contre les insectes nuisibles**

Les insectes nuisibles sont une source permanente d'importantes pertes agricoles. Les pesticides chimiques sont coûteux et ont des effets secondaires durables et nuisibles. La lutte biotechnologique contre ces insectes peut s'effectuer au moyen d'insecticides basés sur l'action de micro-organismes capables d'affecter les insectes. Ces micro-organismes appelés entomopathogènes incluent des bactéries, des virus et des champignons. Le plus connu de ces micro-organismes est la dénommée bacillusthuringiensis ou B. thuringiensis qui s'attaque efficacement à plusieurs types d'insectes par

exemple que les moustiques, les mouches noires, le vers de la feuille du coton, etc. La recherche-développement dans ce domaine vise à produire des espèces de bacilles dotées d'un potentiel entomopatogénique à long terme et capables de transférer leurs activités entomopatogéniques d'un organisme à l'autre. La recherche-développement sur les plantes produisant leurs propres pesticides doit également être encouragée.

### **C. Recherche sur les systèmes agaires**

Le succès de l'application des biotechnologies modernes fait appel dans la plupart des cas à une forme ou à une autre de recherche systémique sur l'agriculture où les innovations organisationnelles sont un préalable. Pour faire face à une demande croissante de produits alimentaires émanant d'une population sans cesse croissante et de la baisse de la production alimentaire, plusieurs pays africains ont été contraints de recourir aux importations alimentaires et de s'appuyer sur les programmes d'aide alimentaire. Ce problème peut être résolu dans une très large mesure par l'amélioration de la gestion de l'ensemble des paramètres qui entrent en jeu. On a pu soutenir que la recherche sur les systèmes agaires, qui commence avec l'évaluation de la situation qui prévaut et intègre ensuite les nouvelles technologies aux technologies traditionnelles en impliquant les paysans à tous les niveaux des activités et en développant leur compétences, permettra à terme à la production alimentaire de distancer sérieusement la croissance démographique. Une longue liste de sujets de recherche-développement a été dressée par Bede N. Okigbo de l'Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan (Nigéria) dans son étude<sup>10</sup> décrivant les nouvelles technologies et découvertes scientifiques susceptibles d'être utilisées pour améliorer les systèmes agaires.

### **D. Elevage**

Il existe un important potentiel de mise au point de vaccins s'appuyant sur le génie génétique pour la prévention et le traitement des maladies animales telles que la fièvre aphteuse, la rage, la langue bleue (du mouton), la peste porcine africaine, la peste du cheval, etc.. Un vaccin contre la diarrhée des veaux nouveau-nés a déjà été mis au point et commercialisé. La capacité de prévenir les maladies et les décès pourrait se traduire par des effectifs animaux. Ainsi, la trypanosomiase bovine, l'une des maladies bovines

africaines les plus importantes pourrait faire l'objet de recherches génétiques étant donné qu'elle constitue un obstacle majeur au développement agricole et socio-économique dans de vastes régions d'Afrique<sup>11</sup>. Outre le traitement des maladies, la manipulation génétique des oeufs fertilisés peut être appliquée à l'élevage en vue de produire des animaux dotés d'une plus grande valeur nutritionnelle. L'introduction de gènes d'hormones de croissance peut se traduire par l'accroissement de la production de viande et de lait. Des techniques similaires pourraient être employées pour produire des animaux résistants aux maladies, et des activités de recherche-développement sont requises dans ce domaine. De fait, un nombre important de travaux ont déjà été lancés dans ce domaine aux Etats-Unis<sup>12, 13</sup>.

### **E. Santé humaine**

La biotechnologie permet aujourd'hui la production de plusieurs types de médicaments. L'interféron est un médicament très prometteur pour la prévention et la thérapie de maladies virales chez l'homme, chez l'animal et chez la plante, y compris pour la guérison du cancer. La manipulation génétique permet également la production de médicaments antibiotiques. L'anémie des globules rouges falciformes, la thalassémie, est une maladie extrêmement mortelle en Afrique et sa thérapie par les gènes constitue une voie prometteuse. En vue du grand intérêt qu'elle revêt pour les pays africains, la recherche dans ce domaine tant au niveau du diagnostic que de la thérapeutique devrait être encouragée. Il existe des possibilités très encourageantes de production de vaccins contre le paludisme, la trypanosomiase, l'onchocercose, la schistosomiase et l'amibiase, maladies qui sévissent en Afrique et les méthodes biotechnologiques doivent être explorées pour leur production. L'industrie pharmaceutique peut être améliorée par la recherche-développement dans le domaine par génie génétique des micro-organismes et des systèmes de cultures cellulaires et d'organismes vivants pour la production d'anticorps monoclonaux. Dans ses efforts visant à éradiquer la variole, l'OMS a déjà établi l'infrastructure de base pour la production de vaccins. Une étude de ces mécanismes en Afrique constitue le premier pas de la recherche-développement en vue de la création de nouveaux vaccins.

## **F. Micro-électronique**

Qu'on le veuille ou pas, plusieurs des produits et des procédés de fabrication technique utilisés en Afrique contiennent des éléments qui sont le fruit des progrès de la micro-électronique, en particulier les microprocesseurs qu'il convient désormais de prendre en compte et d'entretenir de manière appropriée en vue de tirer le meilleur parti possible de leur potentiel. Les compétences techniques requises ici sont à la portée des Africains qui ont besoin d'être formés dans l'identification des applications et dans la conception des logiciels nécessaires. L'utilisation de microprocesseurs ne fait pas appel à l'intervention de techniciens hautement qualifiés. L'indisponibilité de techniciens et d'analystes de niveau intermédiaire bien formés dans la plupart des pays africains peut également être surmontée par la facilité d'application de cette nouvelle technologie. Il est donc essentiel que les Africains arrivent à maîtriser cette technologie au fil du temps pour faire face aux inévitables problèmes que posent les produits d'importation et pour en tirer le meilleur parti possible. Des micro-processeurs peuvent s'utiliser dans de très nombreux domaines et des applications sont possibles dans des secteurs tels que l'industrie, l'énergie, le transport, la transformation des produits alimentaires, l'agriculture et la santé. Les activités de recherche-développement à mesure consistent essentiellement à trouver les utilisations appropriées et efficaces du microprocesseur qui contribueront à résoudre les problèmes de l'Afrique<sup>14</sup>.

L'utilisation conjuguée des technologies micro-électroniques et informationnelles peut amener l'éducation technologique aux vastes masses de l'Afrique et ouvrir par ce biais la voie à une transformation accélérée du continent notamment par l'ouverture de nouvelles possibilités industrielles et perspectives d'emploi. L'accroissement de la productivité dans plusieurs secteurs de l'activité économique et par le biais d'innovations technologiques peut se traduire par l'amélioration de la qualité de la vie des populations. Le problème à résoudre consiste à savoir comment intégrer ces nouvelles technologies aux technologies traditionnelles, ce qui constitue un domaine évident de recherche. Il faudra toutefois veiller à contrôler les applications de la micro-électronique par le biais d'une politique sélective. Ce contrôle ne peut s'exercer qu'à partir d'un diagnostic des domaines où la micro-électronique peut être appliquée de manière profitable en vue de la mise au point d'une stratégie pour le développement du secteur. La capacité de la micro-électronique de se substituer à plusieurs types de techniques

rudimentaires pourrait constituer un avantage pour les pays qui n'ont pas encore acquis de telles compétences, ce qui leur permet d'économiser le temps et les efforts qu'ils auraient été autrement contraints de consacrer à la formation de personnels et d'accéder au marché de l'exportation à une phase plus avancée du cycle de vie du produit<sup>15</sup>. La recherche devrait identifier les domaines où une telle approche est possible en tenant compte toutefois des répercussions que cela peut avoir sur l'offre et la demande en main-d'oeuvre.

### **G. Technologie des nouveaux matériaux**

Dans le domaine des textiles et du cuir qui sont des matières premières traditionnelles de base traitées par des industries bien établies en Afrique, les polymères synthétiques sont en train de s'imposer rapidement comme produits de substitution. Pour plusieurs minéraux, la demande connaît actuellement un recul avec l'apparition sur le marché de produits technologiquement avancés - le cas des fibres de verre optique et du cuivre peut être signalé ici. Le secteur des produits ménagers et industriels est petit à petit envahi par les polymères synthétiques. L'argile, le bois, les feuilles, la paille et les autres matériels indigènes sont en train d'être remplacés par des matériaux nouveaux, pour la plupart d'origine polymère. La recherche-développement dans le domaine des polymères est une entreprise coûteuse mais les études à mener sur l'application de ces matériaux en vue d'améliorer la qualité de la vie des Africains sont à la portée des Etats membres.

Il apparaît que dans le domaine des matériaux de construction, les céramiques à basse température dont le ciment constitue le prototype, méritent une attention toute particulière. Le ciment produit à partir de déchets agricoles tels que les coques de riz est actuellement utilisé. Le béton d'argile, le ciment ferrugineux et le béton armé utilisant des fibres végétales méritent d'être étudiés en vue de la construction d'habitations de coût abordable. Parallèlement à cela, puisque les matériaux polymériques à base d'aliments du bétail, dérivés du pétrole sont progressivement délaissés en faveur d'autres aliments du bétail, de manière plus précise, vers la céramique utilisant les éléments les plus courants de la croûte terrestre - oxygène, silicium, aluminium, fer, magnésium, calcium, etc., la recherche

sur la céramique en tant que matériaux de construction est fortement recommandée<sup>16</sup>.

## **H. Technologie des énergies nouvelles**

La crise pétrolière a donné un coup de fouet à un grand nombre d'actions de recherche-développement dans le domaine des sources d'énergie nouvelle et renouvelable et au cours de la décennie qui vient de s'écouler, d'importantes réalisations ont été enregistrées dans l'utilisation des vents et de l'énergie solaire en vue de la production d'électricité. Ces réalisations s'appuient sur les progrès enregistrés dans les domaines de l'exploitation de l'énergie thermique et photovoltaïque solaire, de l'amélioration du contrôle et de l'utilisation de la biomasse et de la production de biogaz à partir des déchets agricoles. La production d'électricité à partir de cellules photovoltaïques est en train de devenir économiquement compétitive. Ces technologies présentent toutes un important potentiel d'application à petite échelle dans le cadre de structure décentralisée. Elles se prêtent par conséquent à une intégration avec les technologies traditionnelles.

La production de biogaz connaît actuellement une progression dans plusieurs pays africains. Les déchets agricoles cellulosiques, le fumier animal, les fientes de volaille et plusieurs autres types de déchets organiques sont actuellement utilisés dans la production de biogaz. Mais il faudra entreprendre beaucoup de travaux de recherche pour obtenir un paquet efficace de micro-organismes, de gazogènes et de gazomètres légers et portatifs et de bons systèmes de livraisons. La vulgarisation de ces technologies s'avère nécessaire, malgré l'inexistence d'un lien entre le laboratoire, l'unité de production et le consommateur. Des recherches devraient être entreprises dans ce domaine.

L'énergie de la biomasse mérite également de faire l'objet de recherches plus poussées. Des plantations d'arbustes et d'arbres à croissance rapide, de canne à sucre, de maïs et de betteraves vouées à la production de gasoil sont en train de se substituer aux espèces inefficaces de biomasse comme combustibles. La mise au point de fourneaux efficaces utilisant le charbon de bois ou le bois est encouragée en même temps que le briquetage des déchets agricoles. Des actions de recherche-développement doivent être entreprises en vue d'une transformation industrielle économiquement

rentable de la biomasse. Par exemple la décomposition de la lignine, de l'hémicellulose et de la cellulose en ligno-cellulose et la transformation ultérieure de celle-ci en produits chimiques industriels, combustibles, alcools, protéines, etc. constituent un vaste domaine de recherche-développement. Des travaux plus approfondis sont également nécessaires pour la fabrication d'équipements et de matériels propres à assurer la fermentation industrielle, en particulier pour la décentralisation de la production et l'industrialisation rurale.

### **I. Techniques de télédétection**

Les nouvelles techniques de télédétection peuvent être utilisées pour l'exploration à grande échelle des minéraux et des ressources naturelles tant sur la terre ferme que sur les océans. Il est essentiel de connaître avec certitude le potentiel de mise en valeur des ressources naturelles avant de définir les stratégies à mettre en oeuvre pour leur exploitation. La télédétection offre cette possibilité. Les plans de développement nationaux doivent se baser sur des données précises. La fiabilité des données est tributaire de la précision et de la complétude de l'information disponible. Or, dans la plupart des pays africains, celle-ci est malheureusement loin d'être à jour et exacte. C'est ainsi que, plusieurs programmes lancés en vertu de tels plans présentent dès le départ des handicaps majeurs qui prennent la forme de projections imprécises et statistiques<sup>17</sup>. C'est le cas du projet centrafricain de construction du barrage de Kariba qui avait été mis au point sur base de données inadéquates et qu'une crue 21 fois plus forte que la crue probable estimée est venue balayer alors que le barrage était encore en cours de construction. Il en est de même, pour le complexe sidérurgique du Nigéria, l'information de base sur la qualité, la quantité et les caractéristiques des matières premières disponibles n'était pas disponible, ce qui s'est traduit par un retard considérable dans la mise en oeuvre du projet. En outre, dans le cas de l'industrie du ciment, l'inadéquation des enquêtes géologiques menées avait donné lieu au choix de la mauvaise technologie<sup>18</sup>. Les données sur l'agriculture, les pêches, la foresterie, les minéraux et les autres ressources naturelles sont essentielles pour une bonne planification et les technologies de télédétection peuvent contribuer à obtenir une information précise en vue de l'établissement des plans nationaux de développement.

Dans un premier temps, l'Afrique devrait focaliser ses efforts initiaux sur l'application des technologies de télédétection et sur les projets de recherche appliquée capables de résoudre ses problèmes les plus urgents et les plus pressants. Les activités liées aux enquêtes sur les populations humaines et bovines, sur les cultures, les ressources foncières et forestières ainsi que sur les prévisions météorologiques peuvent être entreprises sans grande difficulté. L'étude des formations nuageuses et de leurs caractéristiques par le biais de ballons et de fusées utilisées comme plate-formes de recherche équipées de moyens de transmission et de réception à micro-onde, ainsi que celle de la composition atmosphérique stratifiée en vue de l'ensemencement des nuages par le biais de méthodes de réaction photo-chimique peuvent constituer des sujets de recherche pour les institutions disposant de moyens de télédétection.

## VI. CONCLUSION

Il apparaît clairement que l'avènement des technologies nouvelles aura de profondes répercussions sur les économies et sur le style de vie des nations africaines. Il est possible de mettre à contribution ces nouvelles technologies en vue d'accélérer le processus du développement et d'exploiter à fond leurs potentialités tout en évitant leurs effets négatifs sur certains secteurs. Pour ce faire, un engagement politique ferme de la part des pouvoirs publics, de ressources substantielles à la recherche-développement s'avèrent nécessaires. Les gouvernements disposant de politiques rationnelles et agressives de développement socio-économique doivent être préparés à investir dans la recherche-développement s'ils veulent entrer dans le club des nations, qui au lieu de se croiser les bras dans une attitude attentiste, ont choisi d'exploiter au mieux l'ensemble des moyens capables de les aider dans leurs objectifs de développement. Au lieu de compter exclusivement sur la recherche-développement étrangère, les gouvernements des Etats membres devraient entrer en contact avec les institutions et organisations locales en vue d'entreprendre des actions de recherche-développement sur des thèmes précis et amener le secteur privé à contribuer financièrement ou par d'autres moyens aux activités de recherche-développement dans leurs pays. L'attribution d'exemptions fiscales aux personnes physiques ou morales prêtes à accorder des dons destinés à assurer la réalisation d'une entreprise aussi noble pourrait constituer une forme adéquate d'incitation.

Le rôle des sociétés transnationales dans la création d'une capacité endogène de recherche-développement ne peut être ignoré. Jusqu'ici, leur rôle dans la construction au développement socio-économique des nations où elles sont implantées a été très limité, ce qui a contribué à créer un sentiment d'antipathie au niveau des masses qui se considèrent perpétuellement exploitées par ces entités. Il est grand temps que ces sociétés transnationales changent carrément d'attitude et commencent à contribuer de manière positive au développement local. Au lieu d'entreprendre des efforts de recherche-développement dans leurs pays d'origine, elles pourraient créer des capacités de R-D dans des pays où elles sont implantées et puisque les nouvelles technologies mentionnées ci-dessus leur appartiennent, leur tâche ne sera pas tellement difficile. Cela leur permettra, par ailleurs, de faire preuve de bonne volonté et de s'attirer par là, la sympathie des populations tout en contribuant en même temps à assurer leur propre survie.

Malgré tout, le rôle essentiel à jouer reviendra toujours aux institutions et aux chercheurs africains qui doivent prouver qu'ils peuvent se ménager une voie vers une plus grande autonomie et une plus grande indépendance. Dans l'accomplissement de cette tâche, tout en utilisant de manière optimale les ressources locales, ils pourront participer à des programmes conjoints de recherche-développement tant avec leurs collègues sur le continent qu'avec les institutions du monde développé, à condition toutefois d'être parfaitement conscients du rôle qui est le leur. L'attitude qui consiste à dire que le climat de la recherche-développement ne permet pas d'effectuer des travaux sérieux, que l'appui nécessaire ne sera jamais fourni au chercheurs en raison de la crise socio-économique dans laquelle sont plongés la plupart des pays africains, que les nations développées ne manifesteront jamais de la bonne volonté à l'égard des efforts de R-D endogène ne correspond à rien d'autre qu'à du défaitisme. L'avenir des nations africaines est entre les mains des populations locales et ce qu'il faut pour commencer, c'est une foi inébranlable en soi-même, conjuguée à un engagement indéfectible à améliorer le niveau de vie des populations par des efforts endogènes. Les nouvelles technologies donnent la possibilité d'accélérer le processus du développement et les chercheurs africains doivent résolument saisir cette chance qui leur est offerte.

## REFERENCES

1. Lagos Plan of Action for the Economic Development of Africa 1980-2000 - Organization of African Unity, Addis Ababa, Ethiopia.
2. Nayudamma Y. UNIDO Consultant - Paper presented at OAU/ECA Expert Group Meeting on Implications of News Technologies for Implications of News Technologies for Implementations of the Lagos Plan of Action - Mbabana 22-26 October 1984.
3. Proceedings of the First Regional Conference on the Development and Utilization of Mineral Resources in Africa - Arusha 2-6 February 1985 - UNECA - Addis Ababa, Ethiopia.
4. Kindleberger, C.P. (1961) - Obsolescence and Technical Change; Oxford Univers. Inst. Stat. - Bulletin - Oxford.
5. Francisco Sagesti (1978) - Science and Technology for Development; main comparative report of the STPI project - P.8 IDRC - 109C.
6. Smith J. E. (1981) - Biotechnology. The Institute of Biology, No. 136, Edward Arnold.
7. Weizsacker, Ernest U. Von (1984): Integrated Application of Modern and Traditional Technologies - Paper presented at African Expert Group Meeting - 22-26 October 1984, Mbabane, Swaziland.
8. Muller H. G. (1984) - Some Aspects of Plant Biotechnology of Relevant to Africa. Paper presented at African Expert Group Meeting 22-26 October 1984 - Mababane, Swaziland.
9. Steinkraus K. H. (1983) - Potential for the Development of a protein-Sweetener Industry in Africa. UNIDO/IS.397.
10. Bede No. Okigbo (1982) - New Technologies and New Management in Tropical African Farming Systems, in New Frontiers in Technology Application EUV Weizsacker et al pp 114-123.

11. Morisson, W.I et al - "Bovine Trypanosomiasis", Diseases of Cattle in Tropics, edited by M. Ristic & I. McIntyre, The Hague: Martinus Nijhoff, 1981, p. 495.
12. Genetic Technology New, Vol. 3, March 1983.
13. Biotechnology and the Developing Countries: Applications for the Pharmaceutical Industry and Agriculture - UNIDO/IS.452 (1984).
14. Radnor Michael - Prospects of Microelectronics Application in Process and Product Development in Africa - UNIDO/IS.331 (1982).
15. Microelectronics Applications for Developing countries: Preliminary Issues for Concerted Action. Discussion Meeting of Organizations in the Application of Information Technology for Development. Paper presented by UNIDO Secretariat. ID/WG.419/1, 1 March 1985.
16. Rustom Roy : Materials Technologies and their Potential Impact on Third World Nations - New Frontiers in Technology Application, Tycooly International (1983).
17. Abiodun A.A."Waters of Lake Kainji - Hydrologic Predictions and Performance". Hydrological Sciences Bulletin, Vol. XVIII, No.3, pp. 321-327 (1973).
18. Asiodu P. -"Engineers and Industrialization in Developing Countries" Proceedings of 1975 World Congress of Engineering Education, ASEE; Washington D.C. (1975).

## **ANNEXE**

### **MISE AU POINT D'APPLICATION DE MICROPROCESSEURS AU NIVEAU NATIONAL**

#### **A. Contrôle du processus industriel**

Il s'agit là d'un domaine très vaste couvrant entre autre l'expérimentation, le contrôle de la qualité des matériaux, le suivi des composantes et des produits finis montés, l'automatisation du processus de fabrication technique au niveau de l'usine et l'expérimentation des assemblages et des produits. Les applications appropriées de la technologie des micro-ordinateurs permettent d'être économiquement plus compétitifs et d'améliorer la qualité du produit.

Il existe de nombreux exemples d'applications.

Il apparaît nécessaire de surveiller et de corriger la quantité de carbone, d'azote, de soufre et des autres éléments dans chaque fournée de fer ou d'acier produit alors que le métal est encore en fusion. Les équipements disponibles actuellement pour assurer un contrôle précis de la qualité de l'acier produit dans la fonderie des pays développés sont chers et difficiles à utiliser. Toutefois, il est possible de mettre au point un système plus simple à base de microprocesseurs qui utiliserait des techniques légèrement moins précises mais permettant quand même de répondre aux besoins des pays disposant de fonderies de fer.

