

DYNAMIQUE ET USAGE DES RESSOURCES RENOUVELABLES

Colloque de clôture

Orléans, 16 et 17 octobre 1996



Orstom

ORSTOM

Action incitative

Dynamique et usage des ressources renouvelables

Colloque de cloture

Orléans, les 16 et 17 octobre 1996

Comité scientifique

J.-M. Betsch, J. Boutrais, C. Chaboud, P. Cury, G. Dupré, Y. Gillon, C. Mullon, A. Pavé, M. Rieu, M.-A. Roche, J. Weber



Organisation

F. Cudennec

27 FEV. 1998

F



COMMUNICATIONS

COMMUNICATIONS

CONTRIBUTEURS

INTRODUCTION : L'ACTION INCITATIVE DYNAMIQUE ET USAGE DES RESSOURCES RENOUVELABLES	9
LES AGRO-ECOSYSTEMES DU BURKINA	13
ARTIFICIALISATION DES SAVANES SOUDANIENNES ET DYNAMIQUE D'UNE HERBE SPONTANEE UTILE.	37
L'EXTRACTIVISME, UNE RESSOURCE POUR LA GESTION DE LA FORET ?	57
ANTHROPISATION ET ARTIFICIALISATION	59
L'HOMME ET LA FORET DANS L'ENSEMBLE MERIDIONAL DE MADAGASCAR	77
TRANSFORMATIONS DE L'ENVIRONNEMENT	79
« LE DESERT, L'HOMME ET L'EAU » CHRONIQUE ATACAMENIENNE	83
RESSOURCE NATURELLE ET GESTION DECENTRALISÉE	97
CONSEQUENCE DU RACCOURCISSEMENT DU TEMPS DE JACHERE EN AFRIQUE TROPICALE	117
ADAPTABILITE DES STRATEGIES DE PECHE LES MODES D'EXPLOITATION DU LITTORAL DE GUINEE PAR LA PECHE ARTISANALE	119
GESTIONS INDIVIDUELLES ET COLLECTIVES DES JACHERES DANS LES ANDES CENTRALES	125
IMPACT HALIEUTIQUE, ECONOMIQUE ET SOCIAL DES DISPOSITIFS DE CONCENTRATION DE POISSON	147
MODELISATION DE DECISIONS INDIVIDUELLES DANS UNE EXPLOITATION HALIEUTIQUE.	149
DECISIONS ET STRATEGIES DANS LA GESTION DES RESSOURCES NATURELLES	167
LES LITTORAUX A MANGROVE, DES REGIONS FRAGILES ?	173
L'APPORT DE LA MODELISATION AUX QUESTIONS D'AMENAGEMENT DE LA PECHE DANS LE DELTA CENTRAL DU NIGER	185
L'EXTRACTIVISME ENTRE CONSERVATION ET DEVELOPPEMENT	203
LES BASES DE DONNEES OCEANOGRAPHIQUES, CONCEPTION ET EXPLOITATION	207

PARTICIPANTS

Daniel ALEXANDRE
Laboratoire d'Ecologie Végétale
URA - CNRS 1853 "Eco-Bio"
Campus de Beaulieu
Avenue du Général Leclerc
35042 - Rennes Cedex
Tel: 99.28.61.50
e-mail: Daniel-yves.Alexandre@univ-
rennes1.fr

Catherine AUBERTIN
Centre - ORSTOM - Ile de France
L.S.S
32, Avenue Henri Varagnat
93143 - Bondy Cedex
Tel: 48.02.55.14
Fax: 48.47.30.88

Jean Marie BETSCH
Muséum National d'Histoire Naturelle
4, Avenue du Petit-Château
91800 - Brunoy
Tel: 60.47.92.00
Fax: 60.46.57.19

Stéphane BOUJU
GPPE
C.P. 101
Penba
MOZAMBIQUE
Fax: (237)20.18.54

François BOUSQUET
CIRAD - GERDAT
UR Green
Campus de Baillarguet
B. P. 5035
34032 - Montpellier Cedex 1
Tel: 67.59.38.28
Fax: 67.61.59.86
e-mail: bousquet@cirad.fr

Jean BOUTRAIS
42, rue Yvonne
92340 - Bourg la Reine
Tel: 43.50.34.64
Fax: 43.50.34.64

Patrice CAYRE
ORSTOM
Département TOA
213, rue La Fayette
75480 - Paris Cedex 10
Tel: 48.03.76.72
Fax: 48.03.76.81

Christian CHABOUD
ORSTOM
HEA
911, Avenue Agropolis
B. P. 5045
34032 - Montpellier Cedex
Tel: 67.61.74.36
Fax: 67.61.78.00
e-mail: chaboud@orstom.rio.net

Marie-Christine CORMIER-SALEM
MNHN
Laboratoire d'ethnobiologie-biogéographie
57 rue Cuvier
75005 Paris
Tel: 40.79.34.28

Philippe CURY
ORSTOM
HEA
911, Avenue Agropolis
B. P. 5045
34032 - Montpellier Cedex
Tel: 67.41.94.10
Fax: 67.41.94.30
e-mail: cury@orstom.rio.net

DUGAST Stephan
ORSTOM
01 B. P. 171
Bobo-Dioulasso 01
BURKINA FASO
Tel: (226) 97.05.77 ou 98.01.28
Fax: (226) 97.09.42

Georges DUPRE
ORSTOM - Laboratoire Ermes
Technoparc
5, rue du Carbone
75072 - ORLEANS Cedex 2
Tél: 38.49.45.47
Fax: 38.49.46.16
e-mail: dupre@ermes.orleans.orstom.fr

Marie-Hélène DURAND
ORSTOM
HEA
911, Avenue Agropolis
B. P. 5045
34032 - Montpellier Cedex
Tel: 67.41.94.10
Fax: 67.41.94.30
e-mail: mdurand@orstom.fr

Jean-Marc ECOUTIN
ORSTOM - PELFISH
Jalan Pasir - Putih 1
Ancol Timur
Jakarta 14430
INDONESIE
Tel: (62.21) 645.96.15
Fax: (62.21) 645.96.15
e-mail: orstfish@rad.net.id

Laure EMPERAIRE
Muséum National d'Histoire Naturelle
Laboratoire d'Ethnobiologie - Biogéographie
57, rue Cuvier
75005 - Paris
Tel: 40.79.36.61
Fax: 40.79.38.15
e-mail: emperaire@cimrs1.mnhn.fr

Emmanuel FAUROUX
URM - REGARDS
B. P. 200
33405 - Talence Cedex
Tel: 56.84.68.52
Fax: 56.84.68.55
e-mail: fauroux@regards.cnrs.fr

Hubert De FORESTA
Forest Research and Development Center
ICRAF
J. I. Gunung Batu n°5
P. O. Box 161
Bogor - 16001
INDONESIE
Tel: 62 (251) 31.52.34
Fax: 62 (251) 31.55.67

Anne FOURNIER
 ORSTOM
 01 B.P. 171
 Bobo-Dioulasso 01
 BURKINA FASO
 Tel: (226) 97.12.69
 Fax: (226) 97.09.42
 e-mail : fournier@bobo.orstom.fr

Daniel GAERTNER
 ORSTOM
 HEA
 911, Avenue Agropolis
 B. P. 5045
 34 032 - Montpellier Cedex
 Tel: 67.61.94.10
 Fax: 67.54.78.00

Yves GILLON
 Muséum National d'Histoire Naturelle
 Laboratoire d'Entomologie Agricole
 45, rue Buffon
 75005 - Paris
 Tel: 40.79.34.21
 Fax: 40.79.34.22

Dominique HERVE
 ORSTOM
 C. P. 9214
 La Paz
 BOLIVIE
 Tel: (591.2) 34.14.25 ou 35.77.23
 Fax: (591.2) 39.18.54

Esther KATZ
 CIFOR
 Tobox 6596 - JKPWB
 Jakarta - 10065
 INDONESIE
 e-mail: e.katz@cgnnet.com

Francis LALOE
 ORSTOM
 HEA
 911, Avenue Agropolis
 B. P. 5045
 34 032 - Montpellier Cedex
 Tel: 67.61.74.49
 Fax: 67.54.78.00

Jean LE FUR
 ORSTOM
 HEA
 911, Avenue Agropolis
 B. P. 5045
 34032 - Montpellier Cedex
 Tel: 67.61.74.46
 Fax: 67.61.78.00
 e-mail : lefur@orstom.fr

Lidwine LE MIRE PECHEUX
 rue Frédéric Mistral
 13140 - Miramas - le Vieux
 Tel: 90.50.15.19

Jean-Paul LESCURE
 Muséum National d'Histoire Naturelle
 Laboratoire d'Ethnobiologie - Biogéographie
 57, rue Cuvier
 75005 - Paris
 Tel: 40.79.37.49
 Fax: 40.79.38.15

Geneviève MICHON
 ICRAF
 Forest Research and Development Center
 J.I. Gunung Botu n°5
 P. O. Box 161
 Bogor 16001
 INDONESIE
 Tel: 62 (251) 31.52.34
 Fax: 62 (251) 31.55.67

Bernard MOIZO
 ORSTOM
 B. P. 434
 101 Antananarivo
 MADAGASCAR
 Tel: (261) 23.30.98
 Fax: (261) 23.30.98
 e-mail: moizo@orstom.represent.mg

Pierre MORAND
 ORSTOM - Laboratoire Ermes
 Technoparc
 5, rue du Carbone
 45072 - Orléans Cedex 2
 Tel: 38.49.46.18
 Fax: 38.49.46.16
 e-mail: morand@ermes.orleans.orstom.fr

Christian MULLON
 ORSTOM - Laboratoire Ermes
 Technoparc
 5, rue du Carbone
 45072 - Orléans Cedex 2
 Tel: 38.49.46.18
 Fax: 38.49.46.16
 e-mail: mullon@ermes.orleans.orstom.fr

Jean-Claude NGINGUIRI
 Centre DGRST - ORSTOM
 B. P. 1286
 Pointe Noire
 CONGO
 Tel: (242) 94.02.38
 Fax: (242) 94.39.81

Alain PAVE
 Université Claude Bernard
 Lyon I
 43, Boulevard du 11 Novembre 1918
 69622 - Villeurbanne Cedex
 Tel: 72.44.80.00
 Fax: 72.43.11.68 ou 78.89.27.19
 e-mail: ap@nextap.univ-lyon1.fr

Florence PINTON
 18, rue Descartes
 75005 - Paris
 Tel: 40.97.73.52
 Fax: 40.97.71.55

PONCET Yveline
 ORSTOM
 c/o MCAC
 B. P. 84
 Bamako
 MALI
 Tel: (223) 22.43.05 ou 22.27.74
 Fax: (223) 22.75.88
 e-mail: poncet@bamako.orstom.ml

Roger PONTANIER
 ORSTOM
 B. P. 434
 1001 El Menzah
 Tunis
 TUNISIE
 Tel: (216 1) 75.00.09 ou 75.01.83
 Fax: (216 1) 75.02.54

Pierre POURRUT
 ORSTOM
 Casilla 34
 Correo 2
 Antofagasta
 CHILI
 Tel: (56 55) 24.11.48
 Fax: (56 55) 23.53.18
 e-mail: ppourrut@socompa.cecun.ucn.cl

Jacques QUENSIERE
 Muséum National d'Histoire Naturelle
 Laboratoire d'Ichtyologie
 43, rue Cuvier
 75005 - Paris
 Tel: 40.79.37.49
 Fax: 40.79.37.71

Hélène REY
 Faculté des Sciences Economiques
 B. P. 9606
 34054 - Montpellier Cedex 1
 Tel: 67.15.83.97
 Fax: 67.15.83.95

Michel RIEU
 ORSTOM
 Département DEC
 213, Rue La Fayette
 75480 - Paris Cedex 10
 Tel: 48.03.76.57
 Fax: 40.35.37.18
 e-mail: rieu@orstom.rio.net

Michel-Alain ROCHE
 1, cours de la commanderie
 17000 - La Rochelle
 Tel: 46.41.68.34 ou 46.41.52.45
 Fax: 46.41.68.34 ou 46.41.52.45

Claude ROY
 ORSTOM
 B. P. 70
 29280 - Plouzané
 Tel: 98.22.45.13
 Fax: 98.22.45.14
 e-mail : croy@orstom.fr

Georges SERPANTIE
 ORSTOM
 01 B.P. 171
 Bobo-Dioulasso 01
 BURKINA FASO
 Tel: (226) 97.05.77 ou 98.01.28
 Fax: (226) 97.09.42
 e-mail: serpantié@labo.orstom.bf

Jean-Jacques TAILLADE
 5, Quai de la Résistance
 34200 - Setes
 Tel: 67.74.22.34
 Fax: 67.74.08.28

Jacques WEBER
 CIRAD - UR GREEN
 42, Rue Scheffer
 75116 - Paris
 Tel: 53.70.20.85 ou 53.70.21.10
 Fax: 53.70.21.37
 e-mail: weber@cirad.fr

**INTRODUCTION : L'ACTION INCITATIVE
DYNAMIQUE ET USAGE DES RES-
SOURCES RENOUVELABLES**

Christian Chaboud

THEME 1 : ARTIFICIALISATION

Coordinateurs : Jean Marie Betsch, Yves Gillon

LES AGRO-ECOSYSTEMES DU BURKINA

FAUT-IL LES CONSIDERER COMME ARTIFICIALISES? (SI OUI A QUEL(S) NIVEAU(X)?)

D.-Y. Alexandre

I. Introduction

A l'issue de l'action incitative « Dynamique et Usage des Ressources Renouvelables », la question nous est posée, sous la plume d'Yves GILLON : « en quoi l'artificialisation n'est pas l'anthropisation » et en quoi les observations effectuées dans le cadre du programme peuvent-elles aider à répondre à cette question?

Un débat byzantin

Assurément, comme tout ce qui touche à l'homme, la question qui nous est posée est difficile. Avant d'analyser la situation burkinabè, il nous semble indispensable de faire un rapide tour d'horizon de la situation du débat et de préciser quelques points de vocabulaire.

Étymologiquement le mot *artificiel* veut dire « fait avec art » et le petit Robert donne effectivement comme première définition du mot : « qui est le produit de l'habileté humaine et non celui de la nature. » Dans cette définition on trouve à la fois le mot habileté, avec ses connotations positives d'adresse ou de savoir, et l'opposition homme / nature. *L'artificialisation* du milieu est donc bien une transformation volontaire du milieu dans un but précis. Ainsi le semis de blé pour obtenir une récolte de blé est un exemple d'artificialisation. Toute intervention sur les cycles écologiques afin de les rendre plus favorables à l'homme relève de l'artificialisation. L'artificialisation c'est en quelque sorte la maîtrise du milieu, la prise de contrôle de son fonctionnement. Elle peut être plus ou moins réussie et on sait bien les conséquences parfois désastreuses de projets dans lesquels on avait fondé de grands espoirs. Le barrage d'Assouan en est un exemple classique.

Le mot *anthropisation*, qui n'est dans aucun petit dictionnaire courant, a un sens proche d'humanisation mais n'a pas le côté positif de ce dernier. Anthropiser c'est marquer le paysage par la présence ou l'activité humaine. Un paysage peut être d'autant plus fortement anthropisé que la population est plus nombreuse ou que son action est plus profonde. La destruction de la flore des îles Kerguelen par les lapins introduits par l'homme est un exemple d'anthropisation négative où l'homme n'intervient pas par son nombre mais par les conséquences de ses actions. Les paysages urbains sont fortement anthropisés sans que le côté négatif soit sous-entendu. RAMADE, dans son dictionnaire, donne pour zone anthropique la définition : « région des continents qui a été transformée par l'action de l'homme et dont il s'est assuré l'utilisation exclusive ». A notre avis, le mot exclusif serait plutôt à mettre en rapport avec la notion d'artificialisation.

Nous n'approfondirons pas ici le débat sur l'opposition nature / culture, c'est-à-dire sur la place de l'homme dans cette nature. Mais c'est un sujet voisin du nôtre et quelques repères nous sont nécessaires. Pour l'écologiste l'homme est un animal qui fait partie de la nature au même titre que tout le reste, animé ou non. Mais cette position gêne quelque part l'homme de la rue qui la refuse et aime à se croire différent et au-dessus, position qui remonte au moins au judaïsme pour qui l'homme est l'être du sixième jour, c'est-à-dire le plus évolué puisque le dernier créé, responsable et gestionnaire du reste de la création. Pascal reconnaît à l'homme sa place dans la nature à mi-chemin entre l'infiniment petit et l'infiniment grand : l'homme est un roseau ... mais c'est un roseau pensant. On se souvient bien sur du scandale créé par DARWIN, « lui descend peut-être du singe, mais pas moi ! ».

Comme tout être vivant, l'homme transforme son milieu. La présence d'oxygène dans l'air, les énormes masses de sédiments calcaires, le charbon etc. sont des sous-produits de l'action d'êtres vivants. Tous les sols résultent de l'action de la vie, des vers de terre, des termites et des racines. L'homme, même avec ses moyens actuels, reste encore petit et faible comparé aux éruptions volcaniques, aux séismes et ras de marée... Mais ce en quoi l'homme se sépare de la nature c'est par son action qui est orientée par un but, celui qu'il se fixe en se projetant dans un futur relatif. Aussi performants que soient les autres êtres vivants ils n'obéissent au principe de téléologie que dans l'esprit humain.