Dans les pays en développement, le taux de rejet des circuits imprimés constitue un problème dans la fabrication de produits électroniques mais les équipements de contrôle actuellement disponibles sont chers et leur entretien est coûteux. La solution consisterait à avoir un grand nombre de techniciens spécialisés pour surveiller et réparer les circuits imprimés. Des appareils de contrôle fonctionnels à microprocesseurs et coûtant un tiers du prix des appareils de contrôle paramétrique ont été mis au point et pourraient s'adapter à la situation des pays en développement.

Quel que soit le procédé industriel, chimique ou biochimique utilisé, le microprocesseur permet de réaliser un contrôle plus pointu et plus continu

(par rapport au processus faisant appel à une surveillance et à un contrôle humains). Ce faisant, il contribue à une optimisation locale du processus à divers niveaux et à divers endroits et à terme à la réalisation de rendements totaux beaucoup plus élevés.

## **B. Energie**

Systèmes solaire, éolien, hydraulique et calorifique basés sur l'utilisation des déchets. L'application du microprocesseur à ce domaine couvre la surveillance de l'efficacité des systèmes ainsi que la surveillance météorologique en vue d'une estimation de l'énergie d'appoint nécessaire, avant qu'on en ait effectivement besoin. Ces systèmes de production d'énergie ainsi que d'autres systèmes du même type souvent utilisés au niveau villageois dans les pays en développement se prêtent à plusieurs applications des microprocesseurs :

a) Par exemple les systèmes de groupes électrogènes individuels utilisant l'énergie éolienne ou hydraulique ou la chaleur produite par les déchets, etc. ne sont généralement capables de fournir de l'énergie qu'à temps partiel ou sur la base d'une charge partielle, et de l'énergie produite par une station centrale d'où la nécessité d'être fréquemment branchés et débranchés et constamment surveillés par un personnel qualifié. Les microprocesseurs permettent de synchroniser le voltage et la phase avec la station génératrice centrale en vue d'une transition sans interruption entre l'énergie locale et centrale, de la bonne répartition de charges partielles à chaque système et l'injection automatique d'énergie dans le réseau local;

b) Les petits groupes électrogènes villageois ne disposent pas de branchement partagé en pointe d'émission sur le réseau électrique et doivent par conséquent avoir soit une grande réserve de rotation pour faire face aux pointes d'émission à court terme, système anti-économique qui revient cher ou souffrir de fréquentes mises en veilleuse ou d'interruption à chaque sollicitation du système par une charge maximale et inattendue. Un système à base de micro-processeur peut permettre de contrôler les charges à chaque emplacement, de les distribuer et de couper l'électricité aux utilisateurs non essentiels sur la base des priorités;

c) La production d'énergie électrique fait appel à l'utilisation de moteurs de combustion interne ou externe dont l'efficacité est inférieure à

35%; les deux tiers de l'énergie sont injectés dans l'atmosphère sous forme de chaleur perdue. Les systèmes à base de microprocesseurs pourraient récupérer, contrôler et distribuer cette énergie aux fins d'utilisation;

d) **Moulins à vent** : les microprocesseurs peuvent être utilisés pour contrôler l'angle du rotor en fonction des changements de direction du vent et accroître de manière sensible l'efficacité de la production énergétique.

**Combustibles fossiles** : la consommation et l'efficacité des combustibles constituent deux grands domaines de l'impact technologique. De nombreux systèmes à base de microprocesseurs permettent de surveiller les conditions et le contrôle du mélange de l'essence en vue de son utilisation efficace par l'automobile; et de l'utilisation de combustibles de qualité inférieure par l'automobile, etc.. Des systèmes très avancés utilisant des microprocesseurs permettent de surveiller et de contrôler les pipelines et d'autres systèmes de distribution. La surveillance et le contrôle des moteurs en vue d'accroître l'efficacité du combustible constituent également une application importante de la technologie des microprocesseurs.

**Energie nucléaire** : les questions de sécurité constituent la principale préoccupation des chercheurs en ce qui concerne la technologie nucléaire. La technologie des microprocesseurs peut être appliquée à l'utilisation de dispositifs de protection à sûreté absolue. Cela signifie qu'avec un nombre plus réduit de personnel qualifié on peut garantir un niveau approprié de sécurité.

### **C. Systèmes et moyens de transport**

Les applications générales à ce secteur couvrent la surveillance de l'efficacité et de la consommation des combustibles ainsi que le suivi et le contrôle des systèmes de voie ferrée et la surveillance des systèmes aéroportuaires. On trouvera ci-dessous un certain nombre d'exemples pertinents :

a) Les trains souffrent de l'inefficacité et des dégâts causés par les différences des tractions d'accélération et de freinage des différentes roues. L'utilisation des microprocesseurs pour recueillir l'information pertinente sur la traction dont sont l'objet les divers essieux peut résoudre ces problèmes.

b) Les chauffeurs nouvellement formés ont l'habitude de faire des accidents y compris en heurtant des murs avec leurs camions dans le cadre de manoeuvres effectuées en marche arrière ou en faisant culbuter leur tracteur par dessus les falaises, etc.. Des moyens de signalisation pourraient être mis au point pour les prévenir de ces dangers imminents.

c) Les risques liés au transport par voies d'eau et à la pêche peuvent être atténués en dotant les bateaux de calculateurs de profondeur capables de déterminer les variations de profondeur de l'eau.

#### **D. Produits utilisables dans les secteurs de l'agriculture, de la production laitière et de la transformation des produits alimentaires**

Les microprocesseurs sont utilisés pour le contrôle de l'irrigation en pluie, pour régler le minutage et le débit de l'eau et pour contrôler les roues des systèmes mobiles pour qu'ils puissent arroser de manière uniforme une zone préalablement programmée.

Le ramassage, la manutention, la pasteurisation et le stockage du lait requièrent un personnel qualifié en vue de la production d'un lait sain garanti et de haute qualité avec un faible taux de contamination. Les pays en développement continuent à souffrir d'un manque de personnel qualifié. Ce problème peut être résolu par l'utilisation des microprocesseurs dans plusieurs étapes de la transformation laitière d'un système de pasteurisation. Toutes les fonctions, y compris le système de nettoyage et de désinfection peuvent être contrôlées par microprocesseur. Quoique disponibles aux Etats-Unis, ce type de gestion automatique n'incorpore pas la technologie de microprocesseurs et n'est pas approprié dans sa forme actuelle pour les pays en développement.

Les microprocesseurs peuvent également être utilisés à des tâches de surveillance et de contrôle de la traite. Parmi les technologies disponibles actuellement figurent :

a) Les capteurs de câbles utilisés pour contrôler la tiédeur de l'eau sur la mamelle en vue d'accroître la production laitière;

b) Les capteurs permettant de mesurer la quantité et l'onctuosité du lait au moment de la traite de la vache et également au moment de la commercialisation.

Prévention de la contamination pendant le stockage des produits alimentaires. La contamination est un problème qui se pose constamment avec le transport, le stockage et la transformation des céréales et des autres produits alimentaires et ce problème se pose en termes encore plus aigus dans les pays tropicaux.

Plusieurs exemples des applications possibles du microprocesseur dans ces importants domaines peuvent être cités :

a) Une haute teneur en eau des céréales peut provoquer leur pourriture et rendre leur traitement difficile, même s'il n'y a pas pourriture des produits. En utilisant un appareil de contrôle à microprocesseurs, la céréale peut être pré-évaluée pour déterminer sa teneur en eau et ce, même par un utilisateur non spécialisé. Les appareils de contrôle des céréales actuellement sur le marché sont difficiles à utiliser, chers et imprécis parce qu'ils ne prennent pas en considération toutes les variables qui interviennent;

b) Lorsque d'importantes quantités de céréales sont stockées, celles-ci sont fréquemment transférées d'une huche à l'autre pour lutter contre l'échauffement et la détérioration rapide du produit. Le processus de transfert provoque l'abrasion des céréales qui peut à son tour se traduire par l'avarie du produit. L'opération de transfert est généralement basée soit sur l'intuition de l'opérateur ou sur les relevés de températures pris à partir de câbles à thermocouples placés dans les céréales qui sont souvent imprécis. Un appareil de contrôle à base de microprocesseurs pourrait lire, stocker, comparer avec les relevés antérieurs et les variations ambiantes, et ensuite transférer automatiquement les céréales. Les avantages d'un tel système serait la réduction de l'usure et de la pourriture au minimum et une utilisation minimale d'énergie dans le transfert des céréales d'une huche à l'autre;

c) Les boîtes utilisées pour le stockage des produits alimentaires doivent être revêtues à l'intérieur d'une glaçure en plastique ou en émail. L'intégrité du revêtement doit être vérifiée avant que le récipient ne soit rempli en vue de prévenir les avaries. Des appareils de contrôle

automatique utilisant des microprocesseurs sont en cours de mise au point aux Etats-Unis. Un évaluateur d'email simple et facile à utiliser, contrôlé par microprocesseur apparaît nécessaire aux fins d'utilisation et fabrication possible dans les pays étrangers.

Surveillance et contrôle de la transformation et de la qualité des produits alimentaires. Des processus tels que la pasteurisation, la mise en boîte et la cuisson bénéficient déjà de la technologie des microprocesseurs. Des rendements meilleurs et de plus grande consistance sont obtenus. Des paramètres tels que la température, le minutage, l'humidité et la teneur en eau peuvent être surveillés et contrôlés de manière relativement simple. Ces progrès vont vraisemblablement jouer un rôle crucial dans l'application de certaines biotechnologies telles que les processus de fermentation.

Des appareils de contrôle peuvent également être mis au point pour déterminer la qualité des produits placés sur le marché (le lait a déjà été mentionné, la teneur en eau du riz est un autre paramètre) et également pour calculer les prix à payer.

Des systèmes de contrôle capables de surveiller les paramètres hydrauliques les plus importants dans les vivriers à poissons peuvent être utilisés pour accroître les rendements.

#### **E. Produits susceptibles de contribuer à l'amélioration des prestations des services médicaux et de santé**

L'automatisation de plusieurs fonctions sanitaires et médicales, déjà possible avec la technologie des microprocesseurs d'aujourd'hui, permet une utilisation plus efficace des personnels médicaux formés et de réaliser d'importantes économies sur les dépenses à effectuer. Elle permet de fournir des services de pointe même dans les zones où il y a pénurie de personnel qualifié. Parmi les domaines où l'utilisation de l'automatisation à base de microprocesseurs adaptés aux pays en développement est possible, figurent:

a) Le suivi et l'examen des patients. La détermination de la tension artérielle, de la respiration, de la température, du pouls par un capteur inséré dans une sonde simple; la surveillance cardiaque à partir de

petits appareils placés contre la poitrine, les analyses de sang et la surveillance du fœtus à partir d'ultrasons;

b) Le contrôle des équipements de maintien en vie et autre. Les appareils cardiorespiratoires; les respirateurs et les fauteuils roulants;

c) L'automatisation de l'équipement de laboratoire clinique. L'analyse du gaz sanguin, les paramètres hématologiques, la chimie du sang, les paramètres cardiaques. Amélioration de l'équipement de radiographie pour une meilleure interprétation des images radiographiques;

d) La mise au point d'appareils de correction auditive à prix abordable.

# **TECHNOLOGIES RURALES DE TRANSFORMATION ET DE STOCKAGE DES TUBERCULES ET CEREALES AFRICAINS**

## **I. INTRODUCTION**

Les principales cultures vivrières produites pour la consommation locale sont le mil et le sorgho au Soudan et dans les pays sahéliens, le maïs en Afrique de l'Est et en Afrique australe, le riz à Madagascar et dans certaines parties de l'Afrique de l'Ouest, les racines et les tubercules (le manioc, l'igname et les patates douces) dans la zone forestière de l'Afrique de l'Ouest et de l'Afrique centrale et les légumineuses (le niébé en particulier) dans toute l'Afrique. Les oléagineux les plus importants sont l'arachide et l'huile de palme.

L'importance de technologies appropriées et adaptées à la transformation et au stockage de toutes ces cultures vivrières africaines qui peuvent être classées en deux catégories - les tubercules et les céréales - est reconnue par les gouvernements africains. Cette prise de conscience se reflète dans le Plan d'action de Lagos et dans le Programme prioritaire pour le redressement économique de l'Afrique 1988-1990 qui mettent l'accent sur le fait que les lacunes de la recherche et l'obsolescence des techniques disponibles, y compris l'inadéquation de la diffusion de la technologie améliorée, constituent les principales causes de la baisse de la productivité du secteur agro-alimentaire en Afrique. A cette fin, les programmes de développement mis en place par les gouvernements africains devraient donner la priorité aux technologies de transformation et de stockage des produits alimentaires en Afrique.

Deux grandes parties caractérisent le présent manuel :

- a) La transformation et le stockage des racines et des tubercules dans les pays africains;
- b) Le retard technologique de l'Afrique et les technologies d'amélioration utilisables dans le stockage et la transformation des céréales.

## II. TRANSFORMATION ET STOCKAGE DES RACINES ET DES TUBERCULES DANS LES PAYS AFRICAINS

Les racines et les tubercules, le manioc, l'igname, le tarot, les patates douces et dans une moindre mesure, les pommes de terre sont des produits alimentaires importants en Afrique. En fait dans plusieurs communautés de cette région, ils représentent plus des deux tiers de la production totale d'aliments glucidiques et constituent les principales sources de calories de la population humaines<sup>1</sup>. Toutefois, parce que périssables, ces denrées sont sujettes à d'importantes pertes post-messiales qui empêchent l'optimisation de leur capacité à assurer la sécurité alimentaire des populations concernées. L'importance des pertes est fonction de la variété des racines et des tubercules, de l'étendue des dégâts qu'elles subissent, et des conditions et de la durée du stockage. Les pertes post-messiales relatives aux racines et aux tubercules sont parfaitement connues du paysan qui a mis au point plusieurs méthodes pour prévenir ou réduire leur incidence. Les efforts du paysan ne sont toutefois pas toujours couronnés de succès et le problème des récoltes perdues demeure une cruelle réalité.

Les pertes post-production de racines et de tubercules fraîches ont leur origine dans les dégâts mécaniques, les infections causées par les agents de la pourriture et l'infestation dues aux parasites. Les pertes causées par ces processus peuvent intervenir pendant toutes les étapes du système d'approvisionnement alimentaire, de la maturité de la plante à son transport et à son stockage en passant par sa récolte. L'importance des pertes associées à ces facteurs est fonction de la substance végétale en cause, les conditions environnementales qui prévalent et de la gestion du système d'approvisionnement alimentaire<sup>2</sup>.

Il a été admis que quand on y regarde de près, le concept de perte alimentaire des racines et des tuberculeuses est difficile à cerner. La valeur économique des racines et des tubercules fraîches est déterminée par le poids, ce qui confère une valeur certaine aux pertes d'eau, même si cette composante n'a pas de valeur réelle. Parallèlement à cela, d'autres pertes de poids telles que celles dues à la respiration sont attribuables à la perte de glucides qui ont une valeur tant alimentaire qu'économique.

Quel que soit le niveau où la perte post-messiale est déterminée, sa valeur sera spécifique par rapport au temps et à l'emplacement géographique.

Cette réalité s'explique par le fait que les pertes alimentaires sont une fonction de l'état de la substance, de l'environnement qui prévaut, de la nature et de l'intensité des organismes biodégénérants et de la gestion de la substance végétale. Aucun de ces facteurs n'est constant. Ce sont tous des facteurs dynamiques, sujets à des changements continus et en conséquence, les pertes végétales quelle que soit la manière dont elles sont déterminées sont toujours variables. Ceci peut être illustré par le stockage de l'igname. Certains ignames demeurent en état de dormance pendant environ trois mois, période au cours de laquelle les pertes de stockage sont faibles. Toutefois, l'infection des tubercules par des nématodes réduit considérablement le potentiel de stockage et entraîne des pertes élevées<sup>3</sup>.

Ainsi, le stockage et la transformation des racines et des tubercules en des produits plus durables constituent l'un des moyens permettant de réduire les pertes post-messiales de ces produits, outre leur utilisation sous des formes plus appropriées que celles de racines ou de tubercules fraîches :

#### **A. Stockage et transformation de certains des principales racines et tubercules**

Diverses méthodes et technologies traditionnelles ont été mis au point par les paysans africains pour transformer les racines et les tubercules en vue de prolonger la durée de leur conservation. Les produits les plus fréquemment transformés sont les cossettes séchées et la farine fabriquée à partir de ces produits et diverses farines fermentées ou torréfiées :

##### **1. Manioc**

###### **a) Méthodes de stockage**

Aucune technique de transformation n'a été mise au point pour la conservation du produit frais. La tubercule récoltée doit être utilisée dans les 48 heures en vue d'éviter une perte totale de qualité. Toutefois, dans les villages, les femmes emploient une méthode de conservation à court terme en gardant les tubercules dans des fosses peu profondes qui présentent un certain degré d'humidité. Ici, il faudrait une technologie appropriée et on pourrait s'inspirer de l'expérience de l'Inde<sup>4</sup>.

## b) Transformation du manioc

Le manioc est de toutes les racines et de toutes les tubercules, celle qui est la plus transformée. Ce phénomène est dû au manque total de conservabilité des racines fraîches et également au fait que la transformation, en particulier lorsque celle-ci implique la fermentation, permet de débarrasser la racine des glucosides cyanogéniques toxiques qu'elle contient\*.

Trois grandes catégories de manioc transformé s'observent : a) Les produits finis tels que le *gari* et le *gari-kpokpo*; b) Les aliments semi-transformés y, compris les farines fermentées, les cossettes et les farines sèches; c) Les produits séchés obtenus à partir de l'amidon extrait.

## c) Produits finis de manioc

### i) Le gari

Le gari est le produit du manioc le plus répandu parmi ceux fabriqués en Afrique, en particulier dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest. Au Nigéria, la majeure partie du manioc est transformée en gari en particulier dans les Etats de l'Ouest. Dans les Etats de l'Est, le produit le plus prisé est le gari-kpokpo. Au Ghana, le gari entre en compétition avec le maïs en tant qu'aliment de base en particulier dans les plaines côtières<sup>5</sup>.

L'intensification de l'urbanisation dans tous les pays a stimulé la consommation de gari. Pour plusieurs citadins, le gari constitue un aliment tout prêt qui peut être consommé comme plat principal ou comme casse-croûte en ajoutant du sucre et quelquefois du lait à de l'eau froide. Le gari consommé comme plat principal est tourné dans de l'eau chaude ou bouillante jusqu'à ce qu'il forme un pâte épaisse qui se mange avec diverses petites sauces. Le gari est souvent préparé avec des haricots, des huiles, des épices, du poisson et de la viande pour produire divers plats hautement nutritifs.

---

\* COOKE, R.D. (1979). *Enzymatic assay for determining the cyanide content of cassava and cassava products*. Cassava Information Centre CIAT, Cali, Colombie.

---

Le gari est un produit aigre, granulaire, gélatinisé qui se gonfle dans l'eau froide. Les tubercules les plus épluchées sont rapées et la farine fermentée pendant un à quatre jours dans des sacs en toile présurée entre des bâtons ou à l'aide de grandes pierres. La farine séchée est extraite des sacs, tamisée et torréfiée dans de grands plateaux en terre cuite ou en fer ouverts et constamment remuée jusqu'à la "garification" complète. Le produit fini est une fois de plus tamisé pour enlever les fibres et pour uniformiser la taille des granules. Le gari jaune est parfois produit en enduisant le plateau torréfié d'huile de palme rouge<sup>6</sup>.

Drainé à hauteur de 12,1% de teneur en eau pour la variété blanche et de 13,0% pour la variété jaune, le gari est un produit très stable qui peut être conservé pendant de très longtemps sans se gâter. Il constitue par conséquent un moyen d'accroître la conservabilité de la tubercule comme pour être hautement impérissable en vue de son utilisation dans l'alimentation de l'homme. Il contribue ainsi de manière notable aux efforts visant à prévenir les fortes pertes post-messiales observées chez les tubercules(6).

Il convient à ce titre d'envisager d'accroître sa production et d'améliorer sa qualité et sa teneur en nutriments en vue de fournir aux populations concernées une production alimentaire accrue présentant une haute valeur nutritive.

Le gari qu'on trouve sur le marché présente souvent une teneur en eau plus importante que celle indiquée ci-dessus, ce qui le prédispose à la moisissure. Dans une enquête menée à Ibadan au Nigéria, il a été constaté que le niveau de moisissure du gari blanc et du gari jaune entrant sur les marchés se situe respectivement en moyenne à 17,9 et 17,7%. Les expériences menées au National Product Research Institute du Nigéria ont montré qu'avec des niveaux aussi élevés d'humidité, la croissance de la moisissure se traduisait par une pourriture rapide des deux types de gari. Toutefois, lorsque le gari était conservé dans des sacs en jute, la teneur en moisissure avait tendance à baisser au fur et à mesure que le gari séchait et que sa teneur en eau se rapprochait du taux d'humidité de l'atmosphère. Lorsque le gari était conservé dans des sacs en polythène, la teneur en moisissure continuait à demeurer élevée et favorisait l'accroissement de la moisissure. Toutefois, lorsque le gari était séché à une teneur en eau de 10 à 11% avant la mise en

sac, le stockage dans les sacs en polythène donnait de meilleurs résultats que le stockage dans les sacs en jute (6).

La production de gari relève presque exclusivement de l'industrie artisanale. Elle est l'oeuvre de petits industriels qui utilisent les tubercules de manioc produites sur leur propre exploitation ou qui s'approvisionnent auprès des paysans. Les opérations de transformation sont pour la plupart encore effectuées manuellement. Récemment, des engins motorisés de râpage ou de moulure ont été introduits dans plusieurs pays pour remplacer les plaques perforées traditionnelles utilisées pour le râpage.

La préparation mécanisée du gari intéresse depuis fort longtemps les chercheurs et les industriels. Au Nigéria, plusieurs années de recherche se sont traduites par la mise en place d'usines pilotes de transformation du gari avec des capacités variant de 1 à 10 tonnes de gari en 24 heures. Sur la base des spécifications de ces usines, le Newell Dufor Engineering Group en Angleterre a mis au point une unité industrielle intégrée d'une capacité de 10 tonnes par jour dans laquelle les opérations manuelles ont été réduites au strict minimum (6).