Les différentes espèces vivantes transforment donc leur milieu, avec un résultat qui peut être aussi bien positif que négatif pour elles-mêmes et inversement favoriser ou inhiber leurs compétiteurs po-

tentiels. Selon le modèle néodarwiniste, la transformation des espèces obéit en premier à une sélection vis-à-vis des êtres comme du milieu, sélection déterminée par l'amélioration directe ou indirecte des fonctions reproductrices : la vie justifie la vie. Dans le modèle systémique d'ODUM,¹ le fonctionnement de tout système aboutit à la formation de « déchets ». C'est le principe d'entropie. On sait que cette production de déchets devient dans nos sociétés un réel problème non seulement avec l'augmentation des concentrations animales (hommes, cochons,...) mais aussi avec l'augmentation du niveau de vie et avec l'emploi par l'homme de substances étrangères aux cycles écologiques, substances dites xénobiotiques. Ce sont ces produits d'activités qui modifient le milieu. Dans l'hypothèse Gaïa au contraire, les mécanismes de rétroactions aboutissent à un maintien des conditions d'existence. Tout se passe souvent, dans l'univers, comme si parmi tous les choix possibles seuls ceux très improbables qui sont favorables existent, mais c'est, comme le soulignent les philosophies orientales, que seul le monde où précisément nous sommes nous est observable: si l'homme détruit la planète, comme cela pourrait bien arriver, il ne sera plus là pour s'en apercevoir. Dans le cas de l'espèce humaine les arrière-pensées qui sous-tendent les actions les rendent bien souvent illogiques ou en tout cas ininterprétables par observation externe. On pourra donc pour clarifier le propos parler, à l'instar de GILLON, d'anthropisation pour toute transformation du milieu résultant de la simple vie humaine et d'artificialisation pour des transformations volontaires, quel qu'en soit le but. Il existe donc deux types de transformation du milieu donc, l'une contrôlée ou destinée à la maîtrise, c'est l'artificialisation, l'autre échappant à ce contrôle ou cette maîtrise: ce sera l'anthropisation.

Mais maîtrise et contrôle ne sont pas des notions immédiates. En effet, du fait de la capacité humaine à se projeter dans des situations hypothétiques, voire illusives, le but d'une transformation, d'une action quelconque, peut être parfois assez éloigné de ce qu'une analyse purement logique laisserait supposer. Il en est ainsi de la transformation du milieu par l'agriculture dont le but premier sinon unique devrait être de produire des aliments ou d'autres produits utiles à la survie de l'agriculteur. Il n'en est rien.

¹Tout ensemble isolé de son contexte par la pensée afin d'en étudier le fonctionnement est un système. En écologie on parle d'écosystème et d'agrosystème pour tout écosystème transformé dans le but de produire quelque chose d'utile à l'homme.

Ainsi, dans de nombreux cas le défrichement « agricole » n'a pas d'autre but que *l'appropriation foncière*, comme cela a été montré par exemple par RUF en Côte-d'Ivoire ou par LEVANG en Indonésie. Presque partout, comme l'a bien développé Suzanne JEAN, la jachère appartient au défricheur. A Sobaka, notre zone d'étude, c'est encore ainsi dans la mentalité profonde. Mais les paysans savent que les lois ont changé. Aussi, dès que nous chercheurs nous approchions d'une parcelle en jachère, voyait-on un paysan armé de sa houe venir faire un simulacre de plantation, simulacre interrompu dès qu'il avait compris que nous n'avions pas dans l'idée de le déposer. Le foncier est certes un des éléments clés de la compréhension des systèmes agricoles africains et de nombreux livres colloques ou associations s'y consacrent, depuis longtemps et de plus en plus. A Sobaka, comme presque partout en Afrique, trois systèmes fonciers, voire plus, s'entremêlent inextricablement.

En plus de son rôle nourricier et foncier l'agriculture prend de plus en plus un rôle *pécuniaire*. Les cultures de rentes n'ont pas pris pied à Sobaka et on y est resté au stade où ce sont les cultures vivrières qui sont détournées de leurs fonctions premières pour satisfaire à des besoins d'argent nouveaux et croissants. Ici, comme dans bien des endroits, c'est encore la dot (jadis payée en nature) et la boisson (dolo ou bière de sorgho) qui absorbent les ressources que les hommes tirent de leurs champs. Ici encore pas d'engrais ou de restitution au sol : l'agriculture est minière comme l'a montré van der POL (1992). Si le bilan minéral est la façon la plus simple de juger de la durabilité d'un système, celui de Sobaka est assurément non durable (non renouvelable), encore qu'il faille nuancer cette opinion si l'on tient compte des flux atmosphériques.

En plus du rôle, ou du but, d'une transformation du milieu, il faut envisager son effet. Ainsi, si l'on prend comme autre exemple agricole les murets de pierre qui entourent les champs dans de nombreuses régions du monde, on s'aperçoit aussi qu'ils ont en premier un rôle foncier, de marqueur de limites de parcelles. Mais ils ont parfois tout simplement comme origine le besoin de se débarrasser des pierres qui gênent le labour. Ils peuvent aussi avoir été édifiés dans un véritable but de transformation du milieu: brise vent dans les îles et zones très ventées, radiateurs de chaleur solaire, naguère près de Paris, pour l'arboriculture fruitière. Ces derniers vont correspondre à une véritable artificialisation.

Si l'ouvrage de transformation ou de maîtrise du milieu atteint son but on peut parler de rôle de cet ouvrage, mais l'ouvrage a aussi des conséquences sur le fonctionnement du milieu indépendantes du but : ce sont les effets directs ou indirects. Dans notre exemple on

pourrait observer une diminution de l'érosion et une augmentation de l'infiltration comme effet positif direct, une diminution de la pression parasitaire par le biais de l'abri fourni aux crapauds et autres lézards comme effet indirect.

Cet exemple nous ayant permis de préciser l'acceptions de quelques mots, quelques exemples pris au Burkina vont nous permettre d'approfondir notre discussion. En dehors du fait incontestable que l'homme est allé partout et a transformé toute la surface du globe, en dehors de l'évidence qu'aucun système, fut-il hyperprotégé, n'est à l'abri de l'influence de l'extérieur (confer effet de serre et CO₂, ozone et UV,...), doit-on voir une différence fondamentale entre l'agroécosystème de Sobaka ou de Watinoma et un écosystème virtuel qui serait lui « naturel »? Par définition l'agroécosystème est plus ou moins anthropisé, ceux que l'on rencontre au Burkina sont-ils pour autant artificialisés, échappant ainsi aux lois et contraintes écologiques générales? Pour répondre à cette question nous évoquerons avec plus ou moins de détails le fonctionnement de trois agrosystèmes représentatifs.

II. Fonctionnement de quelques agrosystèmes burkinabè

L'exemple des jardins de Boulmigou

A la périphérie de Ouagadougou, comme de toutes les grandes villes africaines, s'est créé une sorte de périmètre de maraîchage. L'une de ces zones horticoles est Boulmigou qui est spécialisée dans la culture des fraises mures à partir de décembre et jusque fin mars. Elle est située à la sortie de la ville de part et d'autre de la route vers Bobodioulasso, la digue routière faisant barrage. Le barrage qui recharge la nappe n'a pas été créé par les maraîchers ni pour les maraîchers qui y sont implantés. L'usage maraîcher de l'eau piégée était certes présent dans l'esprit des constructeurs, mais comme un sous-produit lointain qui ne les concernait pas (cf. ALEXANDRE, 1993). L'eau du barrage n'est pas directement utilisée pour l'irrigation. Avant le barrage le bas-fond était sans doute déjà cultivé avec des puits temporaires (boulbi). Ceux-ci n'ont pas évolué et continuent à s'écrouler à chaque saison des pluies, période où le bas fond est utilisé pour une petite riziculture. La chaleur de la saison des pluies ne convient d'ailleurs pas aux légumes cultivés, presque tous d'origine tempérée et produits pour un acheteur final européen ou européenisé, totalement étranger, comme le barrage, aux cultivateurs.

Outre le fraisier on produit à Boulmigou des carottes, des haricots verts, des haricots demi-secs, des petits pois, des choux, choux-fleurs et choux chinois, des poivrons, des navets, des aubergines, des tomates, des melons, des salades (laitues et chicorées), des herbes condimentaires (persil, céleri feuille, beaucoup de cives...), des épinards (surtout de la baselle et très peu d'amarante), du gombo vert, des papayers... Dans cette liste, incomplète, seul le gombo vert et la tomate sont couramment consommés par les Ouagalais. Le fait que les plantes soient d'origine tempérée (même pour les espèces originellement tropicales, ce sont des cultivars européens qui sont employés) oblige naturellement à plus de soins et plus de traitements phytosanitaires. Il est dommage qu'on n'encourage pas la consommation des légumes locaux mieux adaptés et certainement meilleurs pour la santé : le koumba (*Solanum macrocarpum*), le cléome (*Gynandropsis gynandra*), la corette (*Corchorus olitorius*), le piment, les oignons, les courges, le manioc, la morelle noire, l'intéressante pomme de terre bambara (*Solenostemon rotundifolius*)... Nul doute que les jardiniers préféreraient ces cultures tropicales, moins contraignantes.

La maîtrise de leur métier par les jardiniers est tout à fait étonnante. Ils pratiquent une culture très intensive avec associations d'espèces, deux arrosages par jour, un binage quotidien (!), du paillage, ils apportent du fumier (surtout de mouton) et des engrais chimiques, utilisent sans mesure les insecticides chimiques vendus en sachets anonymes sans l'ombre d'une indication dans les marchés où ils côtoient les paquets de sucre. Les insecticides naturels, comme l'extrait de nimier, sont inconnus. Il n'y a apparemment pas de problème grave de nématodes, sans doute grâce à la submersion annuelle. Les jardins possèdent un très intéressant système de haies vives comportant un très grand nombre d'espèces ligneuses. Bien que les haies soient un des chevaux de bataille des ONG agricoles, la diversité biologique de ces haies et leur excellente intégration au système, nous font penser à une origine purement locale.

Dans cet exemple nous voyons des paysans possédant une très haute compétence qui officient dans un milieu qui n'a été transformé ni pour eux ni par eux et dont la quasi-totalité de la production est soumise aux goûts fluctuants d'une clientèle étrangère. Cet exemple est intéressant par le contraste qui existe entre un agrosystème très travaillé, où les jardiniers utilisent et maîtrisent des techniques de contrôle du milieu poussées et « artificielles » et l'absence totale de contrôle ou de maîtrise des conditions amont (le barrage) et aval (le consommateur). Deux types d'acteurs s'opposent : l'homme de la ville et l'homme des champs. Nous verrons avec l'exemple suivant que cette situation de dissociation entre les acteurs « de ville et des champs » est quasi de règle au Burkina.

Le parc agroforestier

Description rapide du parc

Les paysans Mossi, comme beaucoup de paysans africains de la zone soudanienne, exploitent leur territoire selon un schéma comportant trois zones « concentriques », en fait souvent plus ou moins parallèles au thalweg car cette disposition correspond à celle des sols et à l'utilisation optimale, compte tenu des techniques, des ressources pédologiques (OUEDRAOGO et ALEXANDRE 1994). On trouve tout d'abord le « jardin de case » autour de la « concession » (mot qui désigne l'ensemble des cases d'un groupe familial). Cette zone reçoit toutes les déchets ménagers, les cendres et excréments divers. Elle est donc fortement enrichie par la présence humaine. On y trouve des cultures exigeantes comme le maïs ou le tabac. Les concessions Mossi sont dispersées dans un espace plus vaste : le village. Cet espace cultivé de façon quasi permanente est façonné en « parc ». Dans notre zone, on trouve le plus souvent un parc à karité dominant, associé à d'autres espèces comme le néré, ou encore un parc à faidherbia et baobab. La zone des champs de village se dissout ensuite progressivement dans celle des champs de brousse. Ce sont des champs, souvent sur les sols les plus pauvres, les plus minces de la toposéquence, qui sont cultivés traditionnellement selon le système de la longue jachère. Ces champs servent de pâturage de saison des pluies et procurent bois, matériaux divers dont la paille, le miel, les médicaments, du gibier, etc. Les zones basses sont exploitées de façon très variable d'un village à l'autre : cultures de contre-saison, vergers, le plus souvent pâturages de saison sèche, parfois riziculture. La pêche n'est pratiquée que dans certains villages.

Après cette rapide description d'une situation moyenne, abordons le fonctionnement du système, les étapes de sa mise en place, sa dynamique. Ce modèle nous permettra de voir en quoi et comment le paysan intervient (ou peut intervenir) pour maîtriser son milieu, le transformer à son profit, c'est à dire l'artificialiser.

La naissance du parc à karité

Au départ, le village s'installe sur les meilleurs sols d'une zone libre, généralement à mi-pente. Parfois en haut de pente (citadelle), surtout si l'on craint des agressions de pillards. La zone est régulièrement cultivée et la brousse alentour sert à la fois de rempart et de zone d'approvisionnement pour toutes sortes de produits divers. On n'y vit pas. Mais il y a un transfert de fertilité de la brousse vers le village et surtout, s'ils existent, vers les champs de cases. Ces îlots

privatifs reçoivent les déchets nocturnes et les cendres. Ils acquièrent des caractères de fertilité très particuliers. On y trouve le maïs, qui lui donne souvent son nom, des fruitiers sensibles à la sécheresse comme le papayer ou le citronnier, des baobabs, du tabac, parfois du datura ou encore *Argemone mexicana*, le bène ailé (*Moringa oleifera*), le n'dolé (*Vernonia amygdalina*), etc. Les zones plus distantes et non privatives connaissent le système de l'alternance culture / jachère. Au départ une forêt sèche plus ou moins dense est entamée par la hache et le feu. On empile du bois au pied des arbres debout et on les dévitalise par le feu. Ces arbres morts donneront du bois pour continuer le processus jusqu'à ce qu'il ne reste plus que les arbres utiles volontairement épargnés. On notera que la technique utilise le feu mais pas nécessairement le fer. Lors de la mise en jachère, les arbres épargnés peuvent donner des semences et enrichir la régénération. A la remise en culture le cultivateur pourra, s'il le désire, épargner de nouveaux individus de ces arbres utiles. Au Burkina, ce processus profite surtout au karité. L'arbre est rare mais présent dans les forêts sèches. Il germe bien dans les jachères et résiste parfaitement aux feux qui les parcourent². Jadis il n'était pas rare que les paysans enterrent les graines au pied des arbustes après avoir sucé la pulpe du fruit. La consommation des fruits est en effet libre, mais l'amande est propriété de celui qui possède le sol³, elle ne doit donc pas quitter le champ. Comme pour d'autres arbres il existait une réglementation traditionnelle : il était interdit de monter dans les arbres et de cueillir les fruits avant le jour décidé par le chef de terre. Les premiers fruits mûrs pouvaient ainsi être dispersés par la faune sauvage (surtout les chauves-souris) et enrichir la régénération. Sur le plan social la coutume permettait un accès à la ressource égal pour tous. Actuellement les fruits sont cueillis verts et mûris artificiellement pour la vente en ville (incidemment ils sont par le fait rendus quasi insipides). On en est arrivé à une situation où presque partout le parc ne régénère plus.

La jachère, comprise comme la végétation qui s'établit et évolue après l'arrêt des cultures de céréales, mais qui reste exploitée, brûlée et pâturée, est celle qui confère au paysage son aspect de savane. Cette jachère, qui permet la multiplication du karité, a été étudiée sur le plan fonctionnel par SOMÉ (1996). Trois espèces d'andropogon se succèdent de façon immuable, mais à une vitesse variable selon les conditions mésologiques : le climat, le sol et surtout le passé cultural et

²C'est sur le karité que Jackson (1974) a décrit la germination de type cryptogée qui permet à la plante d'enterrer ses bourgeons à l'abri des feux.

³La terre appartient aux esprits du lieu, ceux ci sont représentés par le chef de terre.

l'environnement. Ce sont *A. pseudapricus*, une annuelle, *A. gayanus* une pérenne de grande taille aux chaumes épais et enfin *A. ascinodis*, une pérenne plus basse et plus fine que la précédente. Ces trois espèces ont des besoins minimum pour pouvoir s'installer, mais ce sont surtout les agents essentiels de l'évolution de la structure du sol.

Absent aussi bien des zones « vierges » que des zones trop anthropisées, *Andropogon gayanus* joue un rôle essentiel dans le retour de la fertilité du sol après culture. Cette graminée pérenne, haute de plus de 2 m, est utilisée dans la fabrication des sécos pour les toits et les clôtures. Elle est souvent entretenue en limite de parcelles et notamment sur les diguettes en terre des bas-fonds (comme à Watino-ma). De nombreux indices permettent de penser qu'elle permet une fixation para-symbiotique de l'azote dans sa rhizosphère. Elle est richement mycorhizée (endomycorhizes VA, observations d'A. BÂ, non publiées), ce qui explique peut-être un blocage de l'ammonification dans la terre qu'elle occupe. Grâce à son photopériodisme elle arrive à maturité en fin de saison des pluies. Elle peut ainsi remobiliser une partie importante des éléments biogènes qu'elle contient dans ses tiges vers ses racines. L'azote en particulier est ainsi préservé des feux de brousses (cf. travaux de ABBADIE, 1990). Le système racinaire de cette herbe est dense et profond. Les racines sont relativement grosses et à leur mort elles libèrent une forte porosité, essentielle pour le fonctionnement physique et biologique du sol (SOMÉ et de BLIC à paraître). La plante s'installe sous forme d'un brin unique qui croît en couronne (taches circinées), laissant un coeur central vide et riche, propre à l'installation d'espèces « tardives ». On voit souvent des termitières s'installer dans ces zones centrales. Les touffes apparaissent en relief par rapport au milieu environnant soit qu'elles dilatent le sol (par création de porosité), l'empêchent de se tasser, accumulent par captage des sables éoliens, ou simplement freinent l'érosion qui se manifesterait autour. Cette surélévation est favorable à l'équilibre hydrique en permettant une sorte de mise hors eau. L'hydromorphie des savanes en saison des pluies est en effet un des facteurs les plus contraignants de ces milieux (l'effet positif de la mise à l'abri de l'hydromorphie joue certainement aussi pour la flore des termitières).