Dans le système de Newell Dunford, le manioc est épluché par rotation, moulu en pulpe et fermenté pendant 24 heures dans des sacs en polythène tissé placés dans de grandes cuves. La farine fermentée est séchée au moyen d'une presse hydraulique et passée par un granulateur qui lui enlève également ses fibres. Les granules sont passées dans un tambour tournant où elles sont cuisinées par la chaleur directement produite par un brûleur à pétrole. Du brûleur, le gari est transféré vers un séchoir à tambour rotatif dans lequel il est séché par un courant d'air chaud jusqu'à 11 à 12% de teneur en eau<sup>7</sup>.

Du séchoir, le gari passe par un séparateur où il est tamisé en granules en de petite et de grande tailles. Les petites granules sont moulues à la taille granulaire requise et emballées dans les sacs de polythène pour la vente. La fraction composée de grands grains est quant à elle vendue aux petites industries de transformation villageoises pour traitement supplémentaire.

La mécanisation de la production du gari est souhaitable et devrait être encouragée puisqu'elle offre la possibilité d'accroître la production du gari qui constitue indubitablement le produit du manioc le plus prisé et le plus

consommé. La mécanisation de la production requiert l'approvisionnement en grande quantité de la matière première à tout moment et contribue à réduire la nécessité de conserver le manioc dans le sol. A ce titre, elle prévient les pertes susceptibles de se produire lorsque les tubercules extraites du sol ne sont pas immédiatement utilisées. La production à grande échelle de gari ainsi réalisée se traduira par conséquent par une réduction substantielle des pertes enregistrées dans la production de cette plante et mettra à la disposition des consommateurs des approvisionnements accrus en produits alimentaires. La mécanisation permettra également de conférer une bonne qualité au produit et d'améliorer sa teneur en protéines, en vitamines et en minéraux.

La production mécanisée du gari ne pourra toutefois être praticable que lorsque la matière première sera disponible en quantité adéquate et à des prix raisonnables. Cette exigence ne peut être satisfaite que si l'usine de traitement produit son propre manioc à un coût permettant d'obtenir des marges bénéficiaires raisonnables ou si elle s'approvisionne en manioc auprès du paysan à des prix rémunérateurs pour celui-ci sans compromettre le fonctionnement de l'usine.

L'accroissement de la production à un coût plus modeste devrait permettre de résoudre le problème. A cette fin, des variétés à haut rendement résistantes aux parasites et aux maladies devraient être introduites, parallèlement à des pratiques agronomiques améliorées. Les industries de transformation pourraient en fait agir comme catalyseur dans le processus de l'accroissement de la production en fournissant en même temps l'encadrement nécessaire pour aider les paysans à produire plus et en créant pour ceux-ci des marchés capables d'absorber leur production.

## ii) Le gari Kpokpo

Le gari kpokpo est produit dans la partie Est du Nigéria essentiellement par les populations Etsikiri. Les tubercules de manioc épluchés sont trempés dans l'eau pendant un jour et rapés. La pâte rapée est lavée à l'eau, séchée et grillée dans un plateau ouvert et transformée en grandes granules dures. Le gari kpokpo est trempé dans l'eau pour adoucir la pâte avant d'être consommé avec une sauce<sup>a</sup>.

### iii) La farine de manioc semi-traitée

Plusieurs produits alimentaires sont préparés à partir du manioc semi-fini, qu'il s'agisse de la farine ou bien de la pâte, que celles-ci soient fermentées ou non fermentées.

Au Ghana, les tubercules de manioc épluchés sont lavés, rapés et transformés en farine et consommés frais ou fermentés. La fermentation s'effectue dans des sacs ou dans des paniers, de la même manière que se fait la préparation du gari.

La farine fermentée ou non fermentée est vendue au marché dans des paniers ou sous forme de boulettes non couvertes (7).

La farine fraîche peut être transformée en boulette et cuite dans une friteuse ou façonnée autrement et cuite sous forme de biscuits. Elle peut également être cuite en pâte épaisse et consommée avec une sauce.

La farine fermentée est généralement transformée par cuisson en une pâte épaisse connue sous le nom de fufu est consommée avec une soupe ou avec d'autres types de plats. Elle peut également être tamisée, assaisonnée avec du sel et cuite à la vapeur pour faire du "yakehake," plat très apprécié des Ewes au Ghana et au Togo fabriqué avec de la farine de maïs fermentée et l'"akple". La farine de manioc utilisée pour préparer l'akple est généralement réduite en poudre et mélangée à la pâte de maïs. Le mélange, souvent imprégné de morceaux moulus de manioc moisi, est transformé par cuisson en une pâte épaisse est servi avec une sauce ou une soupe. Au Cameroun, au Nigéria et en Sierra Leone, on fait généralement fermenter les tubercules de manioc en les mettant dans des sacs et en les laissant dans l'eau pendant quelques jours. Les tubercules s'amollissent et sont ensuite pilés ou rapés après avoir été retirés de l'eau. La farine obtenue permet de préparer plusieurs types de produits (8).

### iv) Bobolo et niondo (Cameroun)

Le bobolo et le niondo sont des produits du manioc très prisés au Cameroun. Il s'agit en fait du même produit, la seule différence étant que le bobolo se présente en morceaux plus grands. Après le pilage des tubercules de manioc fermentés, la pâte obtenue est attachée dans des feuilles et cuite. Le

produit peut être consommé tout seul ou avec une sauce. Il est réputé pouvoir être conservé pendant très longtemps et utilisé comme provision dans les longs voyages. Le bobolo et le niondo sont généralement vendus sur les marchés locaux et exportés vers le Gabon voisin.

v) Le kumkum ou le kuskus

Le kumkum ou kuskus est une farine de manioc faite à partir de la tubercule fermentée. Dans la préparation de ce produit, la tubercule fermentée peut être rapée ou tout simplement découpée en morceaux. Après le râpage, la pâte est transformée en boulettes et séchée dans un bol ou sur un support à lames placé au-dessus d'un feu doux. En séchant, les boulettes deviennent foncées à l'extérieur sous l'effet de la fumée produite par le feu. Les boulettes séchées sont conservées jusqu'au moment voulu, ou elles sont pilées ou transformées par broyage en une farine d'aspect brunâtre.

Les morceaux de tubercules fermentées sont généralement séchés au soleil et transformés par broyage plus tard en une farine d'apparence blanche.

Le kumkum se conserve bien dans des sacs et dans d'autres types de récipients. Il est vendu sur les marchés soit sous forme de boulettes séchées soit sous forme de farine. Il est consommé avec une sauce après transformation par cuisson en une pâte épaisse (8).

vi) Le Foufou

Dans la préparation du foufou, les tubercules de manioc fermentés dans l'eau sont pilés ou rapés puis transformés en une pâte molle et attachée dans des sacs en toile ou placés dans des paniers tapissés de feuilles. Les paniers sont couverts de feuilles et attachés avec des cordes pour maintenir la couverture ou les feuilles à leur place. L'eau présente dans la pâte est extraite en mettant de grande pierre sur les sacs ou sur les paniers pendant quelques jours. Au cours de cette période, la transformation subie par la pâte s'intensifie et le foufou est ensuite vendu au marché par paniers entiers ou sous forme de petites boulettes.

Avant sa consommation, le foufou est encore une fois pilé, transformé en bouillie et passé au travers d'un tamis. La substance recueillie à travers le

tamis est transformée par cuisson en une pâte épaisse et consommée avec une sauce.

vi) Farine de manioc et cossettes séchées débitées en morceaux

Le manioc séché et débité en morceaux est produit dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest. Il est préparé en débitant ou en coupant la tubercule en morceaux et en séchant les morceaux au soleil. Les morceaux de manioc séchés sont connus sous le nom de "kokonté" au Ghana "lafuno" au Nigéria et "etho" ou "dombe" en Sierra Leone et "njambo" en Gambie. Lorsque c'est le type de manioc amer qui est utilisé pour faire le produit, la tubercule est généralement trempée dans l'eau pendant un jour avant d'être débitée en morceaux, ou bien, les morceaux au lieu de la tubercule entière, sont plongés dans l'eau avant le séchage du produit. Le trempage permet la réduction de l'acide cyanhydrique et se réalise en combinant un processus de trempage des morceaux de manioc de 15 minutes suivi d'une opération d'ébouillantage de deux minutes.

Le séchage des morceaux de manioc s'effectue sur n'importe quelle surface suffisamment plate pour qu'ils puissent être directement exposés au soleil. Le séchage sur les toits ou au bord des routes est par conséquent très pratiqué. Compte tenu de la saison, le séchage peut prendre jusqu'à 20 jours. Au cours du processus de séchage, il y a fermentation et infestation à grande échelle du produit par la moisissure, ce qui se traduit par une décoloration des morceaux. Parmi les types de moisissure identifiée sur les morceaux de manioc séchés figurent les espèces Aspergillus, Mucor, Pénicillium et Rhizopus. La moisissure et l'acidification qui interviennent au cours du processus de séchage donnent aux morceaux de manioc séchés et à la farine fabriquée à partir de ces morceaux un goût caractéristique qui est très prisé au Ghana.

En Sierra Leone, les cossettes de manioc sont parfois bouillies avant d'être séchées pour obtenir un produit dur appelé "Kondogbala". Les morceaux sont vendus sous cette forme et peuvent être conservés pendant très longtemps. Aux fins de la consommation, les cossettes de manioc sont reconstitués par ébullition et servies avec une sauce<sup>9</sup>.

Lorsqu'on réduit leur teneur en eau à moins de 12% par séchage, les morceaux de manioc séchés peuvent être conservés pendant très longtemps sans se gâter. Toutefois, ils peuvent être sérieusement endommagés par les attaques d'insectes, en particulier celles de Sitophilus Zea Maïs, Triboleum Castaneum, Ardecerus Fasciculatus et Rizopertha Dominica. L'infestation commence toujours au cours du processus de séchage, en particulier lorsque le processus de séchage dure longtemps (9).

Au Ghana, une méthode améliorée de préparation de cossettes de manioc de bonne qualité (kikonté) a été mise au point par Jarmai (1986). Les cossettes de manioc sont séchées au soleil pendant deux jours puis au four à une teneur en eau de 12,5% et en ramenant le temps de séchage de trois semaines à deux jours, l'infestation par les insectes est évitée et on prévient en même temps d'importantes pertes en poids et en qualité (9).

Les cossettes de manioc séché sont transformées en farine en les pilant tout d'abord dans un mortier et en les écrasant entre des pierres ou en les broyant dans un moulin à maïs. La farine se conserve bien pendant plusieurs mois mais compte tenu des conditions de stockage, elle peut être attaquée par la moisissure et par une vaste gamme d'insectes dont le plus important est Triboleme castaneum (9).

La farine de manioc s'ajuste pendant une certaine période à l'humidité de l'environnement. La farine conservée à 6,7% d'humidité absorbait 5% d'humidité de plus en six mois lorsqu'elle était emballée dans des sacs en toile de jute et seulement 1,2% de plus dans les sacs de jute revêtus de polythène (9).

La farine de manioc est transformée par cuisson en une pâte épaisse qui est consommée avec une sauce.

Il existe un produit instantané précuit reconstituable en fofou qui constitue une amélioration par rapport à la farine de manioc fabriquée à partir de cossettes séchées; il s'agit d'un aliment épais semblable à de la pâte et similaire au produit fabriqué à partir de la farine de cossettes séchées. Une méthode de préparation de farine de manioc instantanée basée sur le procédé décrit par Jarmai et Montford (1968) pour la préparation de la farine d'igname instantanée a été mise au point par Christian (1972). La méthode se fonde sur la cuisson des tubercules sous forme de tranches qui sont

ensuite réduites en purée, puis séchées dans un séchoir installé dans une hutte jusqu'à ce que leur teneur en eau tombe à 8% et finalement moulus et tamisés. Les granules du produit sont ensuite emballées dans des sacs en polythène. Les granules de fufou instantané produites par ce processus peuvent être reconstituées avec de l'eau froide ou bouillante et transformées en un fufou acceptable <sup>10</sup>.

d) Produits du manioc fournis par les extraits d'amidon (10)

i) L'amidon

L'amidon est extrait des tubercules de manioc selon un procédé simple très largement utilisé. La tubercule est lavée, épluchée et rapée ou broyée dans un moulin à maïs et transformée en pulpe celle-ci est ensuite mélangée à de l'eau et vigoureusement remuée avant l'évacuation de l'eau par le biais d'un morceau de tissu dans un récipient de décantation. La pulpe sur le morceau de tissu est ensuite rincée avec de l'eau pour extraire autant d'amidon que possible. On laisse ensuite l'amidon se déposer dans le récipient et le liquide surnageant se décanter. Pour le purifier, l'amidon est remué avec de l'eau après quoi on le laisse se déposer une fois de plus. Cette opération peut se répéter plusieurs fois. L'amidon purifié est séché et utilisé pour préparer plusieurs produits de type alimentaire et non alimentaire.

ii) Le tapioca

Le tapioca est le principal produit alimentaire préparé à partir de l'amidon du manioc. Il est composé d'agrégat irrégulier d'amidon gélatinisé. Dans la préparation du tapioca, de l'amidon partiellement séché et pulvérisé en petites particules est chauffé dans une poêle plate ou dans une marmite en terre cuite enduite de graisse jusqu'à ce que ces substances se gélatinisent et forment les morceaux irréguliers. La masse ainsi obtenue est constamment remuée pour éviter qu'elle ne brûle. Le tapioca est produit à petite échelle dans tous les pays de l'Afrique de l'Ouest.

Le tapioca est réputé être résistant aux attaques des insectes et présente ainsi peu de problèmes de stockage. Il est stocké dans divers types de récipients.

Trempé dans l'eau froide et adouci par un apport de sucre et de lait, le tapioca est souvent consommé comme casse-croûte. Il peut également être

consommé sous forme de bouillie pour le petit déjeuner et transformé en pudding pour le dessert.

## 2. L'igname

### a) Conservation des tubercules d'igname

Dans la conservation de l'igname, on rencontre trois types de phénomènes qui sont difficiles à contrôler. Il s'agit des pertes considérables dues à la déshydratation, de la pourriture, en particulier sous l'action du champignon Pénicillium ocalicum et de la germination de la tubercule après sa période de dormance<sup>11</sup>.

En vue de limiter l'effet de ces phénomènes, on peut faire appel à plusieurs méthodes de conservation sans qu'aucune d'elles ne soit entièrement satisfaisante<sup>12</sup>.

#### i) Les grillages

Les grillages sont fabriqués avec les piquets et des pièces transversales comme pour une haie et peuvent atteindre deux mètres de haut. Les tubercules sont accrochées comme des perles et séparées les unes des autres. Sur chaque piquet, 10 à 12 tubercules peuvent être attachées. Une ombre légère est fournie par les palmiers en vue d'éviter une trop forte insolation. Les ignames conservées sur les grillages peuvent durer au moins six mois parce qu'il s'agit souvent de variétés de maturité tardive.

Cette méthode permet d'éviter de mettre les tubercules en tas. Elle contribue de manière notable à éviter les dégâts causés par le pourrissement. Le système des grillages est pratiqué dans les régions du centre et de l'Est en particulier.

#### ii) Les fosses

Les tubercules sont enterrées dans une fosse couverte de terre ou de paille et protégée par des branches disposées en barbelés. Cette méthode est exclusivement utilisée dans les régions du Nord. Dans les autres cas, les tubercules sont conservées en tas et la récolte empilée jusqu'à la fin de la saison de dormance.

### iii) Les palettes

Les tubercules sont carrément empilées sur le sol sous un abri grossier fait de paille. La palette a la forme d'un prisme ou d'un cône. La forme prismatique se réalise avec deux supports en fourche et une pièce transversale sur laquelle les tiges de mil et de sorgho sont empilées. Le cône est plus simple et les tiges sont placées autour d'un arbre mort.

### iv) Hangar de séchage du maïs

Les hangars de séchage utilisés donnent suffisamment d'ombre et une bonne ventilation. L'emploi des méthodes décrites ci-dessus implique certains types d'intervention (ébourgeonnage, triage des tubercules pourries); le produit conservé peut durer jusqu'à juin (c'est-à-dire jusqu'à six mois).

### Méthodes modernes

**Frigorification à 15°C :** Les tubercules sont conservées dans des pièces frigorifiées munies d'étagères pour permettre une meilleure supervision. Le trempage préalable des tubercules pendant 10 minutes dans une solution fongicide (Thabendazole-2500) réduit les pertes dues à la décomposition.

### Processus de séchage : traitement des tubercules à 35°C

**Irradiation :** Le traitement à 8 krad inhibe la germination.

Toutes ces techniques modernes en sont à leur phase expérimentale et n'ont pas encore été utilisées à grande échelle.

### b) Traitement de l'igname

L'igname est consommée surtout sous forme de morceaux bouillies ou sous-forme de fofou, pâte gluante fabriquée en pilant des morceaux d'igname bouillie dans un mortier. Les seuls produits d'igname transformée ayant une quelconque importance sont les morceaux d'igname séchée et la farine fabriquée à partir de ceux-ci. Les morceaux d'igname séchée sont produits au Cameroun où ils sont désignés par l'appellation 'gulin', au Nigéria où on les appelle 'elubo' et au Ghana où ils portent le nom de 'kokonte'. Au Cameroun où ils sont généralement pré-bouillis avant d'être séchés, ils sont

parfois consommés après avoir été trempés dans de l'eau pendant la nuit et cuisinés. Comme au Nigéria et au Ghana, ils sont également moulus ou transformés en farine avant d'être transformés en une pâte épaisse par cuisson et servis avec une sauce. Au Nigéria, la farine d'igname est très prisée, en particulier dans l'ouest où, dans les Etats d'Oyo et Ogun, 20 à 25% de d'igname récoltée est débitée en petits morceaux séchés. La farine d'igname est communément désignée par l'appellation 'amala' <sup>13</sup>.

### c) Morceaux d'igname séchée et farine d'igname

Dans la préparation des petits morceaux d'igname séchée, les tubercules sont lavées, épluchées débitées en morceau dans le sens de la longueur, et séchées au soleil ou à l'air jusqu'à ce que leur teneur en eau tombe à environ 15%. Souvent, les morceaux d'igname sont prébouillis dans des tonneaux avant d'être séchés à l'air ou au soleil.

Les ignames séchées sont préparées au niveau de l'exploitation agricole. Au Nigéria elles sont conservées dans des silos de forme circulaire ou aux murs en torchis avant d'être emballées dans des sacs en jute et vendues à des commerçants qui les conservent pour les vendre ultérieurement sur les marchés urbains. Dans les marchés, ces petits morceaux d'igname séchée deviennent fortement infestés par les insectes et pourrissent rapidement.

Une enquête menée sur les marchés d'Ibadan révèle que les ignames nouvellement séchées arrivent sur les marchés en octobre indemnes de toute infestation. Peu de temps après, elles sont l'objet d'une infestation croisée provenant des autres produits stockés avec eux. L'infestation se développe et atteint un niveau élevé en août, entraînant d'importantes pertes de poids (13).

Les principaux parasites qui s'attaquent aux morceaux d'igname séchée sont Dinoderus porcellus et Sitophilus zeamais. Ils s'associent à Tribolium castaneum et à Areocera fasciculatus qui envahit l'igname séchée après que les grands insectes nuisibles aient recommencé à endommager le produit.

La farine d'igname n'est généralement pas conservée pendant longtemps. L'infestation due aux insectes n'est par conséquent pas sérieuse. Elle peut être conservée dans des récipients étanches ou dans des sacs en plastique pour prévenir l'infestation due aux insectes ou l'accroissement de l'humidité.

### 3. Transformation du taro

#### a) Cossettes de taro séché et farine de taro

Les cossettes de taro sont séchées et broyées ou transformées en farine. La farine de taro est, à l'instar des farines fabriquées à partir d'autres racines et tubercules, transformée par cuisson en une pâte épaisse et servie avec différentes sauces.

Pour préparer les petits morceaux de taro séché, les tubercules sont lavés et épluchés puis débités en morceaux qui sont séchés au soleil. Les cossettes de taro séché ne sont pas consommées à grande échelle puisque les aliments préparés à partir de leur farine sont considérés être nettement inférieurs sur le plan de la qualité à la tubercule bouillie ou au fufufu fabriqué à partir de celle-ci. La farine de cossettes de taro se conserve toutefois très bien et est réputée être résistante aux attaques des insectes. Rawnsley, (1969) a suggéré que Triboleum castaneum évite tout contact avec la farine de taro à cause de son effet répulsif (13).

#### 4. Transformation des patates douces et de la pomme de terre

Il n'existe pas beaucoup de sous-produits traditionnellement transformés de la patate douce et de la pomme de terre. Les tubercules sont presque toujours consommés bouillis, frites ou grillés. Au Cameroun, la tubercule épluchée de patate douce est parfois débitée en morceaux, précuite et séchée au soleil. Les petits morceaux séchés sont consommés sous forme de biscuits ou de sucreries.

### B. Conclusions et recommandations

La transformation des racines et des tubercules en produits stables capables d'être conservés sans se dégrader pendant longtemps devrait être le moyen principal de la conservation de ces aliments et de la réduction des pertes post-messiales. La transformation réduit ces aliments encombrants en produits plus manipulables, plus facilement transportables et moins sujets aux effets nocifs de l'environnement. La mise au point des produits de transformation tels que le gari, les petits morceaux séchés et les farines fabriquées à partir de ceux-ci, les préparations de farine instantanée et les

aliments fermentés devrait être accentuée et la qualité et la teneur en nutriment de ces produits améliorées. Des programmes de recherche-développement devraient être lancés sur la transformation et la conservation de ces produits dans autant de pays que possible. Etant donné que la majeure partie de la transformation de ces aliments s'effectue dans le cadre d'industries artisanales, le problème de ces industries devrait être couvert de manière exhaustive dans toute étude, enquête et activité de recherche entreprises en vue d'améliorer les industries alimentaires africaines.