Les paysans connaissent parfaitement cette succession et savent à quoi elle correspond sur le plan des aptitudes culturales. Jadis ils pouvaient attendre le début du stade à *A. ascinodis*, qui correspond à un sol bien structuré et stable. Actuellement on met en jachère quand *Eragrostis tenuis* se multiplie et on remet en culture dès le stade à *A. gayanus*. A ce stade la matière organique et la porosité détruites pendant la culture sont reconstituées, mais la structure n'a

pas acquis sa stabilité. Du fait de l'augmentation de la densité de population les paysans se mettent dans une situation moins favorable que dans le passé.

Le parc adulte

Selon les conditions de sol et de climat le parc peut être plus ou moins dense. La densité peut atteindre une quarantaine d'individus à l'hectare, le plus souvent moins. L'arbre en effet a de très nombreux usages, mais il ne doit pas nuire aux cultures.

Le karité est un arbre à feuilles semi-persistantes. Il reste vert aussi longtemps qu'il peut trouver assez d'eau. La mise en culture, en éliminant la concurrence, lui profite. Les arbres de parc sont plus grands et plus gros que ceux de la forêt sèche ou de la savane. Régulièrement enrichi par la brousse, le parc n'est plus mis en jachère (ou seulement pour de courtes durées) et ne brûle plus. D'autres espèces peuvent s'installer comme les nérés, les raisiniers, les diospyros, les ficus, etc. Le parc est beau, mais, sans jachère, il ne régénère pas. Les karités finiront par mourir. Leur disparition est accélérée par la croissance de *Tapinanthus spp.* (BOUSSIM, 1993), qui sont des hémiparasites qui s'installent sur les arbres affaiblis. Les tapinanthus sont disséminés par divers oiseaux dont le petit barbu à front jaune (*Pogoniulus chrysonocus*). Jadis le gui était régulièrement récolté comme fourrage et comme médicament. Le déclin de cette pratique, actuellement pratiquement tombée en désuétude, est certainement en partie responsable de l'accélération du déclin du parc à karité. Un dicton Mossi dit que les karités n'aiment pas le pissat des ânes. Il n'est en tout cas pas de coutume d'entretenir les arbres de parc à proximité immédiate des habitations : cela attire des génies dangereux et fait pourrir les toits. Une raison qui peut aussi jouer dans l'évolution régressive des parcs à karité est l'exportation de plus en plus fréquente des pailles de céréale. Jadis la vaine pâture était de règle, mais maintenant de plus en plus on récolte les pailles et on les transporte près des concessions pour éviter les vols. Ce phénomène nouveau du vol entraîne donc indirectement une baisse des taux de matière organique du sol et accentue ainsi les stress hydriques.

Les arbres du parc, et notamment les karités dans le cas qui nous occupent, ont certainement un rôle essentiel dans le maintien de la fertilité des sols. Chaque arbre constitue un microcosme, et grâce à la concentration des ressources qu'il suscite permet le maintien d'un niveau élevé d'activité biologique. C'est ce qu'on appelle en agroforesterie « l'effet arbre ». Malgré la bonne synthèse de AKPO et GROUZIS (1993), ce dernier reste très mal étudié et très mal connu.

Citons, en vrac quelques observations qui peuvent concourir à l'effet arbre:

- le fissurage de la surface du sol en saison sèche par les racines, très visible sur karité, et qui permet une meilleure pénétration de l'eau lors du retour des pluies;
- l'existence d'un espace ou conduit le long de la racine qui se rétracte dans un sol compact, laissant un espace favorable à divers échanges et à une vie intense: présence d'un bel humus noir et de nombreux insectes;
- la réserve d'eau dans la biomasse, en particulier dans les racines (*Sclerocarya birrea*) ou parfois le tronc (*Adansonia digitata*). Cette eau est mise à profit pour fleurir, fructifier et mettre à feuille avant les pluies. Le sol au contact des racines reste humide, donc vivant (idem avec les gros tubercules de géophytes comme *Cochlospermum spp.* ou *Icacina senegalensis*). Nous pensons pouvoir avancer l'idée que le sol meurt en saison sèche dans les zones dénudées qui deviennent trop sèches même pour des êtres résistants comme les bactéries, mais que la vie microbienne du sol se maintient au niveau de la rhizosphère des arbres. Elle peut ainsi recoloniser le sol avec le retour des pluies et permettre ainsi une croissance normale des cultures annuelles;
- la présence de racines profondes qui permettent la remontées d'éléments biogène et éventuellement d'eau (« hydraulic lift »);
- l'interception de la pluie et sa réévaporation immédiate grâce à l'effet de rugosité, modifiant le rapport de BOWEN⁴ et rafraîchissant le climat (théorie classique de CHARNEY);
- le maintien d'une « ambiance forestière » , c'est-à-dire surtout d'un air humide, par transpiration même en période sèche grâce à la profondeur d'enracinement. Les galeries ripicoles, comme celle du Nazinon ont un effet, manifeste sur une grande largeur, d'adoucissement du climat qui se traduit par une différence notable dans la végétation au nord et au sud du Nazinon, c'est-à-dire au vent et sous le vent desséchant d'harmattan;

⁴C'est-à-dire le rapport entre l'énergie rayonnée sous forme de chaleur sensible et de chaleur latente

- la destruction des semelles de labour par les racines puissantes et pérennes;
- l'interception des poussières atmosphériques (*Guiera senegalensis*);
- la libération de feuilles après les feux permettant une activité des termites destructeurs de croûtes;
- les précipitations occultes liées au refroidissement des feuillages offrant une large surface au vent, ce qui explique les arbres fontaines des déserts côtiers (Chili, Îles du Cap Vert, Maroc Occidental avec l'arganier, Kalahari, etc.). Au coeur de la saison sèche le rayonnement nocturne permet aux feuilles d'arbre de se refroidir jusqu'au point de rosée et l'eau qui se condense peut être équivalente à une pluie localisée à la zone sous le houppier
- la présence de lignine, précurseur privilégié de l'humus (travaux de France REVERSAT, entre autres)
- le rôle de perchoir pour les oiseaux qui favorisent la régénération par apport de graines et de fientes riches en N et P;
- l'ombrage du sol qui limite son échauffement et ralentit les dénaturations pédologiques qui l'accompagnent. Quiconque a essayé d'arroser un sol sableux fortement desséché a remarqué que l'eau a de la peine à y pénétrer. L'ombrage exerce aussi un effet d'attraction pour le bétail qui se repose et laisse ainsi ses déjections fertilisantes.

La « construction » du parc correspond donc à une transformation positive et maîtrisée du milieu qui répond essentiellement à un objectif de production fruitière mais a aussi des effets positifs sur la fertilité globale du système.

La valorisation des hétérogénéités mésologiques

Au stade du parc à karité les hétérogénéités de la végétation liées au sol se maintiennent et, en fait, sont même vraisemblablement plus apparentes que dans la végétation originelle. Il est en effet connu dans la théorie du « climax » qu'il y a une sorte de gommage des hétérogénéités de départ au fur et à mesure que la végétation évolue. Parmi ces hétérogénéités, il y a bien sûr celles liées à la toposéquence avec les affleurements rocheux des hauts et les hydromorphies des

bas, mais il y aussi les termitières cathédrales qui sont très intéressantes.

Les termites bâtisseurs jouent un rôle capital dans l'édification des paysages de la zone soudanienne. Ils ont été particulièrement bien étudiés par Ph. BOYER.

Leur abondance est variable. Au Nazinon on en trouve environ 8 / ha. Au Sahel leur nombre a brusquement augmenté après les années de sécheresse et la mort massive des arbres qui s'en est suivi. Les termitières y sont souvent alignées. On pense qu'elles sont positionnées sur des failles dans les cuirasses car les termites vont chercher leurs matériaux en profondeur, là où ils sont humides. Les termitières mortes portent une flore très particulière et très riche. C'est sur elles qu'on rencontre en particulier les tamariniers qui sont parmi les arbres les plus utiles et qui servent à la préparation du tô quotidien. Les termitières ont un sol riche en cations, de pH neutre ou basique. Les matériaux pris en profondeur et remontés par les termites sont jeunes. Ils sont vraisemblablement transformés par le passage à l'intérieur du tube digestif du termite, à la fois par broyage et par acidification, ce qui rendrait le phosphore plus facilement assimilable. Le sol des termitières est plus argileux que le sol de la savane, généralement sableux (l'arénisation est due à l'entraînement de l'argile par les pluies). Il a donc une meilleure capacité de rétention en eau, mais parallèlement il s'encroûte facilement (les protéines de la salive des termites contribuent à la cohésion des argiles récemment mises en place). Les paysans profitent du premier caractère et contrebalancent le second, en paillant les termitières alors qu'ils ne paillent pas à côté. Souvent les termitières portent ainsi du sorgho, tandis qu'alentour il n'y a que du mil qui est moins exigeant, voire une savane très dégradée (comme on peut le voir du train dans la région de BOROMO). Les cavités des termitières abritent toutes sortes d'animaux, en particulier des rongeurs (travaux de Yves PAPILLON, non publiés, BATIONO 1995) et quelques uns de leurs prédateurs (chouette, serpents). Les rongeurs transportent à l'intérieur des termitières les fruits ou les graines qu'ils consomment (notamment ceux de sclérocarya, de balanites, de combrétums divers,...). Ce sont ces espèces qui constituent une bonne part de la florule particulière des termitières. En raison de l'absence de toute strate herbacée les plantes qui poussent sur termitières sont épargnées par les feux ce qui permet la présence d'espèces plus ou moins sensibles. Les termitières avec leurs différentes espèces et surtout leurs tamariniers constituent des sortes de reliques d'un paysage ancien, des zones fortement transformées par la vie mais pas par l'homme et qui, pourtant, lui sont très utiles. La transformation irait ici à l'encontre d'une bonne utilisation du milieu.

La sénescence du karité et l'apparition du faidherbia

Avec la mort progressive des vieux karités, l'eau que la culture laisse dans le sol au début de la saison sèche devient disponible pour d'autres plantes. Il y en a d'autant plus que les sarclages sont devenus intensifs et laissent des champs de plus en plus nus, sans adventices, après la récolte des céréales. Une niche s'est libérée qui va être occupée par des plantes adaptées à une croissance en saison sèche : selon les circonstances *Guiera senegalensis* ou *Faidherbia albida*.

L'étude de BATIONO (1994) montre le rôle enrichissant de *Guiera senegalensis*, espèce que LOUPPE (1991) a qualifiée de « jachère dérobée ».

Faidherbia albida, l'espèce phare de l'agroforesterie sahélienne ne mérite peut-être pas toutes les grâces qu'on lui a prêtées, mais c'est assurément une espèce passionnante ce qui explique les nombreuses monographies qui lui sont consacrées (BONKOUNGOU 1987, CTFT 1988, VANDERBELDT 1992, CTFT 1996). Le « microcosme faidherbia » est encore plus caractérisé et plus riche que celui qui gravite autour du karité. On y trouve des représentants de presque tous les groupes vivants.

On y trouve tout d'abord *l'homme* cultivateur et créateur d'espaces nus pour ses *céréales* (sorgho etc.) aimant les sols profonds et riches et qui dénude donc les meilleures zones pour leur installation et partant celle du faidherbia. Avec l'homme viennent ses *ruminants domestiques*, disséminateurs de graines saines (c'est-à-dire sans les *bruchides* qui sont insectes séminophages qui peuvent détruire la totalité des productions de graines). L'homme favorise par ailleurs la germination et croissance de l'arbre par ses pratiques dont « l'élevage », c'est-à-dire la taille de formation décrite par PELISSIER.

Ensuite *l'arbre* lui-même est associé à de nombreux niveaux:

- A celui des racines avec les *champignons mycorhiziens* + les *rhizobium* de jeunesse + les *rhizobium* de l'âge adulte, retrouvés à une quarantaine de mètres de profondeur, et que Bernard DREYFUS (comm. pers.) a rangé dans un genre nouveau, le genre *Sinorhizobium*.
- Toujours sur les racines on trouve un *coléoptère* (*Sternocera interupta*) qui semble jouer un rôle important (OUEDRAOGO, 1994). On peut aussi rencontrer une association avec des *termites* champignonnistes (eux-mêmes associés à des bactéries et bien sûr à

leurs champignons lignolitiques). Cette association a été observée au départ par deux étudiants de l'équipe, GANABA (1994) et DEVERNAY (1995), qui l'ont mis en évidence le premier sur *Pterocarpus lucens*, la seconde sur *Azadirachta indica*. Les termites construisent leurs meules de débris végétaux au contact direct du pivot ou d'une grosse racine de l'arbre. La racine entretient l'humidité de la meule (hydraulic lift) ce qui permet l'activité des champignons destructeurs de lignine. La matière végétale prédigérée est consommée par le termite qui entretient dans son tube digestif une flore complexe cellulolitique comprenant des archéobactéries méthanogènes. Le termite se nourrit en fait de ces bactéries (GRASSÉ 1959).

- Au niveau des feuilles qui sont colonisées par de nombreux insectes parasites (cf. Théodore MONOD) qui sont mangés par des oiseaux (nombreux passereaux), qui défèquent sur place et rejettent ainsi, selon nos mesures, l'équivalent de 300 kg/ha d'engrais chimique concentré (600 kg selon les mesures de Bernard TRECA !).

Le fait que le faidherbia soit ou ait été éminemment apprécié chez certains comme les Bwaba, les Léla...(PELLISSIER, 1980, HERVOUET, 1980, etc.) et détesté par d'autres comme les Mossi est intéressant et sûrement complexe (PAGEARD, 1971). Nous avons avancé l'hypothèse que sur les sols minces du plateau Mossi l'arbre n'avait vraisemblablement pas les avantages agronomiques qu'il pouvait avoir ailleurs (ALEXANDRE et OUEDRAOGO 1992). DEVERIN-KOUANDA (1992) s'étend assez longuement sur la crainte que provoque le faidherbia chez les Mossi : l'arbre indiquerait par sa présence la mort prochaine du chef. Nous émettons l'hypothèse que les Mossi, peuple expansionniste, voient dans le faidherbia un signe d'occupation trop longue du sol, tandis que les peuples non guerriers y voient au contraire le signe que leur village perdure et est donc à un bon endroit, bien à l'abri des pillards. La perception de l'arbre et de l'environnement est contingente.

La sénescence du parc à faidherbia

Le faidherbia est un arbre qui pousse vite et meurt jeune, les deux caractères vont généralement ensemble. Son bois est tendre et les troncs deviennent vite creux et se cassent. Cependant les racines superficielles rejettent (drageonnent) facilement, ce qui pourrait rendre l'arbre virtuellement éternel. Il est en tout cas très difficile à éliminer là où il n'est pas désiré comme en pays Mossi (OUEDRAOGO 1994). Cependant l'important n'est sans doute pas la durabilité des individus mais bien celle du parc. Actuellement trois facteurs pouvant limiter l'existence du parc à faidherbia peuvent se rencontrer au Bur-

kina. Le premier est la disponibilité en eau. L'arbre transpire abondamment en saison sèche et dépend de la présence d'une nappe phréatique bien alimentée, ce qui se fait de plus en plus rare. Le deuxième est l'envahissement des parcs par le nimier, phénomène qui commence à prendre des proportions inquiétantes près des zones d'introduction de cette espèce exotique. Mais le plus important est d'ordre humain et se constate dans des zones comme le pays bwaba où le faidherbia était naguère très apprécié et se voit actuellement complètement délaissé. Les parcs qui entourent les villages et étaient cultivés de façon continue, sont actuellement abandonnés au profit des zones plus périphériques cultivées en coton avec engrais et début de mécanisation (cf. infra). Une épaisse strate herbacée s'installe sous les faidherbia et bloque toute régénération. La disparition à terme du parc est dans ce cas inéluctable.

La culture cotonnière

La culture cotonnière au Burkina a fait l'objet d'une étude approfondie par notre collègue sociologue Alfred SCHWARTZ. Elle est un puissant moteur de changements à la fois techniques et sociaux dans la société rurale. La rente cotonnière permet notamment l'achat d'engrais qui profitent, en arrière-effet, aux céréales, jadis du maïs puis du sorgho et de plus en plus du maïs seulement. La culture du coton a permis une importante augmentation de la production céréalière. Mais outre le fait que, sur le plan économique, c'est une rente soumise aux fluctuations des cours internationaux et à la politique nationale qui tend toujours à favoriser le développement des villes aux dépens des campagnes, et que sur le plan, social, elle est largement basée sur l'emploi de la main d'oeuvre féminine non payée, c'est une culture extrêmement polluante. On sait depuis Rachel CARSON, qu'elle emploie à elle seule la moitié des « phytos » consommés dans le monde. Au Burkina, ces produits, d'origine douteuse, venant en contrebande des pays anglophones voisins, font encourir de graves dangers sanitaires aux populations. D'autant que les produits sont utilisés sans précautions et à mauvais escient, notamment en bas-fond et sur une culture alimentaire, le riz. La circulation monétaire entraîne différentes maladies sociales, dont l'apparition de « coupeurs de routes ». En bref, si la culture du coton peut avoir des aspects positifs, elle en a aussi beaucoup de négatifs. Or c'est une culture entièrement encadrée, c'est le terme officiel, mais on pourrait aussi dire téléguidée. En fait on se sert, à son insu, du paysan pour produire des rentrées de devises. Le paysan y est très largement passif, au moins quant à l'aménagement du milieu. On se trouve devant un cas proche de celui rencontré à Boulmigou, trans-

formation profonde du système cultural avec une non maîtrise de fait de la production agricole.

III. Discussion : Artificialisation ou anthropisation

L'agriculture consiste à simplifier l'écosystème environnant de façon à canaliser son fonctionnement vers des productions utiles, l'agriculture soudanienne n'échappe pas à ce principe. Ici les productions principales sont le sorgho et le mil, associé au pois de terre et à la roselle. Cependant derrière une simplification qui peut paraître à première vue très poussée, subsiste une complexité qui joue un rôle essentiel. Derrière la « désertification » apparente créée par l'agriculture, se cache une concentration (contraction) des ressources qui peut permettre en fait un fonctionnement meilleur. Ces îlots de vie concentrée peuvent être qualifiés de microcosmes dans la mesure où ils fonctionnent un peu comme des entités indépendantes.