La présente étude n'a pas l'ambition de présenter une liste exhaustive des produits et des technologies utilisés dans la transformation des racines et des tubercules en Afrique de l'Ouest. Il existe plusieurs autres variantes des méthodes analysées, de même que certaines nouvelles méthodes qui n'ont pas du tout été présentées ici.

Les principes de la transformation des racines et des tubercules demeurent toutefois les mêmes. Il s'agit :

- a) De la sélection de matières premières de bonne qualité et en bon état;
- b) D'un lavage, d'un épluchage et d'un broyage appropriés;
- c) De l'utilisation pour le processus de la fermentation de sacs propres (lorsque ce processus s'avère nécessaire);
- d) D'un processus de séchage des racines et des tubercules ou de leurs produits aussi court que possible, dans les limites de température prescrites, puisqu'une température trop élevée se traduit par la surchauffe, et le brûlage du produit;
- e) D'une teneur en eau maximale de 10 à 11%, faute de quoi la moisissure et les insectes vont s'attaquer au produit. Cette exigence peut être satisfaite en utilisant comme emballage des sacs en polythène qui empêcheront le produit d'absorber un surcroît d'humidité atmosphérique, en particulier au cours de la saison des pluies (5).

### III. CONSERVATION ET TRANSFORMATION DES CEREALES DANS LES PAYS AFRICAINS

Les principales céréales produites en Afrique sont le maïs, le riz, le sorgho et les mils qui peuvent subir divers types de traitements avant d'arriver au consommateur <sup>14</sup>. Quel que soit la voie empruntée par ces céréales entre le producteur et le consommateur, il est inévitable qu'elles soient parfois stockées ou transformées à un à plusieurs points de ce processus. La voie la plus simple et la situation la plus fréquente correspondent à celles où le paysan africain conserve ou transforme ses céréales au niveau de l'exploitation pour sa propre consommation. L'application de la technologie mise au point en exploitation pour l'amélioration de la conservation de céréales et les conditions de transformation des céréales sont examinées ci-dessous.

#### A. Techniques de conservation des céréales

La conservation des céréales constitue un problème important depuis le temps où l'homme a appris à cultiver puisque la production agricole est saisonnière et la demande en produits appropriés est constante en Afrique. Il existe de nombreuses voies par lesquelles les techniques traditionnelles de conservation des céréales peuvent être potentiellement améliorées par l'introduction de technique et de matériaux nouveaux adaptés.

##### 1. Conservation du maïs dans les zones humides et sèches

Le maïs est l'une des cultures les plus importantes parmi celles pratiquées dans les zones humides. Les systèmes traditionnels de conservation du produit varient notamment en fonction des objectifs de subsistance ou de rente partiellement ou totalement poursuivis. La taille de l'entreprise est également importante puisque les très petits producteurs consomment une bonne partie de leurs produits sous forme de maïs vert et utilisent divers moyens pour le conserver (par exemple dans les arbres et sous les toits des habitations familiales).

Dans les zones humides de l'Afrique de l'Ouest, le maïs se cultive principalement au cours de la grande saison des pluies et mûrit entre juillet et août. Les paysans sont conscients du fait qu'en dépit d'un niveau d'humidité très élevé à ce moment là, le maïs va de toute façon perdre de

manière constante une partie de sa teneur en eau qui s'élève à 35% au moment de la maturité. Après environ quatre à six semaines, le niveau d'humidité de la plante tombera autour de 20%. La céréale peut être conservée plus longtemps sur le champ mais avec le début des petites pluies vers le mois de septembre, les pertes enregistrées sur le champ du fait de l'action des rongeurs, des dégâts causés par le vent, etc. deviennent excessives et le paysan récolte alors la culture et la place avec la balle dans une structure ventilée de type traditionnel <sup>15</sup>.

Des enquêtes ont révélé que si le paysan récolte son maïs immédiatement après la maturité à 35% de teneur en eau, le décortique et la garde en un lieu relativement étroit pour une bonne ventilation, le produit va sécher de la même manière que sur le champ, sans formation de moisissure. Cela signifie qu'il peut éviter les pertes qui menacent la plante sur le champ et, chose plus importante encore, peut utiliser le même lopin de terre pour produire une autre culture au cours des petites pluies.

Du point de vue de la rapidité, du coût, de la simplicité, et de la disponibilité des matériaux, cette structure est facilement acceptable. Des résistances à l'égard du concept de la structure rectangulaire par rapport à la structure circulaire traditionnelle ont été rencontrées. Bien qu'une quantité plus importante de matériaux soit requise pour construire plusieurs petites structures traditionnelles circulaires capables de contenir le même volume d'épi qu'une structure rectangulaire, les enquêteurs sont en train d'être influencés par l'opinion publique et commencent à mettre le même accent sur les structures circulaires que sur les structure rectangulaires.

Quoique les problèmes d'acceptation de la structure traditionnelle modifiée n'aient pas tous été résolus, on a quand même réussi le pari important d'offrir aux paysans une innovation qu'ils peuvent facilement assimiler du point de vue de la technologie, de la disponibilité des matériaux, et des coûts. On aurait probablement pu arriver à ce résultat beaucoup plus vite si les enquêteurs avaient dès le départ associer les paysans à la mise au point de l'innovation technologique.

Dans les zones généralement associées au mode de pluviométrie mono-modale où une saison sèche distincte suit la maturité des cultures, le séchage de la culture constitue rarement un problème.

Les cultures céréalières prédominantes dans ces zones sont le sorgho et le mil qui sont traditionnellement conservés sur l'exploitation agricole sans battage, dans des structures traditionnelles disposant de murs solides en torchis.

Dans l'ensemble, les dégâts et les pertes causés par les insectes sont insignifiants pour la première partie de la période de conservation en raison des conditions favorables créées par la saison sèche. Avec le commencement de la nouvelle saison des pluies quelque cinq à six mois après la récolte, les dégâts causés par les mites commencent à être visibles.

Le stockage des cultures après le battage peut réduire l'importance des dégâts causés par les mites mais plusieurs de ces structures traditionnelles à murs en torchis ne présentent pas la solidité requise pour résister aux pressions supplémentaires imposées par les matériaux de plus forte densité.

Une structure dotée de murs plus solides constituerait une amélioration digne d'intérêt et plus spécialement si celle-ci est construite à l'épreuve de l'humidité, de l'air et des rats.

D'excellents exemples de silos améliorés de ce type peuvent être cités. Leur conception tourne presque exclusivement autour de l'utilisation d'un ou de plusieurs intrants achetés tels que le ciment, les treillis métalliques et la tôle galvanisée. Peu de ces innovations ont en général été adoptées, ce qui laisse entendre qu'une modification susceptible de les rapprocher des structures traditionnelles sur le plan de la spécification des matériaux et des coûts devrait être entreprise.

En fait, plusieurs des structures traditionnelles existantes se rapprochent déjà des spécifications idéales et encourager les paysans les moins avancés à adopter les techniques des paysans les mieux informés dans la région pourrait, à l'évidence constituer, un point de départ valable. Ces deux exemples montrent les leçons à tirer de l'expérience passée, en particulier la nécessité vitale de la participation du paysan et le caractère impératif de l'utilisation de techniques connues et de matériaux facilement accessibles dans l'amélioration de la conservation des céréales sur l'exploitation.

Cette méthode peut être lente à lancer au début mais plus rapidement payante dans le long terme que les techniques novatrices au départ inaccessibles et ingérables.

Dans le long terme, ce que nous recherchons vraiment c'est d'encourager l'adoption de systèmes à toutes épreuves le plus tôt possible. Nous ne devons pas négliger les belles innovations et nous devons assurément les proposer là où les paysans sont disposés à les adopter, et dans les situations où ils disposent des intrants nécessaires, ont les compétences appropriées pour construire et gérer les structures requises, et enfin partout où l'analyse des coûts-bénéfices sociaux démontre que ces innovations sont souhaitables<sup>16</sup>.

Toutefois, dans la vaste majorité des cas les améliorations qui paient le plus rapidement s'appuient sur le recours à des innovations déjà mises en pratique et sur leur perfectionnement avec la participation du paysan, en vue de la mise en place de systèmes mieux adaptés.

## 2. Conservation du mil, du sorgho et du riz

Le mil et le sorgho, comme les autres céréales en grains, sont conservés dans des structures de stockage fabriquées avec les matériaux locaux. Les structures de conservation varient d'une zone à l'autre et sont utilisées pour conserver toute la production du paysan. Généralement, ce sont des structures très rudimentaires où les conditions d'hygiène laissent réellement à désirer. Elles ne sont ni à l'épreuve des insectes ni à celles des rongeurs. Elles sont essentiellement utilisées à court terme, c'est-à-dire pour la conservation d'une récolte à l'autre, moment où elles sont complètement vidées de leur contenu<sup>17</sup>.

Certaines pratiques sont recommandées en vue de la protection des cultures après la récolte avant et pendant la conservation. Ces pratiques recommandées, si elles sont scrupuleusement respectées contribuent à prévenir les infestations des cultures après la récolte et à réduire de manière notable les pertes de produits enregistrées. Ces recommandations sont les suivantes :

- a) Conserver des grains secs;

- b) Conserver des grains dans des magasins ou dans des récipients à l'épreuve des rongeurs;
- c) Utiliser des magasins et des récipients propres pour la conservation des grains;
- d) Nettoyer les magasins et évacuer la saleté, les grains et les aliments du bétail pourris qui se sont accumulés dans le magasin et autour de celui-ci;
- e) Appliquer une poudre de protection ou pulvériser directement cette poudre sur les grains avant le stockage;
- f) Inspecter les magasins de temps en temps et faire immédiatement rapport à la station agricole pertinente la plus proche.

### 3. Adaptabilité de l'application de la technologie

La bonne conservation des grains fait appel à une application appropriée de la technologie et de la science pour répondre aux besoins structurels et fonctionnels de la conservation des céréales.

Les besoins structurels de la conservation des céréales se présentent comme suit <sup>18</sup> :

- a) Les fondations, les planchers, les murs, la charpente et l'armature devraient être suffisamment solides pour supporter la pression latérale et verticale exercée par le poids des céréales;
- b) Les toits et les planchers devraient être construits de sorte à prévenir l'intrusion de l'humidité et de l'eau de pluie;
- c) Les moyens de conservation du maïs et des grains tels que les silos doivent être conçus de sorte à contenir les grains sans perte et de sorte à permettre le traitement par fumigation. Les hangars à maïs devraient être ouverts pour permettre la libre circulation de l'air en vue de l'évacuation de l'humidité excédentaire;

Les besoins fonctionnels se présentent également comme suit :

- a) Evacuation de l'humidité ou création de conditions adéquates pour le séchage du produit à une teneur en eau appropriée, soit naturellement soit artificiellement;
- b) Protection du produit par rapport à la pluie et à l'eau souterraine;
- c) Protection du produit contre les insectes, les rongeurs et les oiseaux;
- d) Disponibilité d'un espace adéquat pour accueillir les céréales conservées;
- f) Faciliter la manipulation des céréales en vue d'une efficacité maximale dans le chargement, le déchargement et l'inspection du produit.

Sur la base de la technologie locale, les paysans ont entrepris la construction de leurs structures de conservation en tenant compte de ces recommandations. Toutefois, certaines lacunes dans la réalisation de ces objectifs se sont traduites par d'importantes pertes de produits :

Un nombre excessif de pieux est utilisés pour supporter les structures de conservation. La plate-forme des hangars est basse, ce qui permet aux rongeurs d'accéder facilement au maïs stocké. Souvent aucun mécanisme de protection contre les rongeurs n'est utilisé.

Le manque de structures de séchage artificiel appropriées force les paysans à faire le séchage au niveau du champ. Au cours de la période de séchage sur le champ, le maïs est infesté par les insectes qui s'introduisent par la suite dans la structure de conservation. En outre, en raison des pénuries de poudre et de fumigants insecticides, les céréales infestées ne sont pas traitées avant le stockage.

## B. Transformation des céréales

La transformation des cultures céréalières fait appel à l'utilisation d'unités opérationnelles telles que les stations de séchage, les stations de sélection de

semences, les minoteries, les usines d'aliments du bétail, les boulangeries industrielles, etc.. Cette transformation vise à assurer la conservation du produit de sorte qu'il puisse être directement utilisable pour la consommation et économiquement plus rémunérateur. Les besoins de plus en plus pressants d'activités génératrices de valeur ajoutée dans les zones rurales devraient se traduire par la mise au point de divers types de technologies et équipements de transformation.

La transformation traditionnelle des céréales au niveau de l'exploitation par le pilage manuel est une tâche extrêmement ardue qui prend énormément de temps et qui va vraisemblablement continuer à prédominer en Afrique pendant encore longtemps. De petites unités mécaniques de décortilage et de broyage sont disponibles aux fins d'utilisation au niveau du village. Une variété de technologies plus modernes est utilisée dans les grandes unités de transformation des centres urbains mais elles font appel à un approvisionnement constant en céréales de bonne qualité et à des ouvriers et des gestionnaires qualifiés. Des technologies ont été mises au point pour l'enrichissement nutritionnel de la farine, de même que pour la production de farines mixtes à partir des céréales locales mais leur utilisation demeure très limitée. Le broyage et le séchage des céréales s'effectuent sur la base de technologies traditionnelles bien développées mais ces activités pourraient gagner en efficacité avec l'utilisation d'un matériel amélioré simple <sup>19</sup>.

Traitement traditionnel du sorgho/ moulu/ grain/ broyage/traitement/ broyage/ farine/impuretés/farine/ impuretés/ bière/ cuisson

Les industries de transformation des produits alimentaires et les autres industries de transformation des produits agricoles sont prédominantes en Afrique. La croissance rapide de la population et la croissance du revenu ont favorisé ces industries qui sont généralement tournées vers le marché intérieur, la compétition avec les marchés d'exportation étant plutôt difficile à soutenir. L'industrie manufacturière en Afrique concerne à 31% l'alimentation, les boissons et le tabac, et à 21% le textile et l'habillement. Ces secteurs jouent un rôle d'avant-garde dans l'industrialisation et leur approvisionnement régulier en matières premières constitue ici un facteur essentiel. Certaines des activités de transformation les plus fréquentes couvrent la pré-cuisson/usinage du riz, la production de gari, le broyage du maïs, la production de fufufu, etc.. Toutes ces activités contribuent à une bonne commercialisation des produits agricoles et à une réduction des pertes

---

post-messiales tout en créant des emplois ruraux. Un équilibre devrait par conséquent être maintenu entre les petits apports des industries de transformation locale et les produits importés de l'étranger.

La disponibilité de services d'appui propres à assurer le transport la transformation, le stockages et la commercialisation des produits constitue une composante interne du développement de l'agriculture et devrait par conséquent être développée en même temps que la production, faute de quoi, les efforts destinés à accroître la production seront tous réduits à néant. En général, les services post-production assurés dans la région sont inadéquats et ont dans plusieurs cas fait obstacle à la réalisation des plans de développement. Ils s'appuient sur la technologie importée en particulier en ce qui concerne le secteur moderne à vocation exportatrice.

Le transport continue à être l'un des principaux obstacles au développement de la production alimentaire en Afrique. La technologie importée en matière de transport routier, ferroviaire et fluvial présente un certain nombre de lacunes telles que l'inadéquation des services d'appui des services d'entretien, et de l'infrastructure routière, les coûts excessifs des carburants et des pièces de rechange et l'inadéquation de la planification et de la coordination des activités. La majorité des paysans comptent essentiellement sur l'énergie humaine et la puissance animale pour s'acquitter de leurs tâches de transport. Le transport moderne quoique en développement, a encore d'importants progrès à faire dans plusieurs zones de l'Afrique rurale.

Le transport local repose encore presque entièrement sur le transport physique de chargements par l'homme lui-même et sur l'utilisation de seaux, de bicyclette et d'animaux, quoique ces moyens de locomotion soient petit à petit en train de céder leur place aux camions. Les tracteurs attelés à des remorques équipées de roues en caoutchouc sont de plus en plus utilisés comme moyen de transport dans les zones rurales. Plusieurs routes demeurent impraticables au cours de la saison des pluies. Quoique le transport ferroviaire et le transport par barges semblent être plus abordable que le transport routier, très peu des zones sont desservies par ce type de transport.

Avec la diminution rapide des approvisionnements locaux en bois de feu, on s'intéresse de plus en plus aux technologies propres à assurer des utilisations plus efficaces de ces ressources tant au niveau des industries de

---

transformation des produits agricoles et des autres industries rurales que des techniques de cuisson utilisées au niveau du ménage. Les moyens éventuels à mettre en oeuvre couvrent le traitement et le pré-traitement du bois de feu, l'amélioration des méthodes de production du charbon de bois et des fourneaux, des ustensiles de cuisine et des méthodes de cuisson utilisés par la ménagère, ainsi que la mise en place de plantations de production de bois de feu. Les améliorations relatives aux méthodes traditionnelles de transport ont été très limitées qu'il s'agisse du transport animal ou humain et sont encore plus insignifiantes en ce qui concerne le transport fluvial et lacustre. Dans certains pays, où des améliorations ont été introduites comme par exemple les instruments aratoires à traction humaine, une efficacité accrue a été enregistrée et la pénibilité du travail a été considérablement réduite. La CEA joue le rôle de chef de file dans la formulation de plans sous-régionaux et régionaux de développement des transports en Afrique. Toutefois, en général, les choix faits en matière de technologies sont encore inadéquats et nécessitent de nombreuses améliorations. Tout d'abord, l'importation d'une technologie appropriée des transports pour l'agriculture devrait recevoir une priorité absolue. Des efforts devraient être déployés pour produire une technologie des transports adaptée aux diverses conditions de l'Afrique par le biais de trois grandes voies : l'importation et la modification; l'importation de pièces de rechange et leur assemblage en fonction des besoins; et finalement, la production locale.

La transformation de céréales au cours de la récolte, du battage du décortilage, du séchage, du broyage et de la conservation du produit ne s'appuient souvent que sur des méthodes et des équipements et technologies de type très simple. Le battage manuel ou le battage par les pieds peut être remplacé par l'utilisation de batteuses manuelles améliorées ou de batteuses actionnées par de petits moteurs. En général, la transformation a pour cible les zones urbaines et le secteur des exportations et utilise un équipement importé de type moderne. En raison de l'inadéquation des structures de planification et de gestion et du manque de formation des personnels requis pour assurer l'entretien et le fonctionnement de ces équipements, plusieurs de ces structures sont anti-économiques et demeurent nettement sous utilisées. Les pannes, le manque de pièces de rechange et l'insuffisance des approvisionnements en matières premières constituent des problèmes qu'on rencontre souvent. Ces structures sont pour la plupart peu adaptées aux pays en développement, compte tenu de leur avidité en capital et de leur degré élevé de complexité. La transformation des produits alimentaires au

niveaux du paysan et du village demeure primitive et inefficace. Il s'agit là d'un domaine où d'importantes améliorations pourraient être introduites avec d'importants effets sur l'amont et l'aval du secteur de l'agriculture. Des petites et moyennes industries de transformation des produits alimentaires pourraient être mises en place non seulement pour une meilleure utilisation des produits agricoles mais également pour une meilleure diffusion des bienfaits du développement.

La commercialisation des produits alimentaires demeure le maillon le plus faible de la chaîne de la production alimentaire en Afrique. En termes généraux, elle pourrait être décrite comme étant inadéquate et inefficace.

La performance peu satisfaisante du système de commercialisation pourrait être incriminée comme étant le principal facteur inhibant l'adoption et l'utilisation par les paysans des intrants modernes nécessaires pour un accroissement des productions alimentaire et agricole. La pression démographique et l'intensification de l'urbanisation exacerbent cette situation en mettant à rudes épreuves les structures et méthodes de commercialisation déjà caractérisées par une extrême fragilité. Les marchés du gros et du détail tant dans les zones rurales que dans les zones urbaines sont mal équipés et malsains. Les services assurés dans le cadre de la commercialisation des produits tels que la normalisation, le classement, l'emballage, le stockage, etc. demeurent rudimentaires. La technologie disponible dans ce domaine est inadéquate exception faite pour les produits agricoles d'exportation. Il s'agit là d'un domaine où les connaissances disponibles dans les pays développés et dans certains pays en développement pourraient être exploitées efficacement. A cette fin, des efforts devront être déployés par l'Etat en vue de la planification et de la formation de la main-d'oeuvre nécessaire de même que les investissements financiers appropriés.

## REFERENCE

1. SWAMINATHAN, M.S. (Octobre 1986) Sustainable Nutrition Security for Africa - Lessons from India. The Hunger Project, Number 5, 1388 Sutter street, San Francisco, CA 94109.
  2. BOOTH, R.H. (1974). Post Harvest deterioration of tropical root crops - Losses and their control. Trop. Sci., 16(2), 49-63
  3. COURSEY, D.G. (1961). The magnitude and origins of storage losses in Nigerian yams. J. Sci. Fd. Agric., 12 (8), 574-580.
  4. C.A.R.T. (1986). Directory of rural technologies: Farm and Post-harvest Equipemnt, Council for Advancement of Rural Technology, New-Delhi, India.
  5. ARCT (1982) - Roots and tubers production, storage, processing and marketing in Africa - ARCT, Dakar, Senegal.
  6. See 5 above - ARCT (1982).
  7. INGRAN, J.S. (1977). Cassava processing, commercially available machinery. TPI - Rep. G75.
  8. See 5 above - ARCT (1982) and 7 INGRAM, J.S. (1977).
  9. BOOTH, R.H. and DHIAUDDIN, M.N. (1979). Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta*). III. Preserving chipped roots before and during sun-drying. Exptl. Agric., 15, 135-144.
  10. See 5 above - ARCT (1982).
-

11. BOOTH, R.H. (1974). Post-Harvest deterioration of tropical root crops - Losses and their control. Trop. Sci., 16 (2), 49-63. and see 3 above - coursey.

12. COURSEY, D.G. and NWANKWO, F.I. (1968). Effects of isolation and of shade on the storage behaviour of yams in West Africa. Ghana J. Sci., 8 (1-2), 74-81.

13. COURSY, D.G. and FELDER, C.E.M. (1979). The processing of yams. In small-scale processing and storage of tropical roots crops. Plucknett, D.L. (edit.). Boulder, Colorado: Westview Press, 189-211.

14. See 1 above - SWAMINATHAN, the Hunger Project.

15. BOSHOFE, W.H. (1979) - Application of farm-level technology for improving grain storage conditions - Extract from the Report of the West Africa Rural Technology Meeting, Chap. 8 (See 9 above).

16. BYERLEE DEREK et al; (1980) - Planning Technologies Appropriate to Farmers - Concepts and Procedures (CIMNYT, Mexico).

17. See 9 and 15 above.

18. See 16 above.

19. See 16 above.

---

# **IMPACT DES FACTEURS TECHNOLOGIQUES SUR LES PRODUITS DE BASE AFRICAINS ET OPTIONS POLITIQUES POSSIBLES**

J.L. Hamel

## **I.INTRODUCTION**

Les pays africains sont pour la plupart fortement tributaires de l'exportation d'un nombre limité de produits de base pour assurer leur progrès et leur stabilité économiques. Leurs performances économique sont directement ou indirectement influencées par la dynamique d'innovation qui détermine le schéma global de la croissance de l'offre et de la demande de matières premières, en particulier les minéraux et les matières premières et produits agricoles. Au cours des années 70 et 80, les exportations africaines de produits de base non combustibles ont chuté tant sur le plan de la valeur que sur celui du volume. D'où l'importance capitale qui s'attache à la mise au point de stratégies destinées à freiner cette tendance.

Plusieurs facteurs intimement liés ont contribué à ce déclin. La technologie des matériaux et les nouveaux produits et procédés de fabrication biotechnologiques ont incontestablement contribué à déprimer le marché mondial de certains produits de base et leur impact sera probablement encore plus significatif d'ici la fin de la présente décennie et après celle-ci. D'autres technologies telles que les technologies d'exploration, d'extraction/production, de transformation et de conditionnement, et des transports et communications, ainsi que les technologies de gestion affectent également de manière substantielle les produits de base africains. D'autres facteurs, y compris la distance par rapport aux marchés internationaux, la perte de compétitivité internationale et la réduction relative de l'intensité de l'utilisation des matières premières dans les économies avancées affectent également les marchés internationaux des produits de base.

Compte tenu de la dégradation de la situation à laquelle on assiste, la question qui peut être posée consiste à savoir quelle est la nature et l'importance relative des facteurs technologiques qui rendent compte de ce déclin et qu'est-ce qui peut être fait pour améliorer la compétitivité des industries africaines des produits de base. Dans les pages qui suivent nous

essayerons d'identifier et d'évaluer ces facteurs et de suggérer un certain nombre d'options politiques.

Ces divers facteurs peuvent être regroupés en quatre séries :

- a) La compétition planétaire et la relocalisation de la production, l'évolution structurelle, la transition économique et la réduction de l'intensité de l'utilisation des matières premières;
- b) Les matériaux de substitution;
- c) La création de matériaux;
- d) Les innovations technologiques.

## **II. COMPETITION PLANETAIRE, RELOCALISATION DE LA PRODUCTION ET INTENSITE D'UTILISATION DES MATIERES PREMIERES**

Les progrès technologiques ont un impact continu sur les coûts, le volume et la qualité de la production et de la distribution des produits de base. Au cours des années 80, le taux d'accroissement des exportations mondiales de produits de base a été inférieur à 1% par an en moyenne, passant de 377 milliards de dollars des Etats-Unis en 1980 à 400 milliards de dollars des Etats-Unis en 1987, alors que les exportations des mêmes produits de base au cours des années 70 avaient augmenté de plus de 7% par an en moyenne(1). Pour l'Afrique, toutefois, les exportations ont connu une chute de presque 3% par an au cours des années 80 (passant de 19,8 milliards de dollars en 1980 à 16,4 milliards de dollars en 1987) alors qu'elles augmentaient au même rythme que les exportations mondiales de produits de base au cours des années 70. La perte de la part de l'Afrique dans le marché mondial de 9,7% en 1969 à 4,1% en 1987 - est considérable.

Ce déclin semble dû en partie aux conditions économiques difficiles qui ont prévalu sur le continent, conditions auxquelles sont imputables le niveau élevé des coûts de fonctionnement, et le sous-investissement dans le transfert, l'utilisation et la mise au point de technologies compétitives.

Si les Africains avaient géré leurs ressources et investi autant que leurs concurrents, les exportations de produits de base du continent en 1987 auraient atteint 18,8 milliards de dollars des Etats-Unis de plus que le chiffre effectivement enregistré (22,5 milliards de dollars à l'exclusion des combustibles), de 3,6 milliards de plus pour les matières premières agricoles, de 11,6 milliards de dollars de plus pour les produits alimentaires, et de 6,4 milliards de dollars de plus pour les minéraux, les minerais et les métaux.

## Science et technologie

Le sous-investissement (et le faible taux de ré-investissement des bénéfices 2) dans les technologies et la mauvaise gestion peuvent expliquer cette dégradation de la situation. En 1987, l'investissement intérieur brut en pourcentage du PIB de l'Afrique subsaharienne était de 15,9% alors que pour les pays de l'Asie du Sud-Est, il était de 22,8%. L'investissement intérieur brut en Afrique subsaharienne a chuté de 8,2% (11,1% pour les six pays les plus peuplés (3)) par an en moyenne de 1980 à 1987 alors qu'il avait augmenté de 10,2% en moyenne au cours de la même période dans toutes les économies à faibles revenus, y compris la Chine et l'Inde. En outre, les taux de rendement des investissements en Afrique connaissent une chute spectaculaire depuis les années 60 (30,7% en moyenne entre 1961-1973, 13,1% entre 1973-1980 et seulement 2,5% entre 1980-1987) alors qu'en Asie du Sud, le taux de rendement au cours de la même période dépassait 20% (4).

L'investissement étranger net a également chuté dans les pays de l'Afrique subsaharienne passant de 1 milliard de dollars en 1981 à moins de 500 millions de dollars en 1987. Plus de la moitié du total des investissements directs étrangers effectués dans les pays africains va à un seul pays l'Egypte. En dehors de l'Egypte, le Botswana - le pays minier le plus important et le pays de l'Afrique subsaharienne qui se développe le plus vite - est le pays vers lequel s'oriente la plus grande partie des investissements étrangers avec une moyenne de 71 millions de dollars E.-U. par an entre 1980 et 1987. Les autres pays producteurs de minéraux ont reçu en moyenne moins de 8 millions de dollars par an (Ghana 8, Zaïre 6, Zambie 6, Mauritanie 3, Guinée 1, Zimbabwe 0, Niger 0, Sierra Leone 0).

Dans le secteur minier, la plupart des projets sont planifiés pour une durée de vie de 20 à 30 ans et plusieurs des projets miniers en Afrique sont déjà arrivés à maturité. De nouveaux investissements s'avèrent donc nécessaires pour trouver de nouveaux dépôts économiquement rentables et renouveler les capacités d'extraction/ production/transformation actuellement utilisées pour les rendre plus compétitifs sur le marché international.

Les pays africains éprouvent en général de sérieuses difficultés à attirer l'investissement nécessaire dans les technologies compétitives et à gérer ces technologies. Les investissements locaux sont faibles et l'investissement étranger est en constante diminution. Les taux de rendement sont en baisse et sont tombés aujourd'hui à un niveau nettement inférieur au seuil de rentabilité.

Il ne fait aucun doute que la mauvaise gestion explique dans une large mesure cette détérioration de l'économie africaine. Les nationalisations, la mise en place d'entreprises étatiques et d'offices de commercialisation publics, l'inadéquation des politiques des prix et des politiques fiscales et commerciales, les mauvais choix en matière d'investissement, la détermination de taux d'intérêt arbitraires et les prêts à motivation politique, la surévaluation des monnaies, l'expérience désastreuse des cartels, les règles bureaucratiques irritantes et contraignantes, la corruption, ... ont certainement tous contribué au recul de la part de l'Afrique dans le marché international des produits de base.

Il convient toutefois de reconnaître que la capacité de gestion est en train de s'améliorer en Afrique et que plusieurs erreurs commises par le passé ne se répéteront plus.

Le sous-investissement dans les nouvelles technologies (et la faiblesse des taux de rendement) et ses conséquences en termes de parts de marché sont très clairs. Dans certains cas, cependant, il y a eu surinvestissement dans la capacité (5) plutôt que dans la modernisation, ce qui s'est traduit par un accroissement des coûts de fonctionnement et un recul de la compétitivité. L'effet du surinvestissement a également été négatif.

Pour la plupart des principaux produits de base le marché mondial est en train de se rétrécir par rapport à la taille totale de l'économie mondiale, sous l'effet du double impact de la substitution et de la "dématérialisation" des

économies avancées. La part africaine de ce marché a été diminuée par la compétition. Toutefois, les progrès enregistrés dans le domaine de la technologie des matériaux et de la biotechnologie ont contribué à la création de nouveaux produits, de nouveaux marchés et de nouvelles possibilités qui peuvent être exploités par les pays africains, en particulier ceux d'entre eux qui sont les plus durement touchés par les tendances évoquées plus haut.

La fabrication de ces nouveaux produits à valeur ajoutée et l'exploitation des nouveaux marchés doivent s'appuyer sur l'utilisation intensive des technologies de l'information et de la communication. Cet impératif est souvent mal apprécié. Les principaux produits de base sont cotés sur les places boursières mais les matériaux à valeur ajoutée et les produits biotechnologiques spéciaux ne le sont pas. Pour mettre au point et commercialiser ces produits, il faudra beaucoup plus d'informations que ce dont on dispose dans le cas des produits de base traditionnels. Les nouveaux produits ont une composante informationnelle plus importante et pour les commercialiser il faudra plus d'informations sur les produits rivaux ainsi que sur les producteurs rivaux, tout comme il faudra plus de communications interactives avec les acheteurs, les utilisateurs et les consommateurs de produits industriels. Une stratégie des produits à valeur ajoutée devrait ainsi aller de pair avec un transfert et une utilisation à grande échelle des technologies de l'information et de la communication.

### **III. SUBSTITUTION DE MATERIAUX, CREATION DE MATERIAUX ET INNOVATION TECHNOLOGIQUE**

#### **A. Technologie des matériaux**

##### **1. Minéraux, minerais et métaux**

Les progrès scientifiques et technologiques permettent de créer des matériaux nouveaux ou améliorés qui sont soit complémentaires ou substituables aux matériaux traditionnels. Des exemples de complémentarité sont fournis par les alliages, les matériaux composites, la céramique, le ciment et les autres types matériaux. Un exemple de substitution de matériaux par un autre est fourni par le cuivre qui est en train d'être remplacé par l'aluminium et le plastique dans l'industrie et par les fibres optiques dans les télécommunications. En conséquence, les exploitations mondiales de cuivre connaissent une chute permanente en valeur tombant de 9,7 milliards de

dollars en 1974 à 6,8 milliards de dollars en 1986. Toutefois, leur volume a légèrement augmenté au cours de la période passant de 5,1 millions de tonnes de métal à 6,0 millions de tonnes même si la contribution du cuivre à l'ensemble de l'économie a diminué de manière significative au cours des années 70 (25% aux Etats-Unis, 12% en Europe occidentale et 2% au Japon) (6). Les principaux producteurs de cuivre de l'Afrique (la Zambie et le Zaïre) ont donc été durement touchés par la tendance à la substitution, en sus de l'effet négatif de la non-compétitivité des technologies de production et des politiques minières non compétitives qu'ils utilisent et du sous-investissement qui caractérise le secteur de l'exploration, comme le montre la chute énorme de leurs parts du marché mondial. C'est le cas en particulier pour la Zambie où cette part est passée de 20,7% en 1982 à seulement 4,9% en 1987.

Compte tenu des tendances évoquées ci-dessus, le cuivre a-t-il un avenir? La réponse est oui. Au cours des 10 à 15 dernières années, les investissements dans l'exploration du cuivre et dans son extraction ont fortement chuté alors que la demande augmentait. Ainsi, dans quelques années, il y aura une importante pénurie de cuivre. Ce déficit est prévu par le Gouvernement japonais (MITI) qui prédit une croissance modeste de la demande jusqu'à l'an 2000, se traduisant par une pénurie éventuelle de cuivre équivalant à la production de neuf mines de la taille de la plus grande mine actuellement en exploitation dans le monde (7).

Les métaux peuvent compétitionner les uns contre les autres ou avec d'autres matériaux. La substitution intervient pour plusieurs raisons dont la principale a trait aux coûts et indirectement au poids et à l'énergie. Le secteur de matériaux de pointe est en train de se développer mais ses produits sont généralement plus chers que les matériaux traditionnels et ne constituent que 4% du marché mondial.

Il est très difficile de faire des prévisions à long terme en ce qui concerne la substitution de certains matériaux par d'autres matériaux. Puisque la consommation par habitant de métaux est liée au niveau de développement, si nous supposons que la Chine et l'Inde par exemple, sont en passe de connaître une industrialisation accélérée, la demande en métaux de base tels que l'acier brut, le cuivre, le zinc et l'étain pourrait augmenter de manière significative dans ces pays en dépit de la chute de la demande chez les pays plus développés. La substitution est également liée au prix de l'énergie. Une

---

hausse brutale des coûts de l'énergie pourrait induire la substitution d'un métal par un autre, par exemple par l'aluminium et le cuivre.

La substitution est généralement un processus à long terme et l'élasticité des prix de la demande de tous les produits de base se fait toujours sentir dans le long terme. Avec le temps, les consommateurs de produits industriels finissent fréquemment par trouver un produit de rechange pour remplacer une matière première au prix excessif. Cette réalité est illustrée par l'histoire de plusieurs cartels qui se sont effondrés parce que ses membres n'ont pas réussi à décrypter la dynamique à long terme de la demande. La demande est toutefois moins affectée par un changement de prix en ce qui concerne certains produits de base indispensables tels que le platine et le chrome qui se prêtent à plusieurs types d'utilisations et ont peu de substituts. Mais même dans ce cas, si le prix connaît une trop forte hausse, des solutions de rechange pourraient être trouvées. Le cas du cobalt fournit un exemple approprié de produit qu'on considérerait indispensable mais auquel on a trouvé des substituts après une brutale flambée des prix. En 1978, les soubresauts politiques qui ont secoué le Zaïre qui produisait environ la moitié de la production mondiale, ont augmenté le prix du cobalt de plus de 400%. Quatre années plus tard, la demande émanant des Etats-Unis - le principal consommateur - avait chuté de moitié.

Dans l'ensemble, les perspectives concernant les principaux métaux traditionnels, (le cuivre exception faite de la ferraille récupérée, le zinc, le plomb, le nickel, l'acier et l'étain) sont sombres alors que l'aluminium pourrait continuer à se développer à un taux environ égal à la moitié de celui de la croissance économique si le prix de l'énergie n'augmente pas trop vite. Cette croissance profitera particulièrement à la Guinée (92% de ses exploitations et 82% de ses recettes fiscales proviennent de ce métal) et le Ghana. Des perspectives se dessinent en revanche pour les autres grands métaux dans une douzaine de pays africains : le Botswana (90% de ses exportations, 44% de son PIB, 55% de ses recettes fiscales), la Zambie (93% de ses exportations), le Zaïre (73% de ses exportations, 24% de son PIB et 37% de ses recettes fiscales), le Zimbabwe (43% de ses exportations), le Niger (80% de ses exportations), le Libéria (58% de ses exportations) et la Sierra Leone (74% de ses exportations et 67% de ses recettes fiscales).

---

Les perspectives d'exploitation des terres rares à utiliser dans la fabrication de matériaux nouveaux doivent être explorées de manière exhaustive. Les semi-conducteurs, les matériaux photoniques et photovoltaïques, les capteurs, la céramique, le plastique, l'électromécanique, les matériaux super conducteurs, magnétiques et fonctionnels consomment des quantités substantielles de terres rares. La céramique par exemple utilise le silicium, le titane, le tungstène, le magnésium, le potassium, le zirconium, le barium, le lithium, le chromate de lanthanum, le baryum, le strontium, l'yttrium, le gallium et la zéolite. L'Afrique est richement dotée de tous ces matériaux. Il convient de se rappeler que les technologies permettant de transformer les matériaux nouveaux sont aussi importantes que les produits proprement dits. Ces procédés technologiques (formation du plastique, le solgel, la solidification rapide, le moulage par injection, la récupération des vapeurs et l'épitaxie...) font également l'objet d'importantes innovations technologiques. L'avantage comparatif ici provient autant de la bonne qualité de la technologie de fabrication que de la technologie du produit.

## 2. Matériaux de construction

Les matériaux utilisés dans les secteurs du génie civil et du bâtiment bénéficient également des progrès scientifiques et technologiques enregistrés. Le ciment, le béton, le plâtre, le bois et les matériaux à base de bois, les briques et les tuiles, etc. sont des matériaux utilisés à grande échelle pour satisfaire les besoins des pays africains. La plupart des industries produisant ces matériaux sont caractérisées par une forte intensité de main-d'oeuvre et utilisent une forte proportion de matériaux locaux mais il est encore possible d'introduire des améliorations dans la qualité et dans la quantité de ces matériaux de même que de réduire les importations des mélanges et des additifs ainsi que ceux des produits finis tels que les panneaux en bois (importation : 400 000 tonnes) et du bois scié et du bois de traverse (importation nette de 2,2 millions de tonnes en 1988). La majorité des maisons en Afrique par exemple sont fabriquées en terre compacte séchée au soleil de faible résistance, en bois et en matériaux de fortune issus du milieu (8). Compte tenu de la croissance démographique et la croissance des ménages projetées, les Africains devront construire autant de maisons au cours des 20 prochaines années qu'ils en ont construits jusqu'ici. Plusieurs des maisons actuelles ont besoin d'être améliorées. En outre, les infrastructures sociales et de transport se sont détériorées au cours des 30 dernières années et ont besoin d'être réhabilitées. Le bois est en train de se

---

raréfier et de renchérir mais l'Afrique est en général riche en matières premières naturelles (argile, sable de qualité, calcaire...) et en déchets agricoles/industriels (coke de riz, coquilles de palourdes, matériaux latéritiques, résidus miniers, paille, fibres de légumes, résines...) qui peuvent être utilisées de manière plus intensive dans la fabrication de matériaux de construction et de génie civil.

## **B. Biotechnologie**

Les progrès de la biotechnologie influenceront de manière notable sur les exportations africaines de produits alimentaires et de matières premières agricoles. La mise au point d'engrais biologique et de technologies de reproduction permette d'obtenir de meilleures variétés semencières et de meilleurs rendements ce qui contribue à accroître la productivité agricole. Les technologies des cultures tissulaires par exemple permettent actuellement de créer des variétés de manioc, de noix de palme et d'arachide dotées d'un meilleur potentiel de résistance à la sécheresse et aux maladies. Les végétaux mis au point par le biais du génie génétique peuvent également produire des arbres et des haricots à croissance plus rapide ainsi que des feuilles de thé présentant une teneur plus réduite en caféine. Les transferts d'embryon et les vaccins peuvent accroître de manière substantielle la production de viande et de lait. L'huile de cuisine, le sucre et la vanille produits en laboratoire menacent actuellement des dizaines de milliers d'emplois dans plusieurs pays africains (l'huile de cuisine en Côte d'Ivoire, au Nigéria et au Cameroun; le sucre à Maurice, au Swaziland et au Malawi; la vanille à Madagascar). De fait, le sucre constitue un cas digne d'intérêt. Au début des années 80, 60% de la production mondiale de sucre provenait de la canne à sucre et environ 25% de l'industrie du sirop de blé à haute teneur de fructose rendu possible par des découvertes technologiques importantes intervenues dans plusieurs domaines (génie chimique, biotechnique, génétique, etc.). L'industrie des boissons et des aliments de régime est actuellement dominée par l'utilisation de la saccharine encore que ses effets négatifs éventuels sur la santé de l'homme limitent son utilisation en faveur d'un autre édulcorant de substitution dénommé aspartame (9). La production mondiale de sucre devrait, augmenter ce qui se traduirait par un excédent de production par rapport à la consommation de 1,4 million de tonnes.

Ces tendances à l'instar de plusieurs autres événements qui interviennent dans le monde affectent les exportations de produits alimentaires et de matières premières agricoles de l'Afrique (elle accuse une perte de 15,2 milliards de dollars des Etats-Unis de sa part du marché mondial entre 1969 et 1987).

Dans le monde d'aujourd'hui, l'effort d'introduction de technologies modernes doit être constant pour demeurer compétitif sur le marché mondial. La disponibilité de ressources naturelles (exception faite pour le pétrole et le gaz et de quelques minéraux) et d'une main-d'oeuvre bon marché ne sont plus des facteurs décisifs et certains marchés traditionnels n'ont pas d'avenir. Mais de nouveaux marchés naissent chaque jour et plusieurs créneaux peuvent être exploités avec succès. Le Kenya par exemple exporte de plus en plus de produits horticoles. L'Afrique est l'un des continents les plus riches en ce qui concerne la diversité biologique exploitable dans les secteurs de l'alimentation et des matières premières agricoles de même que dans le domaine des produits pharmaceutiques où les Africains ont accumulé des connaissances et identifié depuis des siècles les propriétés médicinales de plusieurs milliers de plantes, de fleurs, de pulpes, d'écorces, de feuilles, de graines, d'herbes, de fruits, de jus, de racines.... La recherche dans ce secteur effectué, au Zaïre, au Rwanda, au Cameroun et dans d'autres pays peut déboucher sur la création d'une industrie pharmaceutique africaine et sur la réduction des importations dans ce domaine (environ 80% des produits pharmaceutiques consommés en Afrique sont importés (11)).

Les progrès enregistrés dans le domaine de la biotechnologie des matières premières agricoles peuvent également profiter aux industries de l'habillement, de la santé et du papier (1,7 million de tonnes de papier et de cartons par exemple ont été importés en 1988) (12). La demande ne cesse d'augmenter dans ces domaines et le développement de ce secteur pourrait contribuer à une réduction substantielle des importations.