Le développement d'une agriculture de plus en plus intensive, devant nourrir de plus en plus de bouches, est au Burkina plus ou moins parallèle à l'évolution du paysage: stade ancien, non observé, de la forêt sèche avec la cueillette suivi d'une phase d'essartage qu'on observe dans les zones de front pionnier, avec savanisation rapide, puis apparition/création du parc à karité dans les zones déjà sédentarisées avec longue jachère, puis du parc à faidherbia là où l'occupation devient permanente et enfin cultures non arborées avec début d'utilisation d'intrants dans la zone cotonnière. Les bas-fonds sont difficiles à cultiver mais potentiellement productifs. L'aménagement en rizières est vraisemblablement, actuellement et pour longtemps, le stade le plus évolué de l'utilisation des ressources naturelles par l'agriculture burkinabè.

Le parc à karité apparaît comme une première transformation du milieu « sauvage », il naît, vit et meurt avec l'expansion des villages. Le parc à faidherbia lui succédera (en fait les deux types de parcs coexistent souvent sur un même terroir, mais ils peuvent, comme dans notre modèle, correspondre à des degrés d'anthropisation différents, par exemple plus ou moins ancienne). Cette apparition du karité et son remplacement par le faidherbia est à la fois totalement la résultante de l'action agricole humaine (anthropisation) et une simple conséquence de ses actes, sans que ceux-ci soient dirigés pour conduire à cette succession. En ce sens les parcs ne correspondent pas à une véritable artificialisation. Cependant il faut noter que dans des situations écologiques comparables à celles du Burkina, d'autres

peuples n'ont pas de parc. Le parc pour exister doit au minimum être toléré par le paysan. En fait il est plus ou moins favorisé en tant que parc par la protection relative dont jouissent les espèces qui le composent. C'est une absence d'action, érigée en comportement socialement valorisé, qui produit la transformation du paysage. On peut donc bien parler d'artificialisation, mais en comprenant bien qu'elle se fait par un jeu social, au niveau du terroir et de l'ensemble de sa population.

Cette évolution du paysage est très largement indépendante de la volonté des paysans et suit une succession de phase écologiquement logiquement enchaînées, et rien (ou presque) n'y résulte d'une transformation consciente du milieu. Le terroir burkinabè est plus ou moins fortement anthropisé, c'est-à-dire transformé par la présence d'être qui doivent se nourrir, mais le milieu n'est pas transformé pour être plus productif. La stratégie paysanne est à un autre niveau. Le paysan possède diverses façons d'éviter les aléas climatiques mais ne fait à peu près rien pour une maîtrise des facteurs mésologiques (eaux, minéraux, facteurs biologiques de la fertilité). On utilise des espèces rustiques (qui donne dans la réalité plus que les variétés dites améliorées), et on associe des variétés à cycle court et à cycle long, on cultive des surfaces trop grandes, les unes proches les autres éloignées ce qui est une façon de réagir au régime localisé des pluies orageuses... mais on ne contrôle à peu près rien. A la limite on se refuse même à contrôler la nature. Il est par exemple interdit de planter des arbres, si ce n'est des « arbres de Blancs », puisque la pratique est à la fois considérée comme une tentative d'appropriation du foncier et une offense à Dieu⁵. Le cycle des minéraux, qui est sans doute le critère premier d'une agriculture durable, est laissé à lui même. Il n'y a ni lutte antiérosive (elle existait en fait naguère) ni irrigation, en particulier pas d'irrigation de saison des pluies. Pas de gestion de la matière organique (a fortiori pas d'engrais verts ou de culture fourragères) ni d'utilisation d'amendements locaux (avec là aussi l'exception de l'utilisation locale de la terre de termitière). Les paysans sont pourtant de fins agriculteurs, certaines de leurs pratiques en témoignent amplement, et d'excellents observateurs de la nature. Pourquoi alors cette passivité?

L'idée qu'on ne peut investir dans la durabilité dans une société où les bénéfices du travail vous échapperont est sans doute assez fondée et est fréquemment avancée. Elle comporte certainement une part de vérité, surtout dans le contexte, nouveau, où l'individualisme prend

⁵les Mossi sont monothéistes et animistes à la fois

valeur de vertu, au moins aux yeux des ONG avec le paradigme paresse = pauvreté = sous-développement. La théorie classique de BOSERUP selon la quelle le paysan n'adopte une agriculture intensive que forcé par la surpopulation ou une situation stratégique précaire rencontre de beaux exemples au Cameroun avec les haies bami-léké et les terrasses des Monts Mandara ou celles des Kabié au Togo. Mais sans entrer dans ce domaine, déjà fort labouré, il faut souligner qu'intensif n'est pas synonyme de contrôlé. L'augmentation des densités humaines et le raccourcissement des temps de jachère qu'il entraîne suppose notamment un travail rapidement croissant de lutte contre les adventices. Mais c'est bien la jachère qui est une technique, donc une artificialisation, et non le contraire. La jachère c'est aussi une contre-anthropisation (très partielle). Le raccourcissement de la jachère en réponse à la densité humaine croissante correspond donc à une augmentation de l'anthropisation et à une baisse de l'artificialisation / contrôle du milieu.

Dans ce contexte d'accroissement des prélèvements où il n'y a pas modification concomitante des techniques pour permettre la fluidité des circuits de recyclages, la catastrophe devient inévitable quand l'exploitation dépasse les possibilités de résilience du système. C'est la désertification dont on parle beaucoup à tort et à travers, mais qui est bien réellement observable dans des critères simples comme la hauteur des nappes phréatiques qui baisse régulièrement malgré des pluies redevenues « normales ». Dans la mesure où l'évolution technique agricole ne suit plus la transformation du paysage et où on (les agents gouvernementaux, les ONG, etc.) maintient artificiellement sur place des populations excédentaires par exemple en creusant des forages profonds (et saumâtres), on accentue une spirale de dégradation des ressources, on artificialise mais sans art. En d'autres termes on anthropise pour le pire. Après l'évolution du paysage par les différentes phases du parc, la mort de l'agroécosystème apparaît alors comme un autre phénomène naturel. Il doit conduire au retour, par une évolution très lente de la jachère, maintenant simple abandon et non plus traitement spécifique temporaire, à une forêt appauvrie. J'ai ainsi observé récemment au Sénégal, au nord de la Gambie, des formations forestières inhabitées caractérisées par des combrétums et d'autres espèces typiques des jachères mais de très grande taille. Il s'agissait certainement de vieilles jachères ou plutôt de zones anciennement occupées puis abandonnées. La forêt reconstituée pourra un jour être reprise par le paysan/bûcheron, puis le pasteur. L'évolution des formations soudaniennes est variable selon que la pression est plus ou moins forte, qu'il y a exploitation ou sur-exploitation, ceci dépendant bien sûr des conditions locales : plus la pluie est rare et plus le sol est pauvre plus le milieu est fragile. L'homme par son art peut obtenir dans les zones difficiles des ren-

dements comparables à ceux obtenus dans les zones favorables, mais alors qu'ici aucune transformation du milieu n'est nécessaire, là il faudra construire des murets, remonter la terre, drainer, irriguer, recycler jusqu'au moindre déchet. Des Cévennes, avec leurs châtaigniers, aux Andes en passant par le Nord-Cameroun on retrouve les mêmes terrasses et les mêmes techniques de maîtrise de la fertilité.

L'homme n'est pas le seul animal capable d'artificialiser le milieu à son avantage et parfois à son détriment. Par bien des égards l'homme n'a pas un impact différent de celui des animaux dits « ingénieurs » dans la littérature récente. On a déjà évoqué les termites. Les vers de terre retournent un champ en une vingtaine d'années. On sait que le castor coupe des conifères ce qui favorise la croissance des feuillus qu'il consomme. L'éléphant de savane a été comparé à un bulldozer et on l'a vu anéantir des forêts et les transformer en pâturages. On sait de l'hippopotame qu'il surexploite ses pâturages, les conduits ainsi à un embroussaillement par des acacias qu'il ne peut utiliser, mais que ceux-ci finissent à leur tour, quand ils sont devenus très denses, par brûler et disparaître, faisant renaître le pâturage ce qui permet le retour des hippopotames. Le même animal effectue un transfert de fertilité, tout comme le paysan, vers son trou d'eau qui devient très poissonneux...ce que ne désavoueraient pas bien des projets d'élevage et de pisciculture intégrés. Directement ou indirectement les frugivores contribuent à la régénération des espèces dont ils se nourrissent ce qui est déjà une première artificialisation. A un autre niveau on pourrait parler des oiseaux ou des guêpes qui fabriquent de merveilleux nids. En fait pratiquement tous les êtres transforment le milieu à leur avantage et même ceux qui semblent faire le contraire, se suicident en quelque sorte, peuvent ainsi s'assurer de rester à l'abri d'explosions démographiques qui finiraient par se retourner contre eux, par explosion de parasites par exemple. En fait l'évolution, ou la sélection évolutive, a eu toutes ses chances pour faire disparaître une espèce qui aurait été trop à l'encontre d'elle-même. L'homme a, comme les autres espèces, subi cette sélection. Mais existe-elle encore ou l'a-t-il dépassée.

Dans l'exemple des jardins de Boulmigou, la construction de la digue correspond à une artificialisation certaine du milieu, mais une artificialisation extérieure aux jardiniers, bien lourde en regard des maigres bénéfices qu'ils en tirent pour eux et des dangers que leurs légumes bourrés de « chimie » font encourir à leurs consommateurs. Le rapide survol que nous avons fait de la dynamique du parc agroforestier burkinabè montre qu'on ne peut pas y voir d'artificialisation véritable, au sens ou nous l'entendons dans notre discipline, de contrôle des facteurs de production. Le système évolue, se transforme, sous l'effet des contraintes aussi bien mésologiques

qu'anthropiques, mais cette évolution est tout à fait analogue à celle que produirait n'importe quel autre agent d'ouverture du milieu.⁶ Par ailleurs dans les deux systèmes les paysans subissent à la fois les aléas climatiques et les pressions des acteurs « urbains ». Artificialisation donc certes, mais pas dans le sens d'un contrôle par et pour les paysans des conditions de croissance de leurs cultures. Le développement d'une agriculture capable de satisfaire à la fois ceux qui la pratique que les consommateurs non producteurs passe certainement par une certaine appropriation de l'artificialisation du milieu.

IV. Conclusion

Le paysan burkinabè, comme n'importe quel paysan modifie l'écosystème dont il dépend. On a tendance à dire que l'agriculture consiste à simplifier l'écosystème au profit des plantes utiles. Nous l'avons fait ici, mais nous avons aussi tenté de montrer que cette simplification ne s'accompagne pas forcément d'une baisse de la biodiversité. Le système anthropisé, dans ce qu'on peut encore qualifier de traditionnel, reste complexe, très hétérogène et marqué par une forte « contraction » autour de ce que nous avons appelé des microcosmes, au niveau des arbres notamment, mais aussi en bas de pente et sur les anciennes termitières. Ceci correspond à une très bonne optimisation dans l'utilisation des ressources. Malgré une transformation faible du milieu cela correspond à une bonne artificialisation. En fait on peut se demander si, dans le contexte socio-économique burkinabè, ce n'est pas justement la règle : le fortement transformé (et anthropisé) apparaissant comme peu performant et s'accompagnant d'une perte de contrôle de l'individu ou du groupe paysan sur sa production et, à l'inverse, les systèmes traditionnels, plus proches des systèmes naturels non transformés, plus performants et mieux maîtrisés. En somme ne pourrait-on pas dire naturel = artificiel? Cette équation fait penser à cette phrase souvent citée de BACON « la nature pour être commandée doit être obéie ». Avec les faibles moyens dont disposent encore les paysans burkinabè, une artificialisation pour être réussie doit tenir compte des réalités écologiques et sociologiques. C'est l'exact inverse de la définition du dictionnaire.

⁶Ceci dit les matières plastiques et les pesticides qui se répandent de plus en plus pourraient nous amener à réviser cette opinion.

V. Bibliographie:

- ABBADIE (L.), 1990 - *Aspects fonctionnels du cycle de l'azote dans la strate herbacée de la savane de Lamto.* 158 p.
- AKPO (E.) et GROUZIS (M.), 1993 - *Interactions arbres/herbes en zone arides et semi-arides d'Afrique : état des connaissances.* Symp. Parcs 14p. (2652)
- ALEXANDRE (D.Y.), 1993 - *Dynamique écologique et sociologique d'un petit barrage en zone soudano-sahélienne : conservation des ressources et mise en valeur.* Atelier UICN sur les zones humides au Burkina. 30 juin au 2 juillet, Ouagadougou, 6p.
- ALEXANDRE (D.Y.) et OUEDRAOGO (S.J.), 1992 - *Variations in Root Morphology of *Faidherbia albida* in Relation to Soil and Agronomic Effects.* p 107-110 in "*Faidherbia albida* in the West African semi-arid tropics : proceedings of a workshop, 22-26 Apr 1991 Niamey." R.J. Vandenbelt ed.
- BATIONO (B.A.), 1994 - *Étude des potentialités agroforestières, de la multiplication et des usages de *Guiera senegalensis*.* Mémoire IDR Ouaga, 70 p.
- BONKOUNGOU (E.G.), 1987 - *Monographie de *Acacia albida*, espèce agroforestière à usage multiples.* IRBET; 92 p.
- BOUSSIM (I.J.), SALLE (G.) et GUINKO (S.), 1993 - *Tapinanthus parasite du karité au Burkina Faso. Phénologie, biologie et dégâts.* Bois et Forêts des Tropiques 238: 53-65
- BOUSSIM (I.J.), SALLE (G.) et GUINKO (S.), 1993 - *Tapinanthus parasite du karité au Burkina Faso. Identification et distribution.* Bois et Forêts des Tropiques 238: 45-52.
- BROUWER (J.), GEIGER (S.C.) et VANDERBELDT (R.J.), 1991 - *Variability in the growth of *Faidherbia albida*: a termite connection.* in Vandenbelt 1992
- CTFT 1988 - "*Faidherbia albida* (synonyme *Acacia albida*) : Monographie." - 72 p.
- DEMBELE (D.), 1994 - *Écophysiologie de *Faidherbia albida*, sa répartition et son effet agronomique.* Mémoire IDR 70p. + annexes.
- DEVERIN-KOUANDA (Y.), 1992 - *Le corps de la terre : mousses de la région de Ouagadougou. Représentation et gestion de l'environnement.* Thèse Paris XI, 4 tomes.
- DEVERNAY (S.) 1995 - *L'introduction du nime, arbre exotique au Burkina Faso : bilan socio-écologique.* Mémoire ISTOM 59p.
- DUPUY (N.) et DREYFUS (B.), 1991 - *Présence of *Bradyrhizobia* under *Acacia albida*.* in Vandenbelt 1992

- GANABA (S.), 1994 - Rôle des structures racinaires dans la dynamique du peuplement ligneux de la région de la mare d'Oursi entre 1980 et 1992. Thèse Ouagadougou, 146 p.
- GEIGER (S.G.), VANDENBELDT (R.J.) et MANU (A.), 1992 - Preexisting soil fertility and the variable growth of *Faidherbia albida*. pp 121-125 in Vandenbergdt 1992.
- GRASSÉ (P-P.), 1959 - Un nouveau type de symbiose: la meule alimentaire des termites champignonistes. *La Nature* 3293: 385-389.
- HERVOUET (J.P.), 1980 - Du *faidherbia* à la brousse. Modifications culturelles et dégradation sanitaire. Multi Orstom Ouaga 26p.
- JACKSON (G.), 1974 - Cryptogeal germination and other seedling adaptations to burning of vegetation in savanna regions : the origin of pyrophytic habitat. *New Phytol.* 73 : 771-780.
- LOUPPE (D.), 1991 - *Guiera senegalensis* espèce agroforestière? *Bois et Forêts des Tropiques* 228 :41-57.
- OUEDRAOGO (S.J.), 1994 - Dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers traditionnels du Plateau-central burkinabè : influence des facteurs biophysiques et anthropiques sur la composante arborée. Thèse Univ. Paris 6. 207 p.
- OUEDRAOGO (S.J.), et ALEXANDRE (D.Y.), 1994 - Distribution des principales espèces agroforestières à Watinoma, terroir du Plateau Central burkinabè, une résultante de contraintes écologiques et anthropiques. Colloque Phytogéographie Tropicale Réalités et Perspectives. Paris 6 -8 juillet 1993. *JATBA nouvelle série* 36 (1) : 101 - 111.
- OUEDRAOGO (S.J.) et ALEXANDRE (D.Y.), 1994 - Capacité de régénération naturelle de *Faidherbia albida*: dissémination, conservation et germination des graines. Proposé à *Bois et Forêts des Tropiques*.
- OUEDRAOGO (S.J.), 1994 - Dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers traditionnels du Plateau-Central burkinabè : influence des facteurs biophysiques et anthropiques sur la composante arborée. Thèse Univ. Paris 6. 207 p.
- PAGEARD (R.), 1971 - Note sur l'*Acacia albida* en Haute-Volta. *Notes et Doc. Voltaïques* 4 (4): 50-60.
- PELISSIER (P.), 1980 - L'arbre dans le paysage agraire de l'Afrique Noire. *Cah. Orstom, Ser. Sc. Hum.* 17 (3-4) : 131-136.
- SOME (N.A.) et ALEXANDRE (D.Y.), 1995 - Savoir paysans et lecture des indices de fertilité du sol en zone soudanienne. à paraître.
- SOME (N.A.), 1996 - Les systèmes écologiques post cultureux de la zone soudanienne du Burkina Faso: Structures spatio-temporelle des communautés végétales et évolution des caractères pédologiques. Thèse Paris VI,

VANDENBELDT (R.J.) ed., 1992 - "*Faidherbia albida* in the West African Semi-Arid Tropics." - ICRISAT-ICRAF; 206 p.