#### IV. OPTIONS POLITIQUES

Les tendances actuelles relatives aux exportations de produits de base africains doivent être renversées. Certains pays tels que le Botswana, le Nigéria, l'Egypte et Maurice ont de meilleures performances que d'autres mais les pays tels que le Zaïre, le Mozambique, la Zambie, le Libéria, le

**environnement industriel et commercial pour acquérir une plus grande compétitivité sur le marché international.**

**Les pays africains doivent procéder à l'identification des faiblesses actuelles qu'ils présentent sur le marché des produits de base et évaluer les nouvelles possibilités créées par les progrès technologiques. Dans le secteur de l'exportation de produits agricoles et minéraux, il convient d'accroître les investissements tant à partir de sources internes qu'externes. La législation en matière d'investissements étrangers, le régime fiscal et les politiques monétaires doivent être placés sous le signe de la compétitivité. En vue de compenser les risques politiques que courent les investisseurs, des incitations intéressantes doivent également être proposées. Sur le plan interne, une proportion plus importante des bénéfices réalisés devra être réinvestie.**

**L'accroissement des capacités de promotion, de négociation, de transfert, de maintien et de gestion de la technologie devrait également être inscrit parmi les priorités des pays concernés. La disponibilité de ressources naturelles et de main-d'oeuvre bon marché n'est plus suffisante pour concurrencer sur les marchés étrangers.**

**Des inventaires et des évaluations économiques plus précis des terres rares sont nécessaires pour exploiter les nouveaux marchés qui se créent et satisfaire la demande extérieure sans cesse croissante du secteur industriel.**

**La fabrication et la commercialisation des produits à valeur ajoutée doit en outre s'appuyer sur l'utilisation et l'application plus intensive et plus spécialisée des technologies de fabrication et des produits de même que sur les technologies de l'information et télécommunications pour rester en contact avec les marchés en croissance et les consommateurs.**

**La transformation du bois de petit diamètre, des déchets du papier et de la paille de même que le développement qualitatif et quantitatif de la fabrication des matériaux de construction destinés à satisfaire les besoins sans cesse croissants de la population locale et à réduire les importations, constituent également des options politiques prometteuses. Une plus grande priorité devra être donnée à la connaissance et à l'exploitation de la riche diversité biologique et de la base de matières premières agricoles de l'Afrique en vue**

de réduire la dépendance du continent dans les secteurs de l'alimentation, de l'habillement et de la santé. La coopération régionale apparaît nécessaire pour éviter de créer pour le même produit une surcapacité qui risquerait de déprimer les prix. L'intégration économique régionale apparaît également nécessaire en vue de renforcer les liens commerciaux entre les zones à surplus et les zones à déficit et d'accroître la productivité et la compétitivité sur les marchés mondiaux.

## V. CONCLUSION

Les perspectives relatives aux exportations des produits de base traditionnels de l'Afrique en ce qui concerne le court et le moyen terme ne sont par radieuses. La faiblesse des investissements dans les technologies modernes comparés aux investissements effectués dans les autres parties du monde s'est traduite par un recul de la compétitivité et par une perte de la part du marché du continent africain. La consommation globale devrait augmenter lentement pour la plupart des principaux produits de base traditionnels parce que d'une part, les pays développés à économie de marché ont atteint un stade de développement qui se caractérise davantage par une forte intensité d'information, de connaissances et d'intellect que par une forte consommation de matières premières et d'autre part, parce que les matériaux nouveaux et améliorés n'utilisent pas tellement les matières premières traditionnelles ou tendant à se substituer à eux.

Les pays africains fortement tributaires des exportations de l'un ou de plusieurs des produits de base cités ci-dessus sont désavantagés par l'inadéquation de leur environnement industriel et commercial qui se caractérise par des coûts de fonctionnement élevés et des investissements insuffisants et peu rentables. A moins que cet environnement ne change, les pays africains seront condamnés à voir les pertes de leurs parts de marché s'aggraver; en outre, ils courent le risque d'être purement et simplement déconnectés de l'économie mondiale.

Le potentiel de fabrication de produits à valeur ajoutée pour les marchés d'exportation, de matériaux de construction locaux et de nouveaux produits dans les secteurs de l'alimentation de la santé est bon mais son exploitation fait appel à des changements politiques en profondeur, en particulier dans le domaine de la science et de la technologie. Des changements positifs sont en train d'intervenir dans plusieurs pays africains mais les pays rivaux sont en train d'agir très vite pour innover et capturer des marchés.

## BIBLIOGRAPHIE

Grilli E.R. and Maw Cheng Yang, "Primary commodity prices, manufactured goods prices and the terms of trade of developing countries: what trade the long run shows". World Bank Economic Review, January 1988.

IMF, Primary commodities, Market development and outlook, Washington, May 1988.

Maizels A., Commodity instability and developing countries: the debate, Wider working paper no. 34, World Institute for Development of Economic Research, Helsinki, January 1988.

McBean A. and D.T. Nguyen, Commodity policies, problems and prospects, Croom Helm, London 1987.

OECD, High technology materials, recent materials, p. 7072, STI Review, No. 6, December 1989.

Radetski M., "Developing countries: the new growth markets", in J.e. Tilton Ed., World metal demand: past trends and future prospects. resources for the futures. Washington, 1989.

## REFERENCES

1. UNTACDA, Commodity Yearbook, United Nations, New York, 1989
2. Peter M. Fozzard, "Mining development in Sub-Saharan Africa: Investment and its relationships to the enabling environment", in Natural Resources Forum, Vol. 14, no. 3, May 1990.
3. World Bank Data
4. Sub-Saharan Africa, from crisis to sustainable growth. The World Bank Washington, 1989.
5. UNECA, Le financement de projets miniers en Afrique durant la période 1975-1986, Addis-Abeba, Nov. 1988.
6. Auty R., "Materials intensity of GDP", Resources Policy, Vol. 11, no.4, December 1985.
7. Kenneth Gooking, "Japan worried about metals supply", Financial Times, Oct. 12, 1990. p.30.
8. UNECA, Economic Housing in Africa, 1976.
9. Clive Y' Thomas, Sugar: Threat or Challenge? IDRC-244, 1985.
10. Financial Times, London, 8 September 1990.
11. UNECA, The application of research findings in development of pharmaceutical industries on the basis of indigenous raw materials, Mars 1989.
12. FAO, Commodity Review and Outlook 1989-1990, Table 2.36.

# **GESTION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE DANS LES PAYS AFRICAINS: QUELQUES GRANDS DEFIS**

**J. L. Hamel**

## **RESUME**

Les pays africains sont en situation de crise dans plusieurs domaines du développement et courent le risque d'être encore plus marginalisés par un monde développé en rapide expansion. L'une des principales raisons de la non-intégration de l'économie africaine dans l'économie globale est la faiblesse de la capacité de gestion de la science et de la technologie des pays africains. Cette faiblesse découle de plusieurs facteurs qui ont noms attitude isolationniste par rapport au monde extérieur, refus de jouer le jeu de l'interdépendance, environnement peu propice au développement du commerce et de l'industrie, de valeurs culturelles et traditions hostiles au changement technologique, mauvaise gestion des ressources affectées à la recherche, politiques inappropriées en matière de science et de technologie et faible niveau d'assimilation des technologies étrangères. La présente étude passe en revue certains des défis les plus cruciaux en matière de gestion de la science et de la technologie que l'Afrique doit relever.

## **I. INTRODUCTION**

La contribution de la science et de la technologie au développement socio-économique ne fait l'objet d'aucune contestation. Dans les pays développés, ce sont les innovations technologiques qui assurent à environ 50% la croissance économique nationale. Dans les pays en développement, les problèmes de croissance et de développement sont souvent imputables à la faiblesse de la contribution du facteur science et technologie ou aux lacunes des pays concernés dans ce domaine. La gestion de l'évolution technologique est ainsi devenue une question clé dans les pays développés tout comme dans les pays en développement.

La gestion de la science et de la technologie en Afrique a déjà fait couler beaucoup d'encre. Les organisations internationales et régionales ont élaboré un certain nombre de politiques, effectué de nombreuses analyses et produit des documents qui dans certains cas, ont été solennellement adoptés par les chefs d'Etat. Des séminaires et des ateliers ont été organisés et

plusieurs activités ont été entreprises. Des actions ont été menées dans divers domaines dans plusieurs pays : mécanismes institutionnels, plans, politiques et programmes, recherche-développement, coopération, information, formation, normalisation, démonstration, réglementation des flux techniques, méthodes d'évaluation, de sélection, d'acquisition, de transfert et d'assimilation des technologies étrangères, promotion d'une culture de la science et de la technologie, etc. Toutefois, les effets combinés des actions ainsi entreprises n'ont pas répondu aux aspirations et on a l'impression qu'une somme considérable de ressources ont été mal gérées et gaspillées, en particulier dans le domaine de la recherche.

Au moment où les pays africains sont confrontés à des crises de développement d'une proportion gigantesque, on s'accorde à penser que la science et la technologie pourraient ramener ces pays sur la voie du développement socio-économique. On ne peut guère accroître le volume des ressources affectées aux activités et programmes de science et de technologie. Dès lors, la question qui se pose consiste à savoir comment utiliser au mieux les ressources disponibles pour réaliser les objectifs de développement. Le défi est de taille. La présente étude passe en revue cinq de ces défis :

1. Ancrage de l'Afrique au complexe technologique mondial;
  2. Création d'un climat propre à assurer le développement technologique;
  3. Sensibilisation des populations aux questions de science et de technologie;
  4. Optimisation de la productivité de la recherche-développement;
  5. Mise à contribution optimale des technologies étrangères.
-

## **II. PREMIER DEFI : ANCRAGE DE L'AFRIQUE AU COMPLEXE TECHNOLOGIQUE MONDIAL**

Le complexe technologique mondial est caractérisé par la multipolarité, le régionalisme, le globalisme et le dualisme. De tous les continents l'Afrique est le moins avancé technologiquement et pourrait demeurer à ce rang pendant au moins 100 ans. La part de l'Afrique dans l'industrie mondiale s'élève à environ 2% et est en train de diminuer. Sur le plan de la création de technologies nouvelles, la contribution de l'Afrique par rapport au reste du monde est négligeable. Les indicateurs socio-économiques et environnementaux relatifs au continent sont en train de se dégrader. Ainsi, généralement parlant, le fossé technologique et socio-économique qui sépare l'Afrique du monde développé est en train de s'élargir et de manière très rapide. En ce qui concerne le monde industrialisé, le fossé s'élargit à une vitesse quasi exponentielle. Lorsqu'un travailleur africain gagne un dollar de plus, à consacrer à l'accès à la technologie, sa contrepartie du monde industrialisé gagne plus 100 dollars de plus et aura accès à une somme de technologies plus importante et plus performante.

Les perspectives d'avenir sont plutôt sombres. Les matières premières et les produits de base qui constituent le fondement des exportations de la plupart des pays africains sont en train d'être remplacés par de nouveaux matériaux et produits qui sont les fruits du progrès technologique. En outre, les économies des pays développés sont en train de se transformer en économies de service ou de connaissances. Ainsi la consommation ou la consommation apparente exprimée en tonne par milliards de dollars du PIB est en train de diminuer rapidement pour la quasi-totalité des matériaux exportés par les pays en développement, en particulier en ce qui concerne le sucre, l'hévéa, le coton, le jute, le sisal, l'abaque, le bois, les cuirs et les peaux, le minerais de manganèse, le cuivre, le minerai de fer et l'étain. En outre, les prix des produits de base ont diminué de manière notable pendant les 15 dernières années, en particulier en ce qui concerne le cacao (dont le prix a commencé à augmenter récemment en raison des événements intervenus au Brésil et en Côte d'Ivoire), l'huile de coco, l'huile d'arachide, le sucre, le café, l'huile de palme et le thé et la perspective d'un relèvement de prix est sombre. La main-d'oeuvre bon marché constitue de moins en moins un avantage comparatif à l'introduction de technologies de plus en plus automatisées dans le système de production. Dans ce contexte, l'économie africaine connaît

une marginalisation et un rejet croissant vers la périphérie, d'où le risque d'une déconnexion complète par rapport à l'économie mondiale.

Les causes à la base de cette tendance sont historiques, multiples complexes, et parfaitement connues. Les solutions également sont dans une large mesure connues mais très difficiles à mettre en oeuvre. La question que nous allons poser consiste à savoir comment la science et la technologie peuvent être efficacement utilisées dans la mise en oeuvre de ces solutions. L'ancrage de l'Afrique au complexe technologique mondial va faire appel à des transformations profondes de la part des pays africains et de leurs populations. Les structures politiques, économiques et monétaires et sociales devront évoluer afin de créer un environnement plus compétitif sur le marché international. Certaines attitudes devront également être remises en cause. L'interdépendance devra remplacer l'autonomie collective et l'autosuffisance. L'Afrique devra passer d'une attitude isolationniste à une attitude internationaliste et d'une attitude négative à l'égard des experts étrangers, du capital étranger et des sociétés étrangères à une attitude plus positive. Cette reconversion est essentielle pour la création de liens internationaux avec le monde développé.

Dans certains cas, une attitude protectionniste peut se justifier. Par exemple, des mesures protectionnistes peuvent être adoptées à titre temporaire pour aider une industrie naissante mais ces mesures devront être utilisées avec prudence et cela d'autant plus qu'elles ne seront pas suffisantes pour promouvoir toutes seules une capacité industrielle endogène.

L'Afrique n'est pas homogène. L'Afrique du Nord est plus intégrée aux complexes technologiques européens que l'Afrique subsaharienne. Une stratégie de développement par pôle basée sur un nombre limité de pays tels que le Nigéria pour l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique centrale, le Kenya pour l'Afrique de l'Est et l'Afrique du Sud pour l'Afrique australe (après le démantèlement total de l'apartheid) constitue une voie qui mérite peut-être d'être explorée encore que son succès soit tributaire des progrès substantiels dans le domaine de l'intégration et de la libéralisation des économies.

La coopération avec les autres économies en développement devra également être renforcée. Les intérêts des pays développés devront être mieux compris, en particulier le fait que la pauvreté est le plus grand facteur de

---

pollution et le principal déterminant des pressions migratoires qui sont déjà la source de problèmes socio-économiques dans certains pays développés.

### **III. LE DEUXIEME DEFI: CREATION D'UN CLIMAT PROPRE À FAVORISER LE DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE**

L'Afrique ne pourra enregistrer des progrès significatifs sur le plan socio-économique tant que certains problèmes sociaux et organisationnels fondamentaux ne seront pas résolus. La science et la technologie ne pourront jouer pleinement leurs rôles d'appui et de pionnier de ces progrès que si le climat général des affaires s'avère inadéquat. Chose plus importante encore, une somme considérable de ressources peut être gaspillée si les conditions adéquates d'investissement et de développement ne sont pas réunies. Par exemple, des résultats de recherches à grand potentiel d'application et de diffusion peuvent être condamnés à dormir dans des tiroirs lorsque certaines conditions dans l'environnement industriel et commercial ne sont pas réunies. D'aucun considère que c'est réellement le cas en Afrique.

Le marché du développement technologique devient de plus en plus planétaire. Il en est ainsi pour les volets production, main-d'oeuvre, capitaux et offre, de même que pour le volet consommation. De toute façon, la plupart des pays africains exception faite pour le Nigéria et pour l'Egypte, ont des marchés trop exigus ou une masse critique trop limitée pour mettre en place une infrastructure et une économie moderne en science et en technologie. Il devient donc impératif de progrès basés sur la voie de l'intégration économique sous-régionale et régionale d'une part et de s'ouvrir vers les grands marchés du monde développé d'autre part.

Le développement technologique en Afrique requiert une forte injection de "capitaux internationaux intelligents" car la capacité de l'Afrique à épargner et à investir dans la technologie est très limitée. En ces temps marqués par la crise économique, les contrôles monétaires, les lourdeurs et les lenteurs bureaucratiques, les troubles sociaux, les guerres, les violations des droits de l'homme, l'instabilité de politique, les restrictions à la liberté de l'information, etc., les flux de capitaux nécessaires au niveau local pour mettre au point, produire et commercialiser des technologies adéquates sont entrain de quitter l'Afrique au lieu d'être canalisées vers elle. Il faudra donc

---

changer beaucoup de choses et de manière fondamentale pour que l'Afrique puisse assurer son décollage technologique. La lassitude des donateurs et les inquiétudes du capital international sont compréhensibles et l'Afrique devra montrer que les actions sont en train d'être entreprises pour améliorer son climat de développement. A cet égard, des enseignements utiles pourraient notamment être tirés de l'expérience vécue par les pays d'Europe de l'Est.

L'accumulation de capitaux endogènes ne peut intervenir que si la croissance économique est supérieure à la croissance démographique. Il faudrait par conséquent mettre l'accent sur les technologies de planification familiale. La population de l'Afrique devrait, selon les prévisions, atteindre 1 612 000 000 d'habitants à l'horizon 2025, créant ainsi des pressions insupportables sur les ressources et sur l'environnement. Il est douteux que des progrès technologiques puissent être accomplis si le revenu par habitant continue à chuter.

#### **IV. TROISIEME DEFI : SENSIBILISATION DES POPULATIONS À LA SCIENCE ET À LA TECHNOLOGIE**

La manière dont les populations appréhendent la science et la technologie est profondément influencée par leurs croyances, leur idéologie, leur religions, leurs valeurs, leurs traditions, leurs coutumes, leur langue, etc. Ces influences forment ce qu'on peut appeler une "prédisposition mentale" et elles constituent le fondement du comportement individuel et collectif des populations concernées. En Afrique, le mysticisme et la superstition sont généralement plus forts que dans les pays développés. Les phénomènes naturels sont considérés comme ayant des causes surnaturelles. Les croyances religieuses soumettent l'homme beaucoup plus aux forces de la nature et aux esprits que ce n'est le cas dans les pays développés où l'homme se considère comme ayant pour vocation de maîtriser, de transformer et d'utiliser la nature pour satisfaire ses besoins. Les traditions et les normes sociales sont généralement très fortes et ne sont pas de nature à promouvoir le développement technologique. La liberté individuelle est très limitée par rapport à la liberté dont l'individu jouit dans les sociétés occidentales.

Le développement technologique est à la fois constructif et destructeur. Les responsables africains saisissent mal cette ambivalence. Certains critiques africains ont pu soutenir que la culture et les valeurs africaines sont fondamentalement incompatibles avec la pensée scientifique et la modernisation technologique. L'incompatibilité peut ne pas être fondamentale dans la plupart des cas mais un grand nombre de croyances, de normes et de traditions devront être changées ou détruites pour ouvrir la voie à la transformation technologique. Cela signifie que le progrès social et culturel est appelé à jouer un rôle important dans les progrès techniques, matériels et physiques. Les spécialistes des sciences humaines et sociales doivent ainsi assumer des responsabilités plus importantes dans le développement technologique que celles qu'ils assument à l'heure actuelle.

La reconversion des mentalités n'est pas une tâche aisée mais des efforts importants doivent être faits pour démystifier la science et la technologie, promouvoir la pensée rationnelle, introduire ou renforcer l'enseignement de la science au niveau primaire et secondaire, introduire les concepts scientifiques et la technologie dans les langues locales, encourager les filles à s'orienter vers les filières scientifiques, créer des clubs scientifiques ruraux et communautaires, diffuser des programmes radiophoniques et télévisuels, organiser des expositions et des concours, utiliser les chants, le folklore et les pièces de théâtre pour véhiculer des messages de vulgarisation de la science et de la technologie, modifier les habitudes alimentaires, inculquer aux populations concernées l'esprit critique et la liberté de pensée dans tous les domaines de la vie.

Certains pays africains, par exemple l'Egypte, la Libye, la Tunisie, pour ne citer que ceux-là, ont déployé des efforts louables pour créer des clubs et des associations scientifiques; toutefois, généralement parlant, les pays africains sont loin derrière les autres pays en développement dans ce domaine. En Chine par exemple, la vulgarisation de la science et de la technologie et le respect des inventions sont inscrits dans la Constitution. En conséquence, l'Association chinoise de science et de technologie dispose de 146 sections spécialisées et de plus de 50 000 clubs de vulgarisation de la science et de la technologie.

Le potentiel de l'outil radiophonique est encore loin d'avoir été pleinement utilisé. Il s'agit d'un moyen de communication de coût abordable et d'accès relativement facile par les masses. Malheureusement, la radio est plus

utilisée pour les divertissements et la propagande politique que pour l'éducation en science et en technologie. La sensibilisation des populations à la science et à la technologie ne signifie pas que les africains doivent copier ou imiter servilement les pays développés dans leurs modes de production et de consommation.

En fait, plusieurs des problèmes que vit l'Afrique aujourd'hui, sont la résultante d'idées et de comportement importés qui ne peuvent s'appliquer au continent. Chose plus importante encore, le processus du développement économique et technologique suivi par des pays développés ne peut être imité par l'Afrique à cause entre autres choses, des problèmes énergétiques qui se posent. Les sources d'énergie bon marché ne sont plus disponibles et le taux élevé de consommation énergétique par habitant des pays développés ne peut se généraliser à l'échelle mondiale. Les pays en développement de l'Afrique devront donc s'efforcer de mettre au point des énergies nouvelles et d'adopter un modèle de développement qui démarque de celui du Nord.

## **V. LE QUATRIEME DEFI : OPTIMISATION DE LA PRODUCTIVITE DE LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT**

Au cours des 20 dernières années, une quantité substantielle de ressources a été affectée au renforcement de la capacité de recherche-développement de l'Afrique. De nouveaux centres et instituts de recherche ont été créés et le nombre de personnes formées en Afrique et à l'étranger s'est multiplié. Quoiqu'en moyenne, les ressources affectées à la recherche-développement par rapport au PIB soient très limitées, comparées aux normes occidentales, elles sont par rapport au PIB industriel dans certains pays africains très importantes. Mais les efforts de recherche et développement sont plus axés sur la recherche que sur le développement contrairement à la recherche-développement occidentale et environ 90% des chercheurs sont employés par le secteur public et par les universités contrairement aux pays développés où 78% des chercheurs sont employés dans la recherche à vocation pratique par le secteur privé industriel.

La recherche est également très déconnectée par rapport aux besoins réels des populations rurales. En outre, elle exclut toute participation des collaborateurs locaux, des utilisateurs finaux, des industriels et de la communauté financière. Les centres de recherche sont également gérés de la même manière que les départements ministériels et les services

administratifs, sans mécanismes d'incitation, ou commercialisation et avec un système inadéquat de recrutement, etc.. Des efforts très sérieux devront être déployés pour réorienter les politiques de recherche - développement en vue de leur donner une plus grande efficacité.

L'Afrique doit passer d'une politique impulsée par la recherche à une politique inspirée par l'innovation où l'accent n'est pas mis sur les progrès et sur les découvertes scientifique ainsi que sur la création de connaissances nouvelles mais sur des améliorations technologiques rapides, continues, visant à satisfaire les besoins des populations concernées. L'Afrique doit se départir de l'idée selon laquelle l'accroissement de la recherche constitue la solution la plus sûre pour résoudre ces problèmes. Dans le domaine de l'environnement par exemple, l'accroissement de la recherche se traduit essentiellement par l'observation et la description de la dégradation de l'environnement alors que ce qu'il faut, c'est l'application de technologies déjà disponibles et bien connues et l'amélioration des technologies existantes. C'est une question d'équilibre et de hiérarchisation des priorités dans l'affectation des ressources disponibles et non une question de méconnaissance de la pertinence de la recherche fondamentale proprement dite.

Au cours des années à venir, des efforts plus soutenus devront être déployés en vue d'assurer une gestion plus efficace du patrimoine existant plutôt que de se lancer dans la création de nouvelles structures. Des récompenses devraient être attribuées aux chercheurs non pas sur la base des articles publiés dans les revues scientifiques internationales, puisque ces publications constituent en elles-mêmes une récompense, mais pour l'amélioration du sort des populations africaines intervenus du fait de leurs travaux. Les membres des conseils d'administration et des conseils consultatifs devraient provenir en majorité des secteurs privés agricoles, industriel, et financier. Cela signifie que les statuts juridiques et organisationnels de la plupart des centres de recherches en Afrique devront être reformulés et réapprouvés. L'évaluation de la recherche devra également être institutionnalisée et fonctionnalisée et les plans stratégiques renforcés. Le financement de la recherche devra pour sa part être diversifié et les bénéficiaires des activités de recherche devront être mieux identifiés et plus étroitement associés aux travaux à entreprendre.

**Les efforts de recherche-développement devraient également accorder plus d'importance à la redécouverte, à la systématisation et à l'amélioration des connaissances et pratiques scientifiques indigènes qui sont la résultante de plusieurs siècles d'observation, d'expérience et de sagesse, en particulier dans le domaine de la médecine et de la nutrition.**

**La recherche-développement devrait également explorer les possibilités d'utilisation des produits de base négativement touchés par les changements technologiques. L'amélioration des technologies rurales existantes dans le domaine de l'agriculture, de la transformation et de la conservation des produits alimentaires et de l'économie d'énergie devrait également être élevée au rang de priorité. Dans le domaine rural, les artisans et les forgerons devraient également être encouragés à jouer un rôle plus important.**

**Le succès en matière de développement technologique enregistré dans certains pays africains devrait être étudié par les autres pays dans leurs efforts visant à assurer leur progrès technologique. Le Nigéria par exemple a participé avec succès à la mise au point et au transfert d'une bonne partie des technologies qu'elle utilise dans les industries du pétrole, dans la production sidérurgique, dans le montage de véhicules-automobiles et dans la conserverie; le Kenya a mis en place des usines de traitement du thé ou du café; le Sénégal s'est doté de compétences dans la préparation et dans le conditionnement du poisson; l'Egypte a développé une industrie chimique et pharmaceutique impressionnante, etc. Ces exemples de réussite technologique devraient être utilisés pour montrer la voie à suivre aux autres pays et pour leur faire prendre confiance en eux-mêmes.**

## **VI. LE CINQUIEME DEFI : OPTIMISATION DE L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES ETRANGERES**

**Il existe une littérature abondante sur les transferts de technologies et de nombreux débats ont déjà été consacrés à ce thème. Les différentes écoles de pensées ont débattu en long et en large, des choix technologiques. Les caractéristiques et les avantages de technologies appropriées ont été définis et évalués, de même que les conditions et pratiques appropriées de sélection, de transfert et d'assimilation des technologies étrangères. Les organisations internationales, en particulier l'ONUDI et la CNUCED, ont mis au point des**

outils appropriés et pratiques en ce qui concerne les systèmes d'information ainsi que l'évaluation, et la formulation de politiques et de contrats de transfert de technologies. Elles offrent également des cours de formation et des services consultatifs dans ces domaines.

Le complexe technologique mondial qui s'est créé au fil des années est le produit d'échanges commerciaux et autres et de transferts quotidiens intenses de connaissances et de technologies qui s'effectue sous diverses formes, et divers canaux et mécanismes entre les différents pays de la planète et particulièrement entre les principaux producteurs de technologies. Les pays développés qui détiennent le leadership technologique dans certains domaines sont en train de cueillir les fruits du monopole technologique temporaire qu'ils ont acquis par le biais de la recherche-développement intensive.

Une somme considérable de technologies et de connaissances sont également en train d'être transférées entre ces "locomotives" technologiques. Les pays nouvellement industrialisés se sont arrangés pour s'intégrer dans ce complexe, dans une certaine mesure en produisant à bon marché des produits technologiques de consommation de type intermédiaire: télévisions, radios, téléphones, montres, ordinateurs etc.. Les pays en développement éprouvent de sérieuses difficultés pour contourner les barrières qui s'opposent à leur entrée dans ce complexe parce qu'ils manquent de capital humain qualifié, de capitaux financiers et surtout parce que le climat de l'activité commerciale et industrielle qui règne sur leur territoire n'est pas compétitif.

Les pays africains ont fait beaucoup de progrès dans le domaine de la formation de la main-d'oeuvre en particulier aux niveaux les plus élevés mais le niveau général d'instruction en Afrique est encore inférieur à ce qu'il était au Japon par exemple il y a 100 ans en terme d'alphabétisation et de taux de fréquentation scolaire. Le manque de capitaux peut être surmonté dans une certaine mesure par la focalisation des efforts sur l'assimilation des connaissances et technologies pertinentes tombées dans le domaine public mais il faudra toujours une certaine quantité de capitaux pour mettre celles-ci en pratique. Les technologies à forte intensité de main-d'oeuvre semblent dans plusieurs cas le seul choix possible.

La nature et le degré de "paquetage" d'une opération de transfert de technologie ne peuvent être discutés et décidés que dans un contexte très

spécifique. Ils dépendent de la capacité technologique du pays bénéficiaire, de ses politiques commerciales, fiscales et monétaires (politique des changes) d'une part et d'autre part, de l'avantage technologique du fournisseur et de ses stratégies vis-à-vis de ses concurrents ainsi que de la structure du marché international. Si l'acquéreur entre en compétition avec le fournisseur, il est évident que la transaction va être assortie de restrictions puisque la valeur commerciale d'une technologie diminue généralement avec l'accroissement de l'accès à cette technologie.

Les canaux les plus adéquats pour le transfert de technologie dépendent également des caractéristiques du fournisseur et de l'acquéreur et de la nature de la technologie transférée. Les avantages relatifs et les inconvénients de l'investissement étranger direct, des co-entreprises, des projets clés en mains et produits en main, des accords contractuels spécifiques, des accords d'attribution de licences, des accords d'assistance technique, des accords de gestion etc.. sont influencés par diverses variables telles que la taille du projet, le secteur de l'économie, la disponibilité de ressources financières, humaines et matérielles, les politiques générales adoptées en matière économique et le pouvoir de négociation du pays acquéreur.

Ce qu'il convient de retenir, c'est que le pays acquéreur doit avoir la capacité d'évaluer les différentes options qui s'offrent et choisir celles qui maximisent ses bénéfices sociaux. En général, les Africains ont toujours surestimé leur capacité de gestion des technologies importées.

Une méthode prometteuse de transfert de technologies qui a été appliquée avec succès par le Japon dans les années 50 et dans les années 60 et par les pays nouvellement industrialisés dans les années 70 et 80, est la rétrotechnique. L'Afrique a incontestablement beaucoup à gagner avec cette méthode de transfert de technologie.

Finalement, il convient de se rappeler que l'assimilation de la technologie ressemble beaucoup à l'apprentissage du Chinois ou à l'apprentissage de la natation. C'est un processus graduel et de longue haleine d'apprentissage par la pratique. Elle requiert de la patience et des efforts constants.

## VII. CONCLUSION

Au cours des 20 dernières années, les responsables africains ont produit divers documents politiques dans le domaine de la science et de la technologie: **CASTAFRICA 1**, le **Plan d'action de Vienne**, le **Plan d'action de Lagos**, **CASTAFRICA 2**, le premier et le deuxième congrès des chercheurs africains etc.. Les politiques préconisées ont été difficiles à mettre en oeuvre. Certaines d'entre elles ont été négligées de n'ont pas été appliquées par manque de volonté politique; d'autres n'ont pas pu être réalisées par manque de ressources. L'accent a été trop mis sur le secteur public et un rôle trop important a été assigné au gouvernement. Avec le refus de l'interdépendance, l'Afrique a sombré dans une plus grande dépendance. L'accroissement des efforts de recherche n'a pas produit les résultats attendus et le transfert de technologies n'a pas été couronné de succès notamment parce que des conclusions inadéquates ont été tirées des erreurs commises par le passé. Les effets destructeurs de la technologie ne sont pas bien compris et les efforts déployés pour préserver les traditions culturelles, les valeurs ancestrales et les coutumes sociales, les comportements économiques, les croyances primitives et les pratiques rituelles constituent un frein à tout progrès véritable. Les résultats enregistrés dans l'ensemble contribuent pratiquement au maintien de la vaste majorité des populations africaines, particulièrement celles des zones rurales dans les mêmes conditions que celles qui prévalaient il y a 20 ans.

Les pays africains sont confrontés à des défis de taille dans la recherche de la voie qui mène au décollage technologique et à l'intégration au complexe mondial. Les très sérieux obstacles qu'ils doivent surmonter sont multidimensionnels. Leurs solutions font appel à une nouvelle pensée et à des actions courageuses, également multidimensionnelles. Il est malheureusement peu probable que les actions requises soient entreprises et le scénario le plus probable pour l'Afrique au cours des 20 prochaines années est celui où le continent va s'écarter davantage du principal complexe technologique mondiale qui est en train de connaître une expansion rapide. Le fossé technologique continuera à se creuser de manière exponentielle causant des troubles considérables tant pour les pays développés que pour l'Afrique et en particulier l'Afrique au sud du Sahara.

Dans le cadre de la présente étude nous nous sommes efforcés de proposer des politiques, des orientations et des mécanismes propres à assurer

l'ancrage de l'Afrique au complexe technologique mondial, à créer un climat capable d'assurer le développement technologique, à reconvertir les mentalités pour une plus grande réceptivité des populations à la science et à la technologie, à optimiser la productivité de la recherche-développement et à tirer le meilleur parti possible des technologies étrangères. Des progrès sont possibles dans chacun de ces domaines pourvu que les mesures appropriées soient prises avant qu'il ne soit trop tard. Le temps est une ressource stratégique que les africains doivent apprendre à gérer de manière efficiente.

13. UNESCO, Science, Technologie et Développement Endogène en Afrique. CASTAFRICA II. Etudes et documents de politique scientifique, no. 69; Paris, 1988.
14. UNIDO, Industrial Technology in the 1980s and 1990s: the Contribution of UNIDO to the Vienna Programme of Action on Science and Technology for Development. V89-56668, Vienna, 1989.
15. UNIDO, Strengthening of the Capability of African Countries for the Development and more Effective Utilization of Science and Technology for Industrial Development. V87-85403. Vienna, 1987.
16. UNITED NATIONS, The Vienna Programme of Action on Science and Technology for Development. 1989.

# EXAMEN DES LOIS REGISSANT LES BREVETS EN AFRIQUE

## I. INTRODUCTION

La présente étude se propose de donner une vue globale de la situation relative aux lois régissant actuellement les brevets en Afrique. La plupart des lois en vigueur dans les Etats membres de la CEA et les deux organisations régionales s'occupant de brevets, à savoir l'Organisation Régionale Africaine de la Propriété Industrielle (ARIPO) et l'Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle (OAPI) montrent qu'en général les pays africains prévoient la protection des principaux objets de la propriété industrielle tels que les inventions, les marques de fabrique et les modèles industriels<sup>1</sup>.

La plupart des lois régissant les brevets dans les Etats membres africains contiennent les dispositions suivantes: création d'un office national, conseils, pouvoirs du commissaire, fonctions de l'office national, demande d'enregistrement, résiliation d'enregistrement, appels, possibilité d'obtenir des informations, sanction pour manoeuvres frauduleuses, rétention ou divulgation d'informations par le personnel et pénalités, infractions par des personnes morales. Il y a des liens avec ce qui suit: objets protégés, critères d'obtention de la protection, objets exclus de la protection, procédure d'enregistrement, portée des droits exclusifs, durée et entretien, cessions et licences.

Avant de donner une image d'ensemble des lois qui régissent les brevets dans certains pays africains par l'intermédiaire de l'ARIPO et de l'OAPI, en rapport avec certaines recommandations sur le transfert de technologie et de développement, l'étude se concentre d'abord sur les définitions spécifiques qui permettront de comprendre ce que recouvre le terme régime des brevets ainsi que ses incidences.

---

<sup>1</sup> La situation de la propriété industrielle dans les pays africains, OMPI, Genève, 1987.

---

## II. LE REGIME DES BREVETS

Les principaux instruments juridiques réglementant le système de la propriété industrielle sont les brevets et les marques de fabrique.

Les marques de fabrique sont universellement reconnues comme un moyen utilisé par un producteur ou un distributeur pour identifier les biens ou les services qu'il fabrique ou vend; grâce à cette identification, il est généralement possible de distinguer les biens selon leur origine

Le brevet, d'après certaines normes internationales, a été traditionnellement le moyen juridique de protection des inventions réelles qui remplissent les conditions nécessaires de protection sur la base de la nouveauté, de l'inventivité et de l'applicabilité industrielles. En d'autres termes, le souci d'encourager et de protéger les inventions et les innovations ou d'autres formes de créativité, conduit à une reconnaissance juridique, dans des formes diverses et sous réserve de conditions spécifiques de la propriété de personnes particulières. Cela leur permet d'exercer leurs droits, à exclure d'autres (sous forme de monopole dans le temps) ou à restreindre la participation de ceux-ci aux avantages liés au droit de propriété<sup>2</sup>.

En l'absence de telles divulgations, les inventeurs pourraient être tentés de garder leurs inventions comme secret de fabrication et de les exploiter (si possible) de manière rationnelle dans l'intérêt du public. Une invention qui a été faite mais n'a pas été divulguée et utilisée, n'a aucune valeur économique. Le brevet est le moyen juridique permettant à l'Etat de contrôler normalement les inventions.

Le noyau d'un régime de brevets se compose de la législation de l'Etat qui repose nécessairement sur les propriétés et les politiques retenues dans chaque Etat et que réglementent les besoins et les intérêts nationaux. En établissant une telle législation, un Etat qui est signataire d'accords internationaux sur les droits de propriété devrait être tenu de respecter les dispositions desdits accords. Cependant, les traités pertinents ne constituent qu'un cadre, et laisse beaucoup de latitudes aux législations nationales pour

---

<sup>2</sup> Voir les définitions traditionnelles des droits conférés par un brevet (Section 21 of Model Law on Inventions for developing countries, BIRPI, publication No. 800 E).

Etats ne peuvent pas effectuer de brevets d'examen. Ainsi, ils exploitent un système d'octroi de brevets après un examen en bonne et due forme de la demande de brevet.

Le seconde catégorie d'Etats comprend le plus grand nombre d'états, à savoir le Botswana, la Gambie, le Ghana, le Kenya, la Sierra Leone, l'Ouganda et le République-Unie de Tanzanie. Ces pays ont une législation dépendante, mentionnée quelquefois comme un système de réenregistrement. En général, leurs lois prévoient que pour qu'un brevet jouisse d'une protection monopolistique dans ces pays, il doit d'abord en bénéficier dans un pays étranger afin du réenregistrement ensuite dans lesdits pays. Ce qui est réenregistré est une copie certifiée des caractéristiques techniques et un certificat de propriété dans le pays étranger. L'exemple en est fourni par la méthode de demande d'enregistrement au Kenya. La loi régissant le brevet au Kenya stipule que<sup>12</sup> : "une demande d'enregistrement d'un brevet au titre de cette loi sera faite auprès du Greffe dans les formes prescrites, accompagnée de la redevance prévue, de deux copies certifiées de la description des spécifications du brevet du Royaume-Uni et du certificat du Contrôleur Général des brevets, modèles et marques de fabrique du Royaume-Uni, donnant tous les détails de l'octroi du brevet sur cette description des spécifications.

Comme souligné dans le rapport 1976-1986 de l'ARIPO, le système en vigueur pour cette catégorie est moins avantageux que celui de la première catégorie pour les raisons suivantes:

a) Il prive les nationaux et les résidents des pays concernés de la possibilité de déposer une demande de brevet dans leurs pays de résidence;

b) Le demandeur du brevet aurait à payer des redevances d'agence et d'autres taxes en devises fortes, lesquelles sont difficiles à se procurer;

---

<sup>12</sup> Section 5 de la "Kenya Patents Registration Act", Cap. 508 (Rev. 1962).

réglementer les brevets. Puisque les inventions applicables au plan industriel sont si essentielles au développement technologique et industriel et en définitive à l'ensemble du développement économique et social, la législation sur les brevets permet inmanquablement à l'Etat d'appliquer une gamme de dispositions relatives aux inventions. Parmi celles-ci une durée limitée de jouissance exclusive (généralement de 10 à 20 ans); l'extinction du brevet et son transfert au domaine public; et la nécessité d'informations spécifiques précieuses concernant l'invention comme base d'octroi du brevet<sup>3</sup>. Faute d'un régime efficace et établi localement, l'Etat serait incapable de réglementer les inventions de la manière qu'on vient d'indiquer.

### **III. BREVET ET MODELE D'UTILITE**

Certains pays non seulement font fonctionner un système de brevets, mais utilisent également un modèle d'utilité comme moyen pour protéger les initiatives novatrices qui ne pourraient pas, à proprement parler, être qualifiées d'inventions<sup>4</sup>.

Le but principal de la protection du modèle d'utilité est de rendre disponible, outre les brevets, un système de protection qui n'exécute pas nécessairement toutes les prescriptions de la brevetabilité; ces inventions sont protégées plus facilement mais dans une moindre mesure. Un tel système complémentaire peut être placé à un niveau relativement élevé s'agissant des clauses et conditions de protection ou à un niveau considérablement inférieur, sans la caractéristique d'un processus inventif. Il peut également être combiné avec le brevet de sorte que, pour une invention donnée, une demande de brevet et une demande d'enregistrement d'un modèle d'utilité soient remplies, le demandeur exprimant le souhait d'obtenir un enregistrement du modèle d'utilité seulement si la demande de brevet n'a pas été retenue<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> CNUCED, Le rôle du système de brevet en matière de transfert de technologie dans les pays en voie de développement, Genève.

<sup>4</sup> Voir note 5.

<sup>5</sup> Voir note 5.

Un tel système de protection pour des niveaux d'innovation essentiels a été et demeure en usage dans certains pays industrialisés tels que la République Fédérale d'Allemagne, l'Italie, le Japon, la Pologne, la France, la République de Corée et l'Espagne<sup>6</sup>. D'autres pays industrialisés étudient également l'introduction d'un tel système de protection. Cependant, c'est peut-être dans les pays en développement qu'il répondrait le plus aux besoins, étant donné qu'il a été observé dans le contexte des pays en développement<sup>7</sup>.

Le régime international des brevets affecte largement les innovations qui sont aux frontières du progrès technologique. Bon nombre de ces innovations ne sont pas adaptées à la plupart des pays du tiers monde. A cet égard, le débat sur les brevets était déplacé parce qu'il méconnaissait les technologies susceptibles d'être appliquées à de larges couches de la population du tiers monde.

Il est à juste raison proposé que, pour ces pays, le système des brevets soit remplacé par un système de modèles d'utilité pour accorder la protection, principalement aux améliorations apportées localement aux produits, études, services et procédés qui sont déjà tombés dans le domaine public<sup>8</sup>.

De telles technologies disponibles ne pourront peut-être pas incorporer totalement ou même en grande partie l'élément local. Il appartiendra à l'inventeur local d'utiliser les ressources locales et de tenir compte des besoins et des goûts locaux connus, et d'ajouter ces éléments à la technologie initiale. La protection de l'Etat pour de telles inventions intermédiaires est susceptible de promouvoir les compétences techniques locales et de faciliter l'émergence d'une base pour de véritables inventions devant être protégées au moyen de brevets.

---

<sup>6</sup> Voir "Patents and Appropriate" Technology, C. Juma, The Case of Utility Certificates, Appropriate Technology, Vol. 14.

<sup>7</sup> Voir note 8.

<sup>8</sup> Voir note 8.

## **IV. LEGISLATION RELATIVE AUX BREVETS DANS CERTAINS PAYS AFRICAINS**

### **A. Dans les Etats membres de l'ARIPO**

#### **1. Organisation régionale africaine de la propriété industrielle**

L'ARIPO est une organisation africaine spécialisée dans le domaine de la propriété industrielle, y compris les brevets<sup>9</sup>. Elle a été un centre permanent de documentation et d'information sur les brevets disposant de documents de brevets et de matériel micrographique et a été en mesure de fournir aux utilisateurs des informations technologiques contenues dans les documents des brevets.

En plus de son rôle de banque de documentation sur les brevets pour la région, l'Organisation sert de centre de formation à l'intention du personnel de son secrétariat et du personnel technique juridique de ses Etats membres actuels ou potentiels qui pourront doter en personnel leurs offices nationaux des brevets et leurs centres de documentation et d'information sur les brevets.

l'ARIPO dispose d'un système d'études industrielles et de brevets dénommé Protocol on Patents and Industrial Designs<sup>10</sup>.