VANDERPOL (F.), 1992 - *Soil mining, an unseen contributor to farm income in southern Mali*. KIT Amsterdam, bull 325.

ARTIFICIALISATION DES SAVANES SOUDANIENNES ET DYNAMIQUE D'UNE HERBE SPONTANEE UTILE.

LES EFFETS ECOLOGIQUES DE QUELQUES PRATIQUES AUTOUR DE *ANDROPOGON GAYANUS*

L. Le Mire Pêcheux, A. Fournier et S. Dugast

Dans la région des savanes soudaniennes les paysages sont très marqués par l'emprise humaine, la végétation naturelle de forêt claire et d'herbes pérennes est en grande partie remplacée par des espaces anthropisés composés de champs et de parcelles en jachère. Dans les zones cultivées, dès l'abandon des champs la végétation naturelle tend à se reconstituer, avec d'abord des herbes annuelles puis des herbes pérennes et enfin des ligneux. Le processus se poursuit jusqu'au prochain défrichement qui survient de plus en plus fréquemment avant que ne soit atteint le stade d'une savane bien reconstituée. Le retour des graminées pérennes, notamment l'apparition de *Andropogon gayanus* puis de *Andropogon ascinodis*, marque une étape importante dans la succession postculturale. Pour l'écologie, chaque peuplement de ces pérennes maintenu dans le paysage représente un réservoir qui peut permettre aux espèces de savane de reconquérir les milieux perturbés par la mise en culture. Le nombre, la taille et l'organisation spatiale des refuges contenant ces espèces a donc une grande importance du point de vue de la dynamique de la végétation.

Toutes ces caractéristiques se présentent néanmoins très différemment selon qu'il s'agit de pérennes typiques des savanes dites naturelles, comme *Andropogon ascinodis*, ou de pérennes d'autres zones climatiques dont la présence est ici liée aux perturbations causées par la culture, comme *Andropogon gayanus*. L'étroite association entre *A. Gayanus* et les jachères est bien connue dans les savanes soudaniennes, cette graminée est habituellement considérée comme caractéristique des milieux cultivés, bien que demeurant une espèce sauvage (César 1992). Il résulte de cette particularité qu'une recomposition des espaces refuges de l'espèce, consécutive à une intensification de l'activité agricole, ne se traduit pas par son recul généralisé vers

les zones demeurées non cultivées, comme c'est le cas pour les autres pérennes, mais prend d'autres formes.

C'est ainsi que si l'on prend l'exemple de la région du plateau de Bondoukuy (Burkina Faso), où la végétation est maintenant bien connue, on peut observer que les populations réservoir de *Andropogon gayanus* se présentent principalement sous deux formes. Il peut s'agir de parcelles de vieille jachère, où *Andropogon gayanus* croît en peuplements plus ou moins denses et homogènes tels que ceux qu'a étudiés Yoni (1995). Ces milieux, fortement sollicités par l'agriculture (remise en culture de parcelles) et par l'élevage (pâturages), se raréfient (Ouédraogo 1993, Kiéma 1992, Yoni 1995), mais les jachères de 20 ans et plus occupent encore une place importante entre les localités de Bondoukuy, Tankuy et Tia (Kissou 1994). On observe en second lieu des réservoirs de *A. gayanus* dans certains champs sous forme de touffes isolées et de lignes, ou même de bandes (Le Mire Pêcheux 1995). Si la première forme (jachère) n'est dépendante de l'action de l'homme que de manière non intentionnelle (l'objectif premier est l'obtention d'une récolte et non la mise en place d'une jachère), la seconde (structures préservées au sein même des champs cultivés) résulte d'une intervention plus délibérée, même si celle-ci a d'autres objectifs que la préservation de semenciers destinés à accélérer la reconstitution de la parcelle après la période de culture. Elle mérite à ce titre une attention soutenue, d'autant plus que, avec l'intensification des activités agricoles et pastorales dans la région, elle est susceptible de prendre une importance croissante par rapport à la forme observée dans les jachères, appelée à se raréfier.

Le présent travail donne une première description des réservoirs des champs dans la région du plateau de Bondoukuy (morphologie, origine) et tente de préciser le rôle écologique qu'ils peuvent jouer dans la régénération de la végétation en savanes lors des successions post-culturelles. Il aborde ensuite la question des différents niveaux d'artificialisation qui peuvent être décrits à propos des principales pérennes du milieu étudié, en étant particulièrement attentif à leurs effets quant à une possible raréfaction voire disparition des espèces considérées. Il examine enfin, dans le cas particulier de *Andropogon gayanus*, l'évolution des pratiques humaines, susceptibles de conduire à la semi-domestication de l'espèce.

I. Introduction

Le rôle de *A. gayanus* au cours des successions postculturales en Afrique Soudanienne

L'espèce *Andropogon gayanus*, absente des savanes les plus naturelles de la zone soudanienne de l'Ouest du Burkina Faso, est une graminée pérenne typique de la succession postculturale. Elle peut commencer à s'implanter dès la troisième année d'abandon cultural (César 1992 en Côte d'Ivoire, Yoni 1995 et Hien 1996 au Burkina Faso), mais ne domine cependant la flore des jachères qu'au bout d'une dizaine d'années (César 1992, Zoungrana 1991, Kaboré-Zoungrana et al. 1994, Yoni 1995). D'autres graminées pérennes typiques du pyroclimax⁷ la remplacent au bout d'une vingtaine d'années (Ouédraogo 1993). L'espèce joue ainsi un rôle de marqueur dans la reconstitution des savanes : première pérenne à s'implanter, elle semble "faciliter" (au sens de Connel & Slatyer 1977) l'installation des plantes des stades plus avancés, mais crée en même temps les conditions de sa propre élimination. Son implantation lors de la succession semble d'ailleurs correspondre à un certain état de reconstitution des sols. Dans des friches soudanienne du Burkina Faso, Somé et al. (à paraître) observent à une échelle très locale (celle de la touffe) une corrélation entre la présence de graminées pérennes (notamment *A. gayanus*) et la bonne structure massive sous les annuelles. Ils émettent l'hypothèse que le système racinaire fasciculé des espèces pérennes améliore le sol en le structurant. Cette hypothèse cadre bien avec les connaissances que nous avons du fonctionnement énergétique des savanes soudanienne : en savane "naturelle", le système racinaire des pérennes représente une masse très importante, largement double de celle des parties aériennes puisque son ordre de grandeur est la dizaine de tonnes par hectare (Fournier 1987, 1991). Dans les milieux soudaniens naturels à annuelles, les racines ont au contraire une masse inférieure ou au plus égale à celle des parties aériennes (Fournier 1991). Comme les racines de graminées ont un taux de renouvellement très important, la mise en place des pérennes devrait à terme augmenter la teneur en matière organique du sol et améliorer sa fertilité chimique. Le caractère indicateur de *A. gayanus* d'une certaine reconstitution du milieu est d'ailleurs connu des populations locales. A Bondoukuy dans le système traditionnel à jachère

⁷ pyroclimax : état d'une communauté végétale qui a atteint un stade d'équilibre durable avec les facteurs climatiques et édaphiques du milieu et dont l'existence est subordonnée à l'action répétée du feu (voir Fournier 1994).

longue, les cultivateurs (surtout chez les Bwaba, autochtones) jugent souvent de l'état de reconstitution des jachères en observant la structure des populations de *A. gayanus*. La présence d'une population dense de *A. gayanus* accompagnée d'individus de grande taille de certaines espèces ligneuses sur une parcelle abandonnée est pour eux le signe que le milieu est prêt pour une nouvelle mise en culture (Yoni 1995). De tels critères sont cependant de moins en moins utilisés puisque les jachères sont remises en culture de plus en plus rapidement, bien avant le retour d'une dominance de *A. gayanus*.

Présentation générale de la région de Bondoukuy

La localité de Bondoukuy appartient à la "zone cotonnière" dans l'ouest du Burkina Faso, les activités principales y sont l'agriculture (coton, céréales vivrières) et l'élevage. Avec plus de 30 (et même par endroits de 60) habitants par Km² et environ 15 têtes de bétail par Km², l'emprise de l'homme sur le milieu est forte. Le sous-sol de la région est gréseux ; la végétation naturelle correspond à la limite entre la "forêt claire indifférenciée soudanienne" au nord et la "forêt claire soudanienne à *Isoberlinia doka*" de White (1986). Du fait de son anthropisation, cette région est cependant dominée par des espaces cultivés sous parc arboré à *Vitellaria paradoxum* (Karité) et des jachères de différents âges. La végétation présente une structure en mosaïque, avec une forte variabilité entre les éléments ; les nombreux faciès correspondent aux divers stades de reconstitution dans la succession postculturale sur différents sols. La pression pastorale et les prélèvements par les populations (bois, plantes alimentaires et médicinales), d'intensité très variable dans l'espace et dans le temps, induisent une forte variabilité dans le déroulement des successions postculturales : celles-ci sont ainsi difficiles à décrire en termes simples et généraux (Devineau & Fournier 1992, Yoni 1995, Hien 1996).

Les Bwaba sont la population autochtone détentrice des terres. Les premiers migrants à s'installer dans les villages Bwaba ont été les Dafing, venus des régions voisines depuis moins d'un siècle pour islamiser la région de Bondoukuy. Les années de sécheresse (1971, 1973, 1980 et 1983) ont provoqué des migrations de population depuis les zones nord-soudanaises vers les zones sud-soudanaises. Les régions de Solenzo (province de la Kossi) et de Bondoukuy (province du Mouhoun) sont celles qui ont accueilli le plus de migrants. Les migrants de cette deuxième vague sont en majorité des cultivateurs Mossi à la recherche de terres cultivables, qui sont venus du plateau Mossi (zone nord-soudanienne) ou du Yatenga (zone sahélienne). De véritables villages se sont alors constitués à proximité des villages Bwaba. Pour une part importante, ces migrants sont aussi des éle-

veurs peuls, qui sont venus du Yatenga, du Passoré, du Bam et en moins grand nombre, de la Kossi pour chercher des pâturages. D'autres ethnies plus minoritaires sont également représentées parmi les migrants : Gourounsi (Léla venus de Réo), Samo (venus de Toma et Tougan), Lobi, ... Le mouvement migratoire a été favorisé par les traitements sanitaires qui ont libéré les régions soudaniennes de la trypanosomiase animale et de l'onchocercose. Ces ethnies cohabitent, pratiquant l'agriculture, l'élevage ou les deux activités à la fois, mais il n'existe pas de réelle intégration entre les deux activités. La pression anthropique vient donc d'augmenter considérablement en moins de quatre décennies et les milieux naturels et humains en ont été profondément modifiés, avec une altération sensible du paysage végétal.

II. Andropogon gayanus, une ressource pour les populations locales

Une plante soumise à une forte pression pastorale

A. gayanus est une excellente plante fourragère, dont les troupeaux sont très friands. Comme chez toutes les graminées fourragères (surtout pérennes), les jeunes feuilles tendres et riches en azote sont préférées aux tiges et feuilles plus âgées, plus dures et composées principalement de cellulose. Très rapidement, les tissus vieillissants perdent en effet leurs qualités nutritives. Dès l'épiaison (allongement des tiges et mise en place des fleurs), qui se fait en octobre-novembre, la qualité diminue, les tiges fructifiées sont quant à elles inconsommables. Pour rester de bonne qualité pastorale la plante doit donc être régulièrement "rabattue" et ainsi maintenue artificiellement à un stade jeune ; c'est ce qui se produit dans un pâturage supportant une charge en animaux suffisante. Une surconsommation par les animaux entraîne en revanche l'épuisement puis la mort de la plante. Dans les zones à charge en bétail assez élevée comme Bondoukuy, la pression pastorale entraîne sur les parcours naturels la raréfaction de l'espèce qui laisse la place à des annuelles de moindre valeur alimentaire (Le Mire Pêcheux 1995, Kiéma 1992).

Un matériau pour la construction et l'artisanat

Pour la construction et l'artisanat ce ne sont pas les jeunes feuilles qui sont intéressantes mais au contraire les tiges développées au moment de la floraison. Les pailles de *A. gayanus* sont récoltées à l'époque où elles sont suffisamment dures pour être résistantes mais

encores assez souples pour un tressage facile. Chez les Mossi et le Peuls, elles servent surtout à construire des greniers et des toitures de case, mais aussi des portes, des enclos, de petits hangars, des nattes, divers paniers, ruches et nasses. Les ethnies Bwaba (autochtones) et Dafing les utilisent beaucoup moins fréquemment. Ces objets, et leurs variantes en fonction des ethnies, ont été décrits par Le Mire Pêcheux (1995). Au total les utilisateurs les plus concernés par les pailles sont les Mossi, ils sont d'ailleurs les seuls à les commercialiser (Le Mire Pêcheux 1995).

III. Matériel et méthode

Echantillonnage et observations

Une cartographie des parcelles dans cinq "sous-terroirs"⁸ de la région du plateau de Bondoukuy (sols en majorité sableux ou sablo-argileux) ainsi qu'une enquête sur l'utilisation de ces terres a été réalisée par l'équipe d'agronomie de l'Orstom de Bobo-Dioulasso dans le cadre de ses travaux. Ces cinq sous-terroirs, décrits en annexe I, peuvent être considérés comme représentatifs de la variété de situations rencontrées sur le plateau, ils regroupent un total de 581 parcelles (dont 412 champs et 152 jachères). C'est sur cet échantillon de 412 champs, dont l'appartenance ethnique de l'exploitant était connue, que nous avons travaillé. Nous avons complété les données relatives à cet échantillon par des indications pédologiques et topographiques ainsi que par des observations sur la présence et la structure des réservoirs de *Andropogon gayanus*. La nature du sol selon la carte de Kissou (1994) a été notée (ferrugineux lessivé hydromorphe, ferrugineux lessivé induré, ferrugineux lessivé modal ou ferrallitique); sa texture a été estimée à l'oeil (sableuse, gravillonnaire, sablo-gravillonnaire ou moins sableux). La topographie a été également classée de manière simplifiée en position haute et position basse. La structure des réservoirs de *Andropogon gayanus* a été décrite à l'aide d'observations faites dans 58 champs entre juin et août 1995. La forme (linéaire ou non) et la place des réservoirs (dans ou sur le côté du champs, entre champs et route, entre deux champs, entre champ et jachère, ont été notées ainsi que la circonférence des touffes et leur

⁸ le sous-terroir a été défini par Serpantié comme une zone présentant une certaine unité dans la nature des milieux, la taille et l'agencement des parcelles, les associations de systèmes de culture ainsi que le type de société qui les exploite (com. pers. 1994).

recouvrement au sol. La présence des ligneux et le recouvrement de leur couronnes ont également été notés. Les traces de pâture sur *A. gayanus* ont été observées. Des enquêtes auprès des populations locales sur le mode de mise en place des réservoirs ont été menées en juillet 1995 par Le Mire Pêcheux auprès de douze personnes (3 Bwaba, 5 Mossi, 2 Peuls et 2 Dafing). Elles ont consisté en une prise de notes lors de conversations libres autour de graminées pérennes, principalement *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis*. Les entretiens ont été menés avec les "vieux" des villages, mais tous ceux qui étaient présents ont aussi participé à la discussion.

IV. Résultats

L'importance des réservoirs de *A. gayanus* dans l'espace cultivé

Le paysage du plateau de Bondoukuy est fortement occupé par les cultures : ainsi, dans l'échantillon étudié, moins de la moitié des parcelles (dont la superficie va de 0,25 à 7 ha) est en jachère (fig. 1). Dans les parcelles cultivées les exploitants sont en majorité des Mossi (54 % contre 30 % pour les Bwaba et 16 % pour les Dafing), ce qui reflète bien l'importante emprise des migrants sur le milieu.

De fait, ils sont maintenant plus nombreux que les autochtones. Les champs contenant des réservoirs de *A. gayanus* sont loin d'être majoritaires dans l'espace cultivé, mais leur fréquence (plus de 10 %) semble cependant suffisante pour influencer la dynamique de la végétation. Les champs contenant de tels réservoirs peuvent localement être très nombreux, c'est ainsi qu'ils correspondent à un quart des effectifs dans le sous-terroir de Toense.

Les réservoirs de *A. gayanus* : lien avec le milieu physique et humain

Le traitement statistique des données par analyse factorielle des correspondances n'a fait apparaître aucun lien entre la présence des réservoirs et le milieu physique. Bien que l'échantillonnage soit représentatif des différents types de sols de la région, aucune localisation préférentielle n'apparaît. La présence des réservoirs semble également indépendante de la position topographique des parcelles. En revanche, il existe clairement un lien avec l'appartenance ethnique des exploitants. Les réservoirs observés se trouvent pour 77 % chez des Mossi, pour 14 % chez les Bwaba et pour 9 % chez des Dafing. Les

exploitants Mossi sont ainsi proportionnellement plus représentés dans les champs avec réservoirs que dans l'ensemble des champs, où ils ne forment que 54 % de l'échantillon. Une telle liaison des réservoirs avec un groupe ethnique écarte l'hypothèse que les déterminants de la localisation des réservoirs soit surtout naturels et confirme qu'ils sont principalement humains. Les enquêtes indiquent d'ailleurs que les réservoirs dans les champs sont apparus dans le paysage avec l'arrivée des migrants Mossi dans les années 1970.

Les réservoirs de *A. gayanus* : caractéristiques structurales et typologie

Un échantillon de 58 réservoirs de *A. gayanus* a été étudié plus en détail pour en établir une première typologie. Certains se localisent à l'intérieur des champs (9 cas), sous forme de touffes isolées ou groupées à l'ombre d'un arbre. Les autres suivent le bord des champs (49 cas), où ils se présentent alors sous une forme linéaire. Les réservoirs linéaires ont des localisations diverses, ils peuvent se trouver entre deux champs (11 cas), entre un champ et une route (36 cas), entre un champ et une jachère (2 cas). La dimension des réservoirs linéaires est assez variable, leur longueur est comprise entre 1 et 500 m, leur largeur entre moins de 50 cm (diamètre d'une touffe) et plus de 10 m. Ils peuvent présenter dans leur largeur un seul rang de touffes (13 cas) ou plusieurs touffes côte à côte (36 cas). La taille et le recouvrement des touffes sont variables, leur circonférence va de 34 à 121 cm, leur recouvrement basal au sol vaut de 1 à 20 %. Dans la majorité des réserves observées (36 sur 58) les touffes ne présentent pas de trace de pâture par les bovins. Les réserves peuvent renfermer quelques pieds d'autres graminées pérennes que *Andropogon gayanus* (11 cas) ou non (47 cas). Les réserves linéaires comprennent presque toujours des ligneux dont les couronnes ont un recouvrement variable (1 à 15 %).

Les caractères qui pourraient à priori indiquer un soin plus poussé donné au réservoir (faible densité en ligneux, absence de pérennes autres que *A. gayanus*, absence de pâture) ne sont pas liés, au moins dans l'échantillon étudié.

Quatre types de réservoirs peuvent ainsi être distingués par Le Mire Pêcheux (1995) :

- Les réservoirs de touffes isolées : Ces réserves se présentent sous forme de rares touffes généralement de faible circonférence, dispersées dans le champ,

- Les réservoirs de touffes groupées sous arbre : Ce type de réserve correspond à plusieurs grosses touffes regroupées sous l'ombrage d'un arbre qui a été conservé dans le champ,
- Les réservoirs en ligne : D'épaisseur ne dépassant pas une touffe, ces réserves sont de longues lignes situées entre deux champs. Les touffes sont de circonférence variable et présentent un recouvrement basal élevé (5 à 20 %). La densité des ligneux est variée. Ce type de réserve se rencontre le long de parcelles de toutes tailles.
- Les réservoirs en bandes : Situés entre champ et route ou plus rarement entre champ et jachère, ces réserves sont des bandes parfois très larges (jusqu'à 40 m dans certains cas exceptionnels). On les rencontre le long de parcelles de toute taille. Les touffes y sont de taille diverse, leur recouvrement basal est généralement moins élevé que dans le type précédent (1 à 5 % environ). Les ligneux sont en revanche relativement plus abondants que dans le type précédent. Dans les quelques cas (5) où les bandes sont très larges (plus de 10 m), les séparer des parcelles en jachère relève évidemment d'une décision arbitraire.

La mise en place des réservoirs par les populations et leur signification

Les enquêtes ont permis de réunir les premières informations sur le mode de mise en place de chacun des types de réservoirs par les populations. Ces informations restent à confirmer et à préciser car l'échantillon enquêté est trop petit pour que des certitudes se dégagent.

Tous ces réservoirs proviennent du défrichement de jachères correspondant au stade où domine l'espèce *A. gayanus*.

Les réservoirs de touffes isolées :

Ces réservoirs résulteraient plutôt d'un mauvais désherbage du champ lors du défrichement que d'un désir de conservation. Ces quelques touffes devenues grosses sont difficiles à arracher, comme elles n'occasionnent que peu de gêne dans le champ on les laisse en place.

Les réservoirs de touffes groupées sous un arbre :

Ces réservoirs répondraient en revanche à une intention. Comme l'ombre de l'arbre gêne le bon développement des plantes cultivées,

l'exploitant aurait choisi de conserver ces touffes lors du défrichage et d'allouer cette portion de son champ à la production de tiges de *A. gayanus* qui serviraient à l'artisanat. Ce type de réservoir n'existerait que chez les Mossi, chez les Bwaba de telles portions ombragées dans un champ habituellement utilisées pour la culture d'épices, de gombo ou d'igname.

Les réservoirs en lignes :

Ces réservoirs correspondraient à la matérialisation d'une limite chez les Mossi de la région de Bondoukuy, ils représenteraient aussi une petite zone de production de pailles pour l'artisanat. Lors du défrichage, l'exploitant garde apparemment quelques pieds alignés de *A. gayanus* sur le bord du champ. Ces plantes, protégées du pâturage, produisent des graines qui se déposent sur la ligne et dans le champ. Les germinations sont éliminées dans le champ lors des sarclages car elles sont gênantes, mais elles sont conservées sur la ligne, où elles viennent compléter et renforcer le réservoir déjà en place. La variété de taille des touffes de ce type de réservoir provient certainement de cette dynamique de renouvellement de la population. Leur fort recouvrement au sol s'explique sans doute par la faible compétition entre les touffes placées sur un seul rang. La fonction de délimitation qu'assureraient les touffes de *A. gayanus* chez les Mossi serait remplie par d'autres plantes (oseille, divers arbres) chez les Dafing ou par des marques non végétales (cases, buttes, fossés, piquets) chez les Bwaba et les Dafing.

Les réservoirs en bande :

Ces réservoirs qui sont les plus fréquents, se rencontrent en majorité chez les Mossi (87 % des réservoirs alors que les champs Mossi ne représentent que 54 % de l'échantillon). Ils se placent entre un champ et une route ou plus rarement entre un champ et une jachère. Les réservoirs en bande à couvert ligneux important correspondraient à des portions de végétation épargnée lors du défrichage d'une vieille jachère. Les bandes à couvert ligneux plus faible auraient par la suite été intentionnellement éclaircies pour faciliter l'accès des charrettes.

Chez les Mossi, les bandes auraient une fonction première de protection du champ contre les animaux et les véhicules divers qui passent sur la route (peut-être également des sorciers). Elles seraient aussi une réserve de paille pour l'artisanat, mise en place intentionnellement. La fonction de protection serait assurée par des trous dans le sol ou des espaces nus chez les Bwaba. Quand ces bandes se rencontrent chez les Bwaba, elles ne semblent pas avoir été protégées inten-

tionnellement, certains cultivateurs projettent même de les arracher tandis que d'autres veulent les laisser, estimant qu'elles ne sont pas gênantes. Chez les Dafing et la majorité des Bwaba, les champs seraient habituellement cultivés jusqu'au bord de la route, sans protection.

Dans les quelques cas où les bandes se localisent entre un champ et une jachère (dans l'échantillon étudié ces cas se rencontrent toujours chez les Mossi), elles représenteraient une réserve de pailles, incluse dans la surface allouée au cultivateur. Pour rendre plus clair le caractère privé de la ressource, le cultivateur place en outre entre la jachère et le réservoir une bande de terrain débudé, qui sert en même temps de limite et de pare-feu.

V. Discussion - Conclusion

Signification écologique de la dynamique des populations de *Andropogon gayanus* dans les paysages anthropisés

L'idée d'une raréfaction des pérennes dans les espaces anthropisés, globalement vraie, mérite cependant d'être discutée. La raréfaction des espèces recouvre deux aspects en partie distincts : une espèce se raréfie quand ses populations deviennent plus clairessemées ou quand ses populations sont limitées à des zones de plus en plus restreintes. L'étape ultime des deux phénomènes est évidemment la disparition de l'espèce. En ce qui concerne les pérennes typiques des savanes dites naturelles, la raréfaction ne fait aucun doute. Des plantes comme *Andropogon ascinodis* et *Schizachyrium sanguineum* dominant dans la plupart des faciès en savane naturelle (voir par exemple Fournier 1992). Dans les paysages anthropisés, elles se limitent de plus en plus aux zones cultivables, ce qui résulte directement de l'utilisation agricole du milieu. C'est ainsi qu'à Bondoukuy on les trouve maintenant presque exclusivement sur les collines et les zones gravillonnaires (Ouédraogo 1993). Leurs populations, qui subissent une consommation importante de la part des troupeaux domestiques, sont aussi de plus en plus clairsemées. Ces deux types conjoints de raréfaction, si leur intensité s'accroît, laissent envisager la disparition possible des espèces. Le cas de *Andropogon gayanus* est différent puisque cette espèce est absente des milieux végétaux soudaniens non anthropisés de l'Ouest du Burkina Faso. Originaire de régions plus septentrionales, elle s'introduit ici à la faveur de la perturbation causée par la culture. Sa simple présence est donc la mar-

que d'un premier niveau d'artificialisation, qui correspond à l'utilisation agricole du milieu avec jachère longue. Si la perturbation n'était pas régulièrement renouvelée, l'espèce disparaîtrait de ces milieux. La raréfaction de *A. gayanus* dans un paysage déjà anthropisé marque un niveau plus avancé d'artificialisation, qui correspond au passage à un système de culture à jachère courtes ou même à la culture continue. Dans ce contexte, la raréfaction de *A. gayanus* traduit le raccourcissement du temps de jachère (et donc de reconstitution de la végétation) et l'impact accru des troupeaux sur les espaces pâturables. La région de Bondoukuy en est actuellement à ce stade, la biodiversité est encore élevée, mais la structure spécifique et spatiale est bouleversée (Devineau & Fournier, à paraître). La généralisation de ce nouveau système laisse envisager un risque de disparition de l'espèce. Les milieux réellement peu anthropisés étant fort rares dans certaines régions de la zone soudanienne, la présence de *A. gayanus* est souvent considérée à tort comme la marque d'un état "natuel" que les gens ignorent ou ont oublié.

Les effets biologiques du maintien de ces réservoirs de *A. gayanus* dans les espaces anthropisés

Dans une situation intermédiaire entre les deux niveaux d'artificialisation qui viennent d'être décrits, c'est-à-dire dans le cas d'une durée de jachère légèrement raccourcie, les réservoirs des champs, plus ou moins soustraits au pâturage, peuvent permettre une accélération de la reconstitution du milieu.

Les observations réalisées à Bondoukuy indiquent en effet que l'espèce se reproduit essentiellement par des graines dont la dispersion ne se fait que sur de très petites distances (Fournier 1997) ; les parcelles bordées de *A. gayanus* parvenant à fructification (protégées des troupeaux) semblent bien se reconstituer un peu plus vite que les autres (Yoni 1995, Hien 1996). Cet effet d'accélération de la régénération trouve cependant une limite dès lors que le temps de jachère passe au dessous d'un certain seuil. Lorsque le deuxième niveau d'artificialisation est réellement atteint, avec des jachères encore plus courtes, la reconstitution naturelle du milieu ne dépasse plus les tous premiers stades à herbes annuelles et *Andropogon gayanus* ne se régénère plus dans les jachères. Les réservoirs des champs, maintenus par les populations pour des raisons diverses, deviendraient alors les seuls refuges de *A. gayanus* tandis que les autres pérennes "de brousse", soumises à un pâturage de plus en plus typique dans les espaces artificialisés (Monnier). Le maintien des populations de *A. gayanus*, déjà en partie dépendant d'actions humaines, le devien-

drait alors entièrement, des décisions humaines entrant en jeu ; l'espèce se rapprocherait de l'état de plante cultivée.

Les pratiques autour de *A. gayanus* : d'une plante de régénération à une plante en voie de semi-domestication

La disposition ordonnée que présentent les structures observées dans les champs est évidemment le signe que la ressource que constitue *A. gayanus* fait l'objet d'une certaine gestion. Mais le souci d'une telle gestion n'est pas également partagé par tous les cultivateurs. Les données recueillies par Le Mire Pêcheux (1995) font apparaître que, de tous les critères retenus, seul celui de l'appartenance ethnique se révèle discriminant. Rappelons en particulier que ceux relatifs à toute forme de lien entre la présence des réservoirs et le milieu physique ne paraissent pas significatifs. Parmi tous les groupes en présence, ce sont les Mossi qui, de loin, concentrent la plus grande part des réserves observées (77 % de l'échantillon). Bien que ce résultat reflète une partie de la réalité et s'accorde avec les dires de nombreux informateurs, il convient de rester prudent quant à son interprétation : tous les Mossi n'accordent pas le même degré d'intérêt à l'exploitation de *A. gayanus*, même s'il est vrai que, globalement, ils sont plus nombreux que les paysans des autres ethnies à s'y intéresser ; inversement, on trouve parmi les Bwaba et les Dafing des cultivateurs réellement soucieux d'obtenir une belle bande de cette graminée. Si l'intérêt est plus généralisé chez les Mossi, cela peut s'expliquer essentiellement, comme l'affirme d'ailleurs la majorité des informateurs, par une caractéristique de leur habitat : ce dernier comporte des toits de paille dont la structure de base est fournie par les tige de cette graminée. Sur ce plan, le contraste est net par rapport au Bwaba et aux Dafing dont les constructions, plus massives, sont pourvues uniquement de toits en terrasse, ne nécessitant que des poutres de bois et de la terre battue.

Mais la confection des toitures, pour importante qu'elle soit, ne représente qu'une part de l'utilisation des herbes dans le domaine artisanal. La fabrication des séko, en particulier, demande elle aussi de grandes quantités de paille. Or celle-ci intéresse tous les groupes ethniques en présence. L'appartenance ethnique reste donc un critère qui n'est que partiellement discriminant. Les disparités dans l'intérêt manifesté par les paysans vis-à-vis de la production de *A. gayanus* doivent en fait être expliquées par d'autres critères, encore à déterminer pour une large part. Quoi qu'il en soit, on observe parmi les habitants de la région une gradation dans les attitudes, allant d'une indifférence presque totale chez certains jusqu'à une attention suffi-

samment aiguë, chez d'autres, pour produire un discours assez élaboré, témoin d'une connaissance en train de se construire. Les éléments de ce savoir nous permettent d'entrevoir ce que pourrait être une possible évolution des pratiques paysannes autour de *A. gayanus*.

Certains informateurs insistent sur l'intérêt d'obtenir une ligne ou une bande qui soit homogène en *A. gayanus*. Comme ces bandes sont constituées au moment du défrichement d'une nouvelle parcelle à cultiver et à partir d'une jachère encore au stade à *A. gayanus*, la pratique la plus courante consiste à simplement maintenir une bande non défrichée en bordure du champ. Mais celle-ci comporte, outre *A. gayanus*, plusieurs autres espèces végétales. Pour un cultivateur soucieux de la pureté de sa ligne ou de sa bande, des plantes considérées comme gênantes pour la croissance de *A. gayanus*. Comme cette herbe est une pérenne, et comme le champ sera cultivé pendant plusieurs années, cette pratique aura pour effet non seulement de faciliter la croissance de *A. gayanus*, mais également d'en favoriser localement la reproduction : d'année en année, la bande sera ainsi amenée à se densifier en touffes de *A. gayanus*, les nouveaux individus venant occuper l'espace volontairement dégagé entre les herbes déjà en place.

Dans cette zone où l'élevage a connu un développement important ces dernières décennies, la protection contre le pâturage constitue pour les agriculteurs un élément essentiel pour le succès de leurs entreprises. Des dispositions diverses sont ainsi prises pour protéger, pendant toute la durée de la période agricole, les champs du passage des troupeaux. Les bandes de *A. gayanus*, du fait qu'elles sont établies le long des champs, bénéficient ainsi directement de la vigilance dont ces derniers font l'objet. Mais, par rapport aux plantes cultivées, la particularité de cette graminée est d'être une pérenne. Or, après la saison des cultures, les champs ne sont plus protégés, et on autorise même aux boeufs de venir pâturer les résidus de récolte. Si les tiges de *A. gayanus* sont peu exposées (à ce moment de l'année elles sont trop dures pour intéresser les animaux, et d'ailleurs elles sont souvent déjà récoltées pour les besoins de l'artisanat), le risque d'être broutées est en revanche grand pour les repousses présentent l'intérêt de préparer la croissance de la plante pour la saison suivante : plus les feuilles de repousse auront pu se développer, plus la plante sera en mesure d'effectuer une photosynthèse active dès les prochaines pluies et plus son activité de croissance sera intense. En fin de saison humide, la plante aura alors atteint un plus grand développement, ce que recherchent les paysans les plus intéressés par la ressource. Ceux-ci soulignent à ce propos les avantages d'une pratique souvent mise en oeuvre : les tiges, relativement robustes, sont cou-

pées à environ cinquante centimètres du sol de façon à protéger du pâturage les repousses jusqu'à ce qu'elles aient atteint cette hauteur, ce qui ne se produira qu'au moment où les boeufs seront à nouveau écartés des champs alors remis en culture (voir dessin).

Longtemps quasiment cantonnées dans les jachères d'un certain âge, les populations de *A. gayanus* sont, depuis la raréfaction de l'espèce, de plus en plus souvent tolérées en bordure des champs et y font même l'objet de certaines pratiques d'assistance destinées à favoriser leur développement. Elles sont ainsi passées du statut de plante de régénération, dont la présence dans la région était déjà, mais indirectement, dépendante de l'action de l'homme, à celui de plante en voie de semi-domestication, si l'on désigne ainsi les végétaux encore spontanés mais faisant l'objet d'un soutien et d'une protection de la part de l'homme.

Dans le continuum qui va de la collecte de végétaux spontanés à l'exploitation de plantes domestiques sur des parcelles aménagées à cette fin, on a coutume de considérer l'aménagement du milieu comme l'un des aboutissements d'une démarche qui conduit à la pleine domestication d'une plante. Dans le cas d'une plante de régénération comme l'est au départ *A. gayanus* dans la région de Bondoukuy, l'aménagement du milieu est au contraire à l'origine du rapprochement qui s'opère entre l'homme et la plante, même s'il est vrai que cet aménagement est uniquement mis en oeuvre en vue de favoriser la production d'autres plantes, cultivées celles-là. Ce n'est qu'ensuite que se mettent en place autour de cette plante de régénération certaines pratiques susceptibles de la transformer en plante semi-domestiquée.

Dans tout processus de domestication, le degré de pression sélective auquel est soumise la plante, avec le degré de sa dépendance vis-à-vis de l'homme, est au coeur des interrogations qui viennent naturellement à l'esprit. Que pourrait-il en être dans le cas de *A. gayanus* ? L'espèce se reproduit principalement par des graines qui ne semblent soumises à aucune sélection de la part de l'homme puisque toutes paraissent avoir les mêmes chances de tomber au sol, d'y germer et d'y donner un nouvel individu. S'il existait une sélection délibérée - qui jusqu'ici n'a pas été observée - elle pourrait consister à choisir, parmi les touffes déjà en place, celles qui répondent le mieux au besoins de l'artisanat (caractères relatifs à la longueur, à l'épaisseur et à la résistance des tiges). D'un autre côté, on peut penser que les conditions aménagées dans lesquelles la plante est placée dans les champs peuvent favoriser des génotypes différents de ceux naturellement sélectionnés dans les jachères. Certains caractères, forte production végétative et croissance rapide par exemple, pourraient se

développer dans les champs, au détriment d'autres caractères devenus moins utiles comme la résistance aux contraintes du milieu (notamment compétition avec les autres espèces sauvages). Dans les jachères, la pression de sélection pourrait tendre vers des caractères tous différents, comme par exemple la résistance au surpâturage.

En ce qui concerne la dépendance vis-à-vis de l'homme, les deux types de réservoirs de *Andropogon gayanus* correspondent à deux étapes successives vers la semi-culture et, tout à la fois, à deux stades d'artificialisation des paysages. Les réservoirs de jachère sont seulement dépendants d'une activité agricole, ceux des champs le sont en outre d'un choix humain délibéré, avec promotion, soutien et protection des plantes. Les pratiques de l'homme n'ayant apparemment pas jusqu'à présent induit de modifications génétiques, elles n'ont pas non plus accru la dépendance vis-à-vis de lui, si ce n'est pour l'octroi d'un espace encore compatible avec ses exigences biologiques.

On peut considérer que l'homme aménage un milieu déjà artificialisé pour satisfaire les besoins d'une plante restée sauvage, plus qu'il ne modifie la plante en vue de son adaptation à un milieu artificialisé. Le fait que ces pratiques de soutien et de promotion sont appliquées à une plante de régénération nous met en face d'un paradoxe : on aurait affaire à un processus s'apparentant à une forme de semi-domestication qui se doublerait, en deçà d'un certain stade d'artificialisation du milieu (longue durée de culture, temps de jachère trop court), d'une accélération du retour à la végétation naturelle. En d'autres termes, la tolérance de l'espèce dans les champs, bien que correspondant à un degré plus poussé d'artificialisation, maintiendrait, en l'avançant, un mécanisme écologique qui accélère le retour au milieu naturel, ce qui peut être considéré comme une désartificialisation.

--	--

VI. Bibliographie

- César J., 1992. *Etude de la production biologique des savanes de Côte-d'Ivoire et de son utilisation par l'homme. Biomasse, valeur pastorale et production fourragère*, IEMVT, Maisons-Alfort, 642 p.
- Connel J. H. & Slatyer R. O., 1977. *Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organisation*. *American Naturalist*, 111, 1119-1145.
- Devineau J. L. & Fournier A., 1992. *La flore et la végétation*, in Devineau J. L., Fournier A. et Kaloga B. *Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (sud-ouest burkinabé), présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT), multigraphié*, Orstom Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 28 p.
- Fournier A., 1987. *Cycle saisonnier de la phytomasse et de la production herbacée dans les savanes soudaniennes de Nazinga (Burkina Faso). Comparaison avec d'autres savanes ouest-africaines*, *Bull. Ecol.*, 18(4) : 409-430.
- Fournier A., 1991. *Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Variation selon un gradient climatique*. ORSTOM, coll. *Etudes et thèses*, 312 p.
- Hien M., 1986. *La reconstitution postculturale de la végétation en savane soudanienne dans la région de Bondoukuy (Burkina Faso). Les jachères de moins de six ans : flore, persistance des adventices, lien avec le milieu et son utilisation*, mémoire de DEA en sciences biologiques appliquées, Université de Ouagadougou, Faculté des Sciences et Techniques, FAST/Orstom, 94p.

- Kaboré-Zougrana C. Zougrana I., Sawadogo E., 1994. Variations saisonnières de la production de matière sèche et de la composition chimique d'*Andropogon gayanus* au Burkina Faso. *Fourrages*, 137, 61-74.
- Kiéma S., 1992. Utilisation pastorale des jachères dans la région de Bondoukuy (zone soudanienne, Burkina Faso), mémoire de DESS "Gestion des Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux en Zones Tropicales", Orstom/Université de Paris VII Val de Marne, 99 p.
- Le Mire Pêcheux L., 1995. Les graminées pérennes dans les milieux anthropisés des savanes soudanienues. Structure des populations, fonctions et usage de *Andropogon gayanus* (Kunth.) dans les champs du plateau de la région de Bondoukuy (ouest du Burkina Faso), DESS "Gestion des Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux en Zones Tropicales" Université Paris VII Val de Marne, Orstom Bobo-Dioulasso/System Trop, 112p.
- Monnier Y. Anthropisation et artificialisation. De la description à la conceptualisation. Application à l'Inde insulaire méridionale. Mélanges Gabriel Rougerie, 97-108.
- Ouédraogo M., 1993. Ecologie comparée de deux espèces de graminées pérennes, *Andropogon ascinodis* C. B. Cl et *Schizachyrium sanguineum* (Retz) Alston, dans la région de Bondoukuy (Burkina Faso), mémoire de diplôme d'ingénieur du développement rural, Option élevage, Université de Ouagadougou, Institut du Développement Rural, 72 p. + annexes.
- Somé N. A., de Blic Ph. et Alexandre D. Y., à paraître. Dynamique post-culturelle et différenciation structurale du sol sous *Andropogon* spp.
- White F., 1986. La végétation de l'Afrique. Recherches sur les Ressources Naturelles XX, Orstom/Unesco, Carte + mémoire, 344 p.
- Yoni M., 1995. Etude du stade à *Andropogon gayanus* dans la reconstitution de la végétation des jachères soudanienues à Bondoukuy (ouest du Burkina Faso), mémoire de diplôme d'ingénieur du développement rural, Option eaux et forêts, Université de Ouagadougou, Institut du Développement Rural, 91 p. + annexes.
- Zougrana I., 1993. les jachères nord-soudanienues du Burkina Faso. I - Diversité stabilité et évolution des communautés végétales, II - Analyse de la reconstitution de la végétation herbacée, in Floret Ch. et Serpantié G. (ed.) La jachère en Afrique de l'Ouest, Orstom, Colloques et séminaires, p. 351-366

VII. Annexe : Description des sous-terroirs d'après KISSOU (1994) et Serpantié et al. (soumis)

Haut-Bukuy

C'est le sous-terroir le plus proche de Bondoukuy, sur sols ferrugineux et indurés, qui est l'ancien champ des chefs de canton (1920 - 1940). Il a été laissé en jachère de 1940 à 1960 puis cultivé localement par des paysans Bwaba et Dafing pendant une dizaine d'années. Il est retourné en jachère en 1970 ou a été attribué à des Mossi qui le cultivent depuis de manière quasi-permanente.

Moyen-Bukuy

Ce secteur intermédiaire recoupe une partie des champs du chef de canton des années 1940, sur des sols ferrugineux indurés. Mis en jachère dans les années 1950, il a été repris par des Dafing et des Mossi dans les années 1980.

Bas-Bukuy

C'est le secteur le plus éloigné de la localité de Bondoukuy, il correspond à un sol ferrugineux homogène. Les bordures du domaine ont été peu à peu attribuées au Dafing et aux Mossi, les Bwaba conservant la partie centrale. Cultivé dans les années 1950 sous forme de grands champs lignagers, il a été mis en jachère puis repris dans les années 1970. Actuellement en jachère depuis une vingtaine d'années il est redéfriché par les Bwaba depuis 1990.

Toense

Ce territoire sur sol ferrugineux homogène a été cultivé dans les années 1980 par les Bwaba du village de Mokouna. Il a ensuite été mis en jachère puis attribué aux Mossi de Mokouna à leur arrivée dans les années 1970. ces derniers le cultivent depuis de manière quasi-permanente.

Dui

Ce sous-terroir, sur des sols diversifiés représente un refuge de culture itinérante des Bwaba, suivant le mode traditionnel de cultures collectives tournantes à longue jachère. Il renferme des jachères anciennes s'amenuisant de jour en jour.

L'EXTRACTIVISME, UNE RESSOURCE POUR LA GESTION DE LA FORET ?

J. P. Lescure et L. Emperaire

L'extractivisme, ou l'exploitation à des fins commerciales des produits issus de la forêt ou de tout autre écosystème non artificialisé, a acquis au cours de cette dernière décennie un droit de cité. Nouvel objet scientifique, engouement passager pour une activité qui a fait la fortune des barons du caoutchouc à Manaus et la misère des collecteurs, élément de revendication d'une identité culturelle, centre de convergence d'intérêts de divers secteurs économiques, ou, élément d'une gestion à long terme d'écosystèmes ? Qu'en est-il de l'extractivisme ?

Tout d'abord il faut souligner sa dimension universelle. Cette activité ne se restreint pas aux forêts tropicales humides, elle touche de multiples espèces et écosystèmes, des fleurs séchées des *cerrados* à destination du marché japonais, à la cire des palmiers carnaúba du Nordeste, au sirop d'érable du Canada ou encore, aux myrtilles, champignons ou gentiane du Massif Central.

En Amazonie brésilienne, l'extractivisme a pris, selon les contextes et les périodes, des valeurs différentes. Ainsi, au début de la colonisation, au seizième et dix-septième siècle, la recherche des *drogas do sertão* a servi les intérêts de la Couronne Portugaise, intérêts stratégiques en terme d'occupation d'un territoire et d'asservissement des populations locales contre les visées des Espagnols, Hollandais et Français ou économiques, prenant souvent le relai de l'exploitation de produits asiatiques. Au début du vingtième siècle, l'extractivisme est l'activité économique dominante sur le territoire amazonien et représente 90 % de la valeur du secteur primaire. Aujourd'hui, après avoir connu un regain d'activité durant la deuxième Guerre Mondiale, il ne représente plus que 5 % de la valeur des produits du ce même secteur, son marché est en déclin, et, de la vingtaine d'espèces reconnues officiellement par les statistiques dans les années 1960, il n'en reste plus qu'une quinzaine. Mais sa place s'est diluée sans pour autant disparaître au sein des autres activités des systèmes de production, agriculture sur brûlis à des fins d'autosubsistance ou de commercialisation, chasse, pêche, cueillette et petit élevage. Le mo-

dèle historique dans lequel l'extractivisme était la seule activité autorisée par les patrons s'est effacé. Sa valeur économique à l'échelle régionale ou nationale s'est perdue mais, à l'échelle du système de production, il assure toujours un complément de revenus appréciable sinon essentiel.

Dans le contexte actuel marqué par des préoccupations environnementales, on s'interroge sur les modes d'intervention qui concilient conservation du milieu et mise en valeur. L'extractivisme, après répondu à des objectifs essentiellement économiques, fait une réapparition ; il est chargé d'une nouvelle mission, celle de conserver la forêt. Afin de préciser cette nouvelle dimension qui lui est assignée à l'échelle nationale ou internationale - et qui s'avère parfois incompatible avec les objectifs identifiés à l'échelle régionale ou locale -, nous analyserons ses aspects écologiques. Les pratiques d'utilisation des ressources et des écosystèmes mises en œuvre par les populations forestières amazoniennes peuvent alimenter une réflexion sur les équilibres entre le "naturel" et "l'artificiel" exigés par l'idée de développement durable. Il s'agit pour nous de comprendre les fonctions de ces pratiques, d'évaluer leurs impacts écologiques, d'en estimer l'intérêt en termes d'utilisation d'un territoire ou plus généralement d'en mesurer la durabilité dans sa dimension écologique. Deux points retiendront notre attention :

- l'importance des échelles spatio-temporelles dans l'évaluation des impacts de cette activité, de la ressource à l'écosystème ,
- la nécessaire prise en compte de la complémentarité entre l'extractivisme et les autres activités du système de production qui s'appuient sur divers écosystèmes plus ou moins artificialisés.

ANTHROPIISATION ET ARTIFICIALISATION

CONTINUITÉ OU RUPTURE AVEC UN ÉTAT NATUREL ?

G. Michon et M. Bouamrane

Y a-t'il lieu de reconsidérer la distinction entre systèmes naturels et systèmes artificiels ? Pour toute personne ayant travaillé dans le cadre des rapports nature/société sous les tropiques, la réaction première est de reformuler la question: y a-t'il lieu d'instituer une distinction entre systèmes naturels et systèmes artificiels. Reformulation qui répond d'elle même à la première question posée en la replaçant dans son contexte: celui d'un débat scientifique occidental autour de ressources "naturelles" renouvelables vues à travers les prismes combinés des sciences sociales et biologiques.

Il est certain que l'affirmation de la "suprématie du biologique et du technique sur le social" (Friedberg 1992) au sein des sciences a eu un rôle déterminant dans la légitimation d'une scission nette entre système naturel et système artificiel. Mais le besoin de distinguer entre systèmes naturels et systèmes artificiels est aussi lié au sentiment de menace et d'urgence qui caractérise actuellement tout débat sur l'environnement, et particulièrement sur la diversité biologique. Les processus "d'artificialisation", "d'homogénéisation"⁹ sont opposés aux notions de "naturel" et de "diversité", qu'elle soit culturelle, biologique ou sociale. Cette opposition implique des différences de perceptions et de représentations du monde vivant et par conséquent, des différences (parfois même des oppositions) sur les moyens et les outils utilisés pour aborder la complexité du monde vivant.

L'artificialisation, l'anthropisation ne se définissent que par opposition à un état défini comme naturel. Mais cette notion de naturel reste éminemment ambiguë, notamment restituée dans le cadre socio-culturel -l'environnement scientifique- qui est le notre. Au sein des

⁹que celle ci caractérise le remplacement de cultivars locaux par des variétés "modernes", le passage de la polyculture à la monoculture ...ou du vin de palme au coca-cola...

sciences, la notion de "naturel" est susceptible de multiples interprétations¹⁰. Entre l'étude des caractéristiques du milieu naturel (bio/ecologie) en dehors de toute intervention humaine, celle de sa perception ou de son utilisation par une société donnée (branches de l'anthropologie et de l'économie) ou celle du rôle des sociétés dans la production du milieu (sociologie et géographie), la définition du "naturel" peut varier dans de larges limites. Et partir d'un état de référence ambigu, pour caractériser des processus ou des états ne peut, comme nous allons le voir, que prêter à des interprétations multiples.

Le but de cette présentation n'est pas d'épiloguer sur les définitions, mais de présenter une réflexion critique sur la variabilité des perceptions du rôle de l'homme dans le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes, sur la validité des concepts découlant de ces perceptions, et sur la conséquence de leur diffusion et de leur utilisation dans les discours politiques dominants. A travers l'étude de ressources forestières "naturelles" gérées en structures forestières "artificielles" mais mimétiques de structures "naturelles" -les agroforêts-, nous tenterons surtout de mettre en évidence le manque de clarté des concepts d'anthropisation et d'artificialisation, et d'attirer l'attention sur les dérives politiques et idéologiques possibles de concepts scientifiques jugés a priori comme neutres. Enfin, nous proposerons de réexaminer cette opposition naturel/anthropisé/artificiel dans le cadre global de l'analyse des interactions entre sociétés et milieux.

I. Des tentatives de définitions ambiguës et sujettes à des interprétations multiples

Il est important de garder à l'esprit qu'il n'existe pas de définition objective lorsqu'il s'agit de concepts: reflet d'une histoire socio-culturelle, de perceptions, mais aussi instrument d'un discours qui n'est jamais totalement neutre, la "définition" varie non seulement selon les protagonistes, mais aussi selon les interlocuteurs ou selon le sens du message et les objectifs visés.

Dans le domaine particulier qui nous intéresse ici - "l'anthropisation" ou "l'artificialisation" de systèmes forestiers

¹⁰en économie par exemple, il existe une notion de taux de chômage "naturel" qui peut prêter à de multiples justifications

“naturels”-, les objets eux-mêmes sont difficiles à cerner, comme l’illustre le problème de consensus sur le terme de forêt.

Même si, pendant longtemps, en France, il y avait non pas une forêt, mais des forêts reconnues plus par leur statut que par l’abondance relative des arbres ou l’intégrité des structures originelles (*silva communis, silva forestis.....*), la perception moderne de l’objet forêt implique -et ce depuis à peu près le 18^e siècle- une cassure nette aussi bien dans l’espace que dans les représentations, les usages et les législations, entre système cultivé et espace arboré. La forêt en Europe occidentale est un ensemble d’arbres à canopée haute et fermée. Bien que souvent cultivée, largement jardinée et parcourue, elle est le plus souvent perçue comme la composante “sauvage” et “naturelle” du paysage.

Autres sociétés, autres perceptions: sous les tropiques humides, pour les sociétés d’essarteurs, la forêt est tout à la fois un espace dans lequel s’inscrivent les différentes activités humaines, une somme de ressources, la source de certains mythes fondateurs... Le champ, le jardin, ne se définissent pas par opposition à la “forêt”: ils sont des faciès forestiers parmi tant d’autres. Dans les représentations locales, la forêt n’est pas un objet, il n’y a pas une forêt, mais des unités imbriquées et interdépendantes, distinguées et nommées au sein de l’ensemble arboré - que nous avons tendance à appeler globalement “forêt”- selon leur histoire, leur usage ou leur statut. Le concept de “forêt naturelle” n’a pas de sens.

Au sein de la communauté scientifique, le terme de forêt, qui sous-tend celui de forêt naturelle, peut recouvrir des objets différents selon les sciences (voir ci-après le cas des agroforêts), selon les domaines écorégionaux où ces sciences s’appliquent (les faciès forestiers climatiques des zones sub-tropicales sont proches des faciès de forêt très dégradée sous les tropiques humides). Nous restreindrons notre discussion au domaine défini par l’écologie comme forêt dense sempervirente caractéristique des zones humides sub-equatoriales, en cherchant, dans ce cadre restreint, à comprendre ce qu’il en est des différences entre naturel, anthropisé, artificialisé ?

La forêt naturelle peut-être définie, selon la vision traditionnelle des bio-écologistes, comme une forêt fonctionnant de façon autonome sans perturbation d’origine anthropique. La première remarque qui s’impose est que ce concept de système naturel, qui place d’emblée l’homme à “extérieur” de l’écosystème, en le définissant non comme un élément fonctionnel mais comme un agent perturbateur, est éminemment arbitraire. Elle est à l’opposé, par exemple, de la vision des populations autochtones de la plupart des forêts tropicales qui se

voient comme des éléments à part entière de l'écosystème arboré qui les englobe. Cette vision n'a réellement de sens que pour un biologiste, pour qui elle a le mérite de représenter une situation "idéale" d'observation (le "climax", la "forêt primaire"). Mais elle apparaît de plus en plus loin de la réalité: en effet, la plupart des forêts tropicales ont été utilisées et parcourues par l'homme depuis des siècles voire des millénaires. Pourquoi ces activités humaines n'auraient-elles pas leur part, au même titre que le sol ou le climat, dans la formation du climax? Les faciès forestiers primaires actuels sont largement les produits "historiques" de rapports nature/sociétés.

Cette affirmation d'un état "naturel" des forêts tropicales, est de plus en plus fréquemment remise en cause: il est aujourd'hui à peu près admis que la forêt vierge, intouchée par l'Homme, est un mythe, les activités humaines étant telles qu'elles ont, depuis des siècles, de façon directe et indirecte, eu une influence irréversible sur ces forêts naturelles. Mais le mythe du naturel a largement influencé tous les discours passés sur la gestion des forêts sous les tropiques, en particulier pour la conservation des "aires naturelles" et les politiques plus ou moins musclées qui leur ont été associées¹¹.

Par rapport au naturel défini ici comme un état ou un processus sans aucune intervention ou modification humaine, l'anthropisation se définit comme toute modification -consciente ou inconsciente- de ces structures naturelles sous action de l'homme. Et l'artificialisation comme la manipulation intentionnelle et finalisée des structures ou des mécanismes.

Un continuum entre naturel et artificiel

Ces définitions minimales étant posées, il est nécessaire d'aborder le problème des seuils. Et là encore, on devra admettre qu'il n'y a pas d'objectivité car tout est relié à l'échelle des observations et à la finesse de perception de l'observateur scientifique: à partir de quand l'écologiste perçoit-il une perturbation dans l'écosystème? Comment différencier les perturbations anthropiques de perturbations "naturelles"? Comment, quand, sur quelle échelle de temps cette perturbation se manifeste-t-elle? Les économistes, les sociologues auront-ils la même perception de cette manifestation? Comment l'évaluer ou la mesurer? A partir de quand une action humaine devient-elle manipulation intentionnelle et finalisée? Toutes les re-

¹¹dans un objectif de gestion et/ou de conservation des systèmes de ressources renouvelables, la référence continue à la "nature", au naturel est source de mystification et a souvent servi comme justification pour la mise en place de projets de conservation stricto sensus.

cherches qui se mettent actuellement en place sur la définition de critères objectifs de mesure de soutenabilité illustrent bien ce malaise.

La première critique qui vient à l'esprit concerne l'appréciation de la renouvelabilité des structures et des éléments de l'écosystème, et fait intervenir le choix des échelles de temps. La forêt tropicale humide est souvent considérée dans sa globalité comme une ressource non renouvelable d'un point de vue biologique (ref.): son utilisation entraîne sa dégradation irréversible, voire sa disparition. Mais il est aussi admis que, même après destruction majeure, un "climax" forestier peut-être ré-atteint après un ou plusieurs siècles (voir les forêts détruites par les ouragans, les explosions volcaniques). Les forêts issues d'anciennes perturbations anthropiques d'envergure¹², aujourd'hui indiscernables des forêts primaires a priori "sans histoire", seraient-elles alors plus anthropisées que naturelles? Cette question, dans l'état actuel de la science, ne peut recevoir que des réponses partisans.

La question des échelles spatiales d'observation a aussi son importance: des perturbations ponctuelles souvent localement importantes quantitativement ou qualitativement, deviennent insignifiantes sur l'ensemble de l'écosystème. Le meilleur exemple de cette variabilité spatiale est l'agriculture itinérante dite "traditionnelle"¹³. À l'échelle de la parcelle, l'écosystème est visiblement et profondément bouleversé. Cet effet est moins visible si l'on s'élève à l'échelle du finage, qui, tel une forêt "naturelle", présente des faciès de recru forestier (équivalents des chablis récents en système naturel) jouxtant des phases de forêt haute. Si l'on passe enfin à l'échelle du massif forestier, une telle perturbation n'aura que peu d'impact sur la pérennité de l'ensemble.

Ceci posé, comment parler d'anthropisation, et peut-on affirmer une différence qualitative ou quantitative entre anthropisation et artificialisation?

La nature essentiellement dynamique des écosystèmes forestiers pose un problème de taille: les biologistes reconnaissent que la forêt n'est pas un monde immuable, mais un organisme vivant en perpétuel changement, une mosaïque de faciès interdépendants. L'écosystème

¹²telle la forêt de Kutai, la seule forêt de basse altitude de l'est de Bornéo, mise en réserve pour sa "virginité" mais en fait située sur l'emplacement d'un ancien royaume hindouiste éteint il y a à peine quelques siècles.

¹³essartage à longues jachères arborées et mobile dans le temps

forestier, dans l'espace comme dans le temps, est une structure globalement stable mais de composition éminemment variable. Cette variabilité lui confère une certaine capacité à absorber les changements, ponctuels ou d'envergure, et donc à masquer des activités humaines "soutenables", telles que l'utilisation de ressources forestières aisément renouvelables. Dans l'absolu, dès qu'il y a collecte, il y a impact et donc anthropisation, mais, dans la mesure où elles ne modifient que des espèces, non des structures, des activités humaines peuvent rester non "lisibles" pour l'observateur. On doit donc admettre que, faute d'instruments de "mesure" adaptés, on ne parlera d'anthropisation qu'à partir du moment où le changement devient perceptible par l'observateur.

Les dynamiques des systèmes anthropisés en milieu forestier sont aussi éminemment variables. Là encore peuvent intervenir des échelles spatiales et temporelles différentes. On peut admettre en première approximation que la suppression de l'action anthropique, mettant fin à la perturbation qui est à l'origine du système anthropisé, permettrait à l'écosystème de retrouver son état "naturel". Mais ce retour est parfois compromis par l'étendue de l'anthropisation. L'exemple des savannes incluses en milieu forestier illustre bien ce propos. Si l'abandon des mises à feu annuelles permettront aux savannes de taille réduite que l'on trouve incluses dans les massifs forestiers du Congo d'être recolonisées par la forêt, il n'en est pas de même des immenses étendues à Imperata du sud de Bornéo, loin de toute source de graine d'espèces forestières.

Où se place l'artificialisation ? Les activités de collecte s'accompagnent souvent de tentatives de gestion active des ressources recherchées, visant soit à augmenter leur production naturelle soit à favoriser leur renouvellement (extractivisme). La dynamique forestière elle-même peut être manipulée pour permettre ou favoriser la reprise d'espèces utiles, voire pour accélérer la phase de repousse de la végétation après culture. La forêt n'est pas globalement transformée, elle est "artificialisée" par taches, à des degrés plus ou moins profonds sans qu'il y ait, biologiquement parlant, au niveau des phénomènes et de leur conséquences évolutives pour la végétation et la faune, une différence significative avec les dynamiques naturelles¹⁴. D'autres activités impliquent une modification importante des structures initiales mais préservent les qualités essentielles du milieu: il s'agit de systèmes biologiquement "forestiers" dans les-

¹⁴entre un chablis naturel et un abattis Dayak, entre un éclaircissage sélectif autour d'un jeune plant de bois de fer et le pâturage d'un cerf ou une attaque fongique?

quels le facteur "homme" est dominant, issus du remplacement des systèmes forestiers "naturels" par des systèmes "cultivés" qui en reprennent certaines ressources et en répliquent les structures essentielles (agroforêts, jardins-forêt, etc...). Là aussi, il s'agit sans ambiguïté d'artificialisation. Certaines activités enfin impliquent le remplacement des structures forestières complexes par des systèmes à structure simplifiée à l'extrême, totalement dépendantes de l'homme pour leur équilibre et leur reproduction: champs permanents de cultures annuelles, plantations industrielles, arborées ou non. Et là encore, on parlera d'artificialisation. Pourtant, l'impact respectif sur le milieu de ces différentes gradations dans l'intervention humaine est totalement contradictoire. Dans les deux premiers cas, les composantes et les fonctions du milieu de départ sont largement conservées, alors qu'elles disparaissent dans la dernière situation. Il est donc légitime de se demander s'il faut continuer à user des mêmes termes pour des objets et des processus si différents. L'artificialisation peut-elle englober à la fois des manipulations fines qui favorisent une ressource au sein de structures préservées et des processus radicaux visant à une maîtrise plus ou moins totale des facteurs du milieu ? Des systèmes biologiques relativement autonomes dans la dynamique desquels l'homme intervient comme quantité négligeable et occasionnelle et des systèmes qui ne sauraient survivre et se reproduire sans une intervention massive et continue de l'homme.

Le seul dénominateur commun et non subjectif dans les quelques exemples donnés ci-dessus est que, pour un système "anthropisé" comme pour un système "artificiel", que l'un ou l'autre soit proche ou radicalement éloigné des systèmes "naturels" de référence, les actions de l'être humain sont déterminantes. Mais on ne peut, à travers les seuls termes de "naturel", "anthropisé" et "artificiel", rendre compte des différences dans l'ampleur et l'impact des différentes activités, ni de leurs conséquences. Il est tentant de simplifier le débat en se plaçant aux extrêmes, là où anthropisation (les savannes à Imperata) et artificialisation (une plantation industrielle de palmiers à huile) ne peuvent être remis en question. Mais que faire de tous ces stades intermédiaires où l'homme agit sur l'écosystème sans le détruire... tout en le transformant subtilement... et de façon plus ou moins réversible? Il serait important de trouver des termes qui caractérisent sans ambiguïté ces différences de degré dans les modifications et dans les impacts sur l'écosystème de référence.

II. L'exemple des agroforêts: forêt artificielle ou jardin naturel ?

L'exemple des agroforêts indonésiennes illustre bien cette ambiguïté du discours scientifique... et son utilisation partisane et politique.

Dans le cas particulier de l'agroforêt à damar du sud de Sumatra, nous sommes en face d'un objet dont l'appréciation variera selon qu'on en comprenne ou non la genèse au niveau régional. L'agroforêt résulte en effet d'une imbrication complexe entre processus volontaire d'appropriation de ressources - artificialisation? - et modifications involontaires du milieu - anthropisation? -. L'activité humaine au départ du processus de transformation du milieu est classique: collecte de produits forestiers et agriculture sur brulis, qui, dans le contexte démographique qui prévaut jusqu'au début du siècle, restent des activités tout à fait soutenables. Mais, au fur et à mesure que s'accroît la pression humaine sur les terres et les ressources, l'action combinée de ces deux activités - on peut parler ici d'anthropisation du milieu - entraîne une perte des principales ressources forestières, en particulier le damar, jugée à l'époque - vers 1930 - irréversible, liée à une diminution notable du couvert forestier sur l'ensemble de la région (ref.). Les problèmes économiques et sociaux liés à cette double "dégradation" entraînent un processus volontaire de restitution d'une partie des ressources forestières (résines et fruitiers essentiellement) par le biais d'une technique classique en agriculture: la plantation. On a apparemment là un processus d'artificialisation sans surprise dans l'histoire des relations entre sociétés et ressources forestières: des ressources naturelles importantes mais menacées sont appropriées par la domestication et la mise en culture (ref.). Ce qui est plus surprenant est l'étape suivante de ce processus.

Le développement et la reproduction des plantations, qui perpétuent habituellement l'artificialisation du milieu, vont restituer ici, sans que cela soit a priori recherché par les paysans planteurs, des structures forestières d'apparence "naturelle". L'agroforêt commence pourtant, localement, par une transformation brutale de l'écosystème forestier -plus souvent "anthropisé" que "naturel"-, en reprenant les premières étapes de nombre de processus d'artificialisation: destruction, sélection, et plantation. Mais le parallèle s'arrête là, car les phases suivantes s'insèrent plus dans une logique de connivence avec l'écosystème initial que d'affrontement avec le milieu. Le mode de conduite particulier de l'agroforêt, qui tire parti des dynamiques naturelles de production et de reproduction biologiques afin de réduire la contribution du facteur économique le plus

rare - le travail¹⁵ - rétablit sur l'espace d'une vingtaine d'années un système¹⁶ proche du système "naturel" d'origine en terme de composition, de structure et de fonctionnement, mais aussi pour certaines fonctions écologiques, économiques et sociales. Ce mimétisme est plus la conséquence d'un choix de gestion minimale que le produit d'une volonté affirmée de restituer un environnement forestier, comme le montre l'analyse des mutations dans les modes d'appropriation qui accompagnent l'évolution du milieu (ref.). La mise en culture des ressources forestières autrefois récoltées en forêt est en effet indissociable d'un bouleversement des systèmes de perception du milieu (introduction d'une scission forêt/domaine anthropique) et des règles d'appropriation des ressources (passage d'une appropriation des arbres à une appropriation des terres).

L'évolution agroforestière n'est pas close, mais c'est à l'heure actuelle les dynamiques sociales qui jouent un rôle moteur et risquent d'entraîner une modification importante des structures biologiques.

L'ambiguïté latente du discours: définition scientifique, instrument politique (exemple des analyses scientifiques sur les agroforêts)

Quelles différences y a-t-il entre cette agroforêt et la forêt dite naturelle? Les réponses ne feront que refléter la sensibilité de l'observateur ou la finalité de son discours. La variabilité des perceptions se retrouve aussi bien au niveau des noms donnés au système ("plantation", "jardin", "agroforêt", "forêt anthropique", "forêt") qu'au niveau des raisonnements et des arguments, scientifiques ou non, qui soutiennent les discours. Les qualités - ou les défauts - attachés à l'agroforêt renvoient constamment à l'appréciation - éminemment variable - de la scission ou de la continuité entre forêt et agroforêt.

De la forêt naturelle à l'agroforêt, on peut voir un changement de monde. Pour les paysans, l'agroforêt est un "jardin", par opposition à la forêt haute. Ce terme insiste sur la démarche fondatrice qui préside à l'établissement d'une agroforêt. Il traduit un processus volontaire d'appropriation d'un ensemble de ressources naturelles et de modification de l'écosystème forestier, et renvoie à des perceptions, des usages, des droits particuliers (ref.). Au niveau scientifique, on peut présenter l'agroforêt comme une forêt totalement anthropisée:

¹⁵Une fois installée, l'agroforêt est en effet gérée selon une politique de soins minimums qui permet aux processus de diversification de se dérouler sans entraves, comme dans n'importe quelle succession sylvigénétique

¹⁶proche du modèle occidental des "futaies jardinées", forêts gérées de façon très extensive, dans lesquelles les arbres sont récoltés et régénérés individuellement

par rapport à l'écosystème de départ, l'agroforêt présente une canopée claire et simplifiée, les arbres physiologiquement affaiblis vivent moins longtemps ce qui entraîne une dynamique accélérée, de nombreuses espèces végétales et animales ont disparu. Ce discours est porteur d'une nette connotation de dégradation - dégradation consommée pour les conservationnistes qui ne jugeront l'agroforêt que par rapport à la forêt naturelle aux dépens de laquelle elle s'est étendue selon un processus classique de déforestation (ref.) - et se prête facilement à des dérives idéologiques et politiques. Il est notamment aisé d'en tirer des conseils pour mettre les paysans en dehors de façon à protéger une biodiversité ou une ressource forestière (les arbres), conseils qui conviennent à une administration forestière qui craint que les paysans ne lui ravissent "ses" forêts. L'agroforêt est aussi, à l'instar de tout système de culture, un système "artificialisé" qui, biologiquement, a besoin de l'homme pour sa reproduction à l'identique, économiquement représente un investissement à long terme et un capital immédiatement productif, et est socialement indissociable de la notion de lignage et de patrimoine (ref.).

A l'inverse, on peut, de manière tout aussi justifiée, y voir un système plutôt "modifié" qu'"artificialisé" - si artificialiser veut dire se rendre maître des facteurs du milieu -. Dans le contexte actuel des débats sur le développement durable, où l'accent est mis sur les systèmes de gestion qui préservent l'environnement "naturel" et ses ressources tout en générant des revenus, l'agroforêt est présentée, de façon à trancher nettement sur l'ensemble des systèmes artificialisés, comme un système de mimétisme par rapport à l'écosystème initial aussi bien au niveau de la genèse (processus qui respecte les principes de base des successions sylvigénétiques) que de la structure mure (une forêt recréée qui, à l'inverse d'une plantation classique, évolue comme une forêt "naturelle" - au sens indigène, une forêt dont l'homme est indissociable).(ref.). A l'extrême, l'agroforêt, perdant son appendice - agro -, est présentée comme un système de gestion parmi d'autres des forêts "naturelles" (ref).

Cette multiplicité dans l'analyse reflète tout d'abord la nature ambiguë de l'agroforêt¹⁷ pour la sensibilité scientifique occidentale. Mais elle renvoie aussi au manque intrinsèque de précision et d'objectivité des concepts qui sous-tendent les termes "naturel", "artificiel", "anthropisé