Dans le cadre de ce système, un déposant sollicitant l'octroi d'un brevet ou l'immatriculation d'un modèle industriel peut, dans sa demande, désigner un ou tous les Etats parties au Protocole. Ces Etats appelés Etats désignés peuvent cependant refuser de protéger un brevet si, à leur avis, il n'est pas conforme aux dispositions du Protocole ou à leur législation nationale.

---

<sup>9</sup> ARIPO, Ten years report 1976-1986, ARIPO, Harare, Zimbabwe, 1986.

<sup>10</sup> ARIPO Harare Protocole, Annex 11, 3, voir note 15.

Si un brevet est octroyé par l'Office de l'ARIPO, il prend effet sur le territoire d'un Etat désigné comme s'il s'agissait d'un brevet national dudit Etat.

Les technologues de l'Office de l'ARIPO, examinent, à partir des données du Centre régional de documentation et d'information sur les brevets, les demandes de brevets en vue de l'octroi de brevets d'inventions, au nom des Etats contractants désignés. En effectuant cet examen, ils font participer le personnel des bureaux nationaux des brevets pour que ce dernier apprenne aussi la technique de l'examen.

Le système, au titre du Protocole, génère des recettes provenant des frais de demandes et d'autres redevances. Certaines de ces redevances sont partagées entre, d'une part l'ARIPO et d'autre part les Etats désignés. On espère qu'à long terme, l'Organisation atteindra l'autosuffisance financière grâce aux recettes ainsi produites.

## 2. La législation sur les brevets dans les Etats membres de l'ARIPO

Les 12 Etats membres de l'Organisation régionale africaine de la propriété industrielle entrent dans deux catégories principales s'agissant de leur législation sur les brevets<sup>11</sup>.

Certains Etats tels que le Malawi, la Zambie et le Zimbabwe qui ont des législations indépendantes, prévoyant un examen technique des demandes de brevet portant sur les trois principaux impératifs liés à la nouveauté, à l'inventivité et à l'application industrielle. Cependant, en raison de la nécessité d'un personnel technique hautement qualifié pour effectuer cet examen et dont ces pays ne disposent pas, et l'insuffisance de la documentation sur les brevets ainsi que de matériel micrographique, ces

---

<sup>11</sup> i) Voir: la situation de la propriété industrielle dans les pays africains, OPIB, Genève, 1987.

ii) Les Etats membres de l'ARIPO sont les suivants: Botswana, Gambie, Ghana, Kenya, Malawi, Ouganda, République-Unie de Tanzanie, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Zambie et Zimbabwe.

c) Le demandeur pourrait être amené à effectuer quelques déplacements dans le pays où la demande a été déposée, ce qui serait également coûteux en temps et en argent;

d) Les documents de brevet devant être déposés dans l'Etat membre de l'ARIPO ne suffisent pas à fournir au public les informations techniques nécessaires. Ce facteur est essentiel en raison du fait qu'un régime de brevets est censé divulguer les informations techniques aux fins d'acquisition et d'adaptation technologiques;

e) Le système bafoue la souveraineté des Etats tenus d'appliquer, pour ainsi dire, les lois d'un autre Etat souverain;

f) La seule redevance recouvrable est celle payée pour le réenregistrement d'un brevet. Un pays donné ne pouvant donc pas recouvrer toutes les redevances liées à une demande de brevet, en monnaie étrangère ou même en monnaie locale, le système prive les pays concernés de recettes considérables. Le rapport sur les 10 ans de l'ARIPO indique également qu'en somme, ce système décourage les inventeurs locaux; il ne fait que transformer le pays d'enregistrement en simple marché de produits finis des inventions brevetées à l'étranger; il est coûteux pour l'inventeur local et prive les pays concernés de devises.

### **3. Le Protocole de Harare**

Le Protocole sur les brevets et les études industrielles vise à mettre fin à l'anomalie découlant des législations dépendantes des membres de l'ARIPO<sup>13</sup>. Cependant, dans la plupart de ces pays, le Protocole est encore inopérant. Avec l'entrée en vigueur du Protocole, les Etats contractants auraient dû l'incorporer en même temps dans leurs législations nationales en matière de brevets et d'études industrielles. Il faut regretter que certains des Etats ne l'aient pas encore fait.

Le Protocole stipule qu'une demande de brevet de l'ARIPO sera enregistrée au bureau de la propriété industrielle d'un Etat contractant qui la transmettra

---

<sup>13</sup> Voir "The Role of Patents in Technology Acquisition and Transfer" par J.J.M. Ntagoba, ARIPO, 1986.

à l'Office de l'ARIPO pour un examen de fond après que le bureau récepteur l'aura examinée. A moins que le Protocole ait été intégré dans la législation nationale du pays du bureau récepteur, il est impossible d'enregistrer une demande de brevet dans le bureau national concerné.

#### **4. Le rôle des mandataires dans les Etats membres de l'ARIPO**

A l'exception du Zimbabwe où existe un institut très actif et probablement du Malawi où les membres de l'Institut du Zimbabwe peuvent agir directement et sans entrave, l'activité est très faible dans les autres pays de l'ARIPO en ce qui concerne les brevets. Dans la plupart de ces pays, la loi stipule que tout Avocat de la Haute Cour assumera automatiquement le rôle de mandataire en matière de brevets<sup>14</sup>.

Le caractère technique des brevets, l'absence de dispositions législatives appropriées, l'absence de fait d'infrastructures de la propriété industrielle et la pénurie générale de juristes spécialisés dans le domaine des brevets, constituent autant d'obstacles à la promotion des brevets. Les brevets et les demandes de brevets ne sont examinés que dans le contexte des dispositions juridiques des législations désuètes et dépendantes. De plus, les hommes de loi sont davantage attirés par d'autres domaines juridiques qu'ils connaissent bien et qui, en tout cas, leur rapportent des revenus substantiels. Il n'y a presque pas de spécialistes de la propriété industrielle. Tout ceci se traduit par une indifférence des praticiens face aux brevets.

#### **5. Place accordée aux brevets dans les bureaux nationaux**

A ce stade où l'ARIPO est prête à établir des liens avec les bureaux de la propriété industrielle de ses Etats membres, et en particulier lorsque chacun de ces bureaux aura été constitué en centre de liaison pour le Centre de documentation et d'information sur les brevets de l'ARIPO, on espère que

---

<sup>14</sup> Voir note 13 i).

ces bureaux feront preuve de dynamisme afin de mettre sur pied une section assez importante qui s'occupera des questions relatives aux brevets<sup>15</sup>.

A plusieurs occasions, des juristes de ces bureaux ont suivi des stages de formation à l'étranger sous les auspices de l'OMPI. Certains d'entre eux ont participé à des séminaires et ateliers de l'ARIPO et de l'OMPI. Cette formation a été axée sur la formation des agents des bureaux nationaux de la propriété industrielle.

Afin de mettre sur pied de façon cohérente les centres nationaux de documentation et d'information sur les brevets, il importe de maintenir en place le personnel de ces bureaux ayant de l'expérience dans le domaine de la propriété industrielle dans le but d'assurer une certaine continuité. En fait, comme mesure d'incitation, un plus grand nombre de postes de niveau supérieur auxquels ce personnel serait promu, devraient être créés dans ces bureaux.

## **B. Dans les Etats membres de l'OAPI**

### **1. L'Organisation africaine de la propriété intellectuelle (OAPI)**

Créée par un accord signé à Libreville (Gabon) le 13 Septembre 1962 et portant création de l'Office africain et malgache de la propriété industrielle, l'OAPI tire son nom actuel de l'Accord relatif à la création d'une organisation africaine de la propriété intellectuelle signé à Bangui le 2 mars 1977 et en vigueur depuis le 8 février<sup>16</sup>.

Bien que l'OAPI s'occupe des arts et des lettres ainsi que de la propriété industrielle, la présente étude ne traite que des brevets<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup> Voir note 15.

<sup>16</sup> L'OAPI comprend actuellement les pays suivants: Bénin, Cameroun, République Centrafricaine, Congo, Côte d'Ivoire, Gabon, Burkina Faso, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad et Togo.

<sup>17</sup> Pour plus de détails, voir Bulletin de l'Office européen des brevets, Munich.

L'Accord de Bangui établi dans le cadre de la Convention de Paris<sup>18</sup> est un système commun spécial de législations sur l'obtention et le renouvellement des brevets. Les principales caractéristiques de ce système sont l'uniformité de la législation applicable dans les Etats membres et une procédure administrative centralisée au sein de l'Organisation. En vertu de ce système, un brevet unique est subdivisé en brevets nationaux distincts dans les différents Etats membres.

L'OAPI poursuit une double tâche:

a) Appliquer les procédures administratives communes pour l'octroi et le renouvellement de brevets sur la base de la législation uniforme prescrite par l'Accord de Bangui<sup>19</sup>;

b) Fournir les documents et les services d'information sur les brevets qui doivent être centralisés par l'Organisation et mis à la disposition des Etats membres, en particulier pour répondre à leurs besoins de développement technique et industriel.

## **2. Octroi de brevet**

Les conditions formelles applicables aux brevets sont spécifiées aux articles 11 à 14 de l'Annexe I de l'Accord de Bangui. Une demande n'est acceptée que si elle est accompagnée de reçus prouvant le paiement des redevances de dépôt et de publication<sup>20</sup>.

La demande doit être examinée pour établir si l'invention est oui ou non brevetable et si les documents ont été déposés dans les formes et les détails requis. Si cet examen est défavorable, la demande est rejetée. La plupart des

---

<sup>18</sup> Organisation Mondiale de la propriété intellectuelle, OMPI, informations générales, p. 16, Genève 1986.

<sup>19</sup> Voir l'Accord de Bangui, Annexe I.

<sup>20</sup> Voir note 19, OEB Extract 2/1983.

insuffisances formelles peuvent toutefois être corrigées dans un délai de deux mois à la suite d'une invitation de l'Organisation dans ce sens.

Le Conseil d'administration de l'OAPI détermine les domaines technologiques pour lesquels un rapport doit être élaboré sur l'innovation, l'inventivité et la possibilité d'applications industrielles. A ce jour, le Conseil d'administration n'a pris aucune décision à cet effet. Les brevets sont octroyés après l'élaboration d'un rapport (s'il y a lieu) mais aucun examen approfondi n'est effectué.

### **3. Règles de fond**

Cette question est traitée dans le titre I de l'annexe I, de l'Accord de Bangui. La durée du brevet est de 10 ans; celle-ci peut être prorogée à 20 ans par deux prolongations successives de 5 ans à condition que l'invention brevetée soit industriellement réalisable sur le territoire des Etats membres de l'OAPI ou qu'un motif valable de l'impossibilité de la mettre en oeuvre soit établi.

Tout comme pour les brevets, il existe dans l'Annexe II de l'Accord de Bangui, une disposition pour les modèles d'utilité concernant des instruments et des outils nouveaux et industriellement applicables. La durée d'un modèle d'utilité est de cinq ans et peut être prorogée de trois ans à condition que le modèle soit industriellement exploité dans le territoire de l'un des Etats membres, dans les mêmes conditions que pour les brevets.

## **V. RECOMMANDATIONS POUR L'ETABLISSEMENT D'UN REGIME DE BREVETS EFFICACE EN AFRIQUE**

On ne saurait assez insister sur le fait que les brevets sont la source d'information technologique la plus riche, la plus importante et la plus fiable. Pour disposer d'un régime de brevets fiable et efficace, capable de fournir la technologie en vue du développement socio-économique, il convient de prendre les mesures ci-après:

a) Les pays concernés doivent établir les éléments constitutifs d'une base technologique. A cet égard, chaque pays doit s'efforcer de créer un centre national pour la technologie et le développement, dont les activités doivent être liées à celles des institutions nationales existantes, relatives à la

technologie telles que les institutions de planification du développement, de la propriété industrielle (en mettant un accent particulier sur les brevets et les sujets connexes), de la normalisation et du contrôle de la qualité, des institutions supérieures d'enseignement et de formation et des systèmes juridiques dans le domaine des brevets.

b) **Elaboration de la législation moderne sur les brevets:** les pays concernés doivent élaborer des législations sur les brevets afin de réglementer l'entrée et la sortie de technologie. Ces législations doivent être indépendantes, prévoir la création de centres de documentation et d'information sur les brevets s'occupant du choix et de l'acquisition de technologie appropriée venant de l'extérieur, de la collecte de cette technologie ainsi que de la diffusion de l'information technologique contenue dans les brevets auprès des usagers et des usagers potentiels.

c) **La législation sur les brevets doit être complétée par d'autres mécanismes juridiques** qui non seulement assurent le contrôle de l'entrée et de la sortie de technologie et de savoir-faire technologique, mais doivent également veiller à ce que les nationaux soient suffisamment formés dans la technologie à acquérir. A cet égard, ce personnel devrait être formé dans les techniques de préparation et d'interprétation des opérations de transfert de technologie. Des campagnes de formation devraient être intensifiées pour la formation de juristes pour administrer le régime juridique des brevets, de technologues, pour examiner les brevets et surtout l'accent doit être mis sur la formation de formateurs locaux.

d) **Des efforts doivent être déployés pour élaborer un système visant à encourager la technologie locale** qui devrait constituer le pivot de toute infrastructure technologique digne de ce nom. A cet égard, les inventeurs et les créateurs locaux devraient être encouragés par les pouvoirs publics. Les petits inventeurs doivent être encouragés grâce à un mécanisme juridique qui favoriserait les petites mais utiles créations. Un système de petits brevets comme les modèles d'utilité ou les certificats d'utilité, devrait être élaborés à côté d'un système de brevets.

Dans le but d'encourager les inventeurs locaux, on lancerait également une campagne comportant les activités ci-après:

- a) Des expositions sur la technologie devraient être montées pour les innovateurs ruraux;
  - b) Les meilleurs exposants devraient être récompensés par la remise de certificats de reconnaissance et par des incitations financières;
  - c) Des publications nationales devraient paraître régulièrement;
  - d) Des produits issus d'inventions locales devraient bénéficier de marchés garantis et protégés vis-à-vis de produits similaires étrangers. A cet égard, les gouvernements devraient s'abstenir d'importer des biens pouvant être produits sur place en quantité suffisante;
  - e) Les gouvernements doivent mettre au point une politique d'implantation d'industries locales en s'assurant que, dans le cas où des experts étrangers sont employés dans ces industries, ils reçoivent des instructions pour transmettre leur savoir-faire aux experts et artisans locaux. Ils devraient également veiller à ce que ces industries locales soient interdépendantes afin de soutenir des économies industrielles intégrées;
  - f) Elaboration de politiques technologiques claires: bien qu'ayant jusqu'ici prôné la technologie, en particulier la technologie appropriée, la plupart des gouvernements africains n'ont pas dépassé le stade des bonnes intentions. C'est dire qu'il n'y a pas eu de politique technologique bien définie. Certains gouvernements ont évidemment créé des ministères et départements chargés spécifiquement de la technologie. Cependant, la majorité des gouvernements ont continué de minimiser la question qui devrait constituer la base de toute planification de la politique économique;
  - g) Coopération régionale et sous-régionale dans le domaine des brevets : il a été dit que les brevets étaient un sujet peu connu en Afrique. Il est également bien établi qu'aucun pays africain ne peut, à lui tout seul, créer et administrer un système de brevets autosuffisants et se vanter de sa réussite: un centre de documentation et d'information sur les brevets à part entière, capable d'acquérir, d'assembler, d'arranger de la documentation sur les brevets et de diffuser des informations aux utilisateurs de l'information technologique, n'est pas à la portée d'un seul pays africain ou en développement. Il y a très peu de juristes et de technologues formés dans le
-

domaine des brevets. Les rares cas existants n'ont pas l'expérience nécessaire pour administrer un régime de brevets. Cela explique pourquoi les pays qui ont des législations indépendantes sur les brevets ne sont pas en mesure d'effectuer un examen de fond concernant les demandes de brevets;

L'une des voies permettant aux pays africains d'administrer un régime de brevets viable passe par la mise en commun de leurs ressources administratives, financières et humaines en établissant une coopération régionale et sous-régionale. En conséquence, toute coopération régionale et sous-régionale dans le domaine de la propriété industrielle devrait être soutenue et renforcée. A cet égard, les gouvernements devraient redoubler d'efforts en matière de financement de ces institutions, en particulier en payant leurs contributions annuelles régulièrement et rapidement. En cas de besoin, il faudrait créer davantage d'institutions de ce type et tous les membres qualifiés devraient en faire partie;

h) Volonté politique et courage: le Plan d'action de Lagos pour le développement économique de l'Afrique qui retient l'an 2000 comme date de la réalisation de l'objectif d'autosuffisance technologique fournit un plan pour l'acquisition et la mise au point de technologie pour le développement économique et industriel du continent. Le chapitre V du Plan énonce un certain nombre de directives sur les mesures appropriées devant être prises par les Etats membres de l'OUA en vue d'acquérir la technologie désirée; on peut citer notamment l'octroi de ressources financières ainsi que la volonté politique et le courage de la part des responsables africains pour modifier en profondeur et à long terme la situation actuelle concernant l'utilisation de la science et de la technique en tant que base du développement socio-économique, à ce tournant décisif de l'histoire.

Le Plan d'action de Lagos a été adopté en 1980 par la Conférence des chefs d'Etat et de gouvernement de l'Organisation de l'unité africaine. La nécessité d'un programme intensif s'impose en matière de développement de la science et de la technologie. Cependant, neuf ans après l'adoption du Plan d'action de Lagos, tout le monde peut constater une certaine apathie face aux recommandations contenues dans ledit Plan, qui demandait également aux gouvernements "d'adopter des mesures pour assurer le développement d'une base scientifique et technologique adéquate et une application appropriée de la science et de la technologie en vue d'assurer le développement de l'agriculture, des transports et communications, de l'industrie y compris les

## BIBLIOGRAPHY

1. OECD, Crisis and Recovery in sub-Saharan Africa Paris, 1988.
2. OECD, Science and Technology Policy Outlook, 1988. Paris, 1988.
3. OUA Plan d'action de Lagos pour le développement économique de l'Afrique, 1990-200. 1981.
4. OUA/UNDP/UNESCO, Report of the First Congress of African Scientists. Brazzaville, 25-30 June 1987.
5. UNCTAD, Impact of New and Emerging Technologies on Trade and Development. CTD/B.C 6/136[Tab 6].
6. UNCTAD, Technology Policies for Development and Selected Issues for Action, Proceedings of a seminar organized by Islamic Development Bank and UNCTAD; New York, 1989.
7. S. Jugessur; Approaches to the Integration of Modern Science and Technology into Traditional African Culture. UNECA workshops on cultural prerequisites and the role of women in the application and development of science and technology in Africa. Addis Ababa, 28-30 March 1990.
8. UNECA/UNCRD, Report of the Symposium on Technology Development and Transfer for Rural Development. Arusha, Tanzania, 27 February to 3 March 1989.
9. UNECA/IGGESTED, Progress Achieved in the Development and Diffusion of Rural Technologies. Addis Ababa, November 1989.
10. UNECA/FAO Role of Technology in Small Farmers' Productivity in Africa. Addis Ababa, July 1989.
11. UNESCO, La Vulgarisation scientifique dans un monde qui change. impact, science et société no. 152, Paris, 1989.
12. UNESCO Priorité Afrique, Programme d'action proposé par le Directeur Général (1990-1995); Paris, Juin 1989.

agro-industries connexes, la santé et l'hygiène, l'énergie, le développement de l'éducation et de la main-d'œuvre, le logement, le développement urbain et l'environnement".

Etant donné que la majorité de la population vit dans les zones rurales, il va sans dire que les domaines susmentionnés constituent la base essentielle du développement de la plupart, voire de l'ensemble des pays africains. A en juger par l'accent verbal mis sur ces domaines par les gouvernements, il est clair que lesdits gouvernements n'ignorent certainement pas leur importance cruciale. Cependant, une telle prise de conscience doit aller de pair avec l'enthousiasme et la détermination afin de s'attaquer aux obstacles qui entravent le développement des domaines précités.

La récession mondiale actuelle et l'inflation peuvent certes être avancées par les pays concernés pour expliquer l'échec; cependant, pour mettre sur pied des centres modernes de documentation et d'information sur les brevets, on ne peut certainement pas avancer les mêmes raisons pour expliquer l'échec de la prise de conscience du rôle essentiel des brevets dans le développement technologique par le renforcement de ses propres bureaux de la propriété industrielle. On ne peut non plus avancer avec conviction le manque d'enthousiasme dans le renforcement des organisations régionales existantes, telles que l'ARIPO et l'OAPI qui ont été créées pour aider ces pays à résoudre collectivement ces problèmes. Ces organisations régionales peuvent être soutenues et renforcées grâce au paiement rapide et régulier par les Etats membres de leurs contributions financières au budget des organisations ainsi qu'au renforcement des infrastructures nationales qui pourraient servir de points de liaison pour les organisations régionales.

Un examen de la liste des Etats membres de l'ARIPO et de l'OAPI montre l'existence d'un certain nombre d'institutions avec lesquelles ces organisations pourraient mener des activités communes. Ce sont des :

- a) Institutions de planification du développement;
- b) Institutions financières et d'investissement;
- c) Institutions de recherche-développement;
- d) Institutions d'enseignement et de formation;

e) Systèmes de propriété industrielle (par exemple des centres de documentation et d'information sur les brevets);

f) Systèmes de normalisation et de contrôle de la qualité;

g) Systèmes juridiques (par exemple des législations sur la propriété industrielle).

Si les pays concernés font preuve de sérieux dans l'acquisition et le développement de la technologie comme il se doit, alors les laisser stagner dans leur situation d'antan est pour le moins la preuve d'un manque de volonté politique et de courage surtout après que le Plan d'action de Lagos leur eut tracé la voie.

La création de l'ARIPO et de l'OAPI, si elle ne s'accompagne pas du développement et du renforcement des infrastructures nationales, ne peut aboutir à l'objectif souhaité; tout comme la simple création d'une organisation régionale sans l'appui financier et politique nécessaires pour la rendre viable et efficace dans la réalisation de ses objectifs, ne peut promouvoir le développement technologique des Etats membres.

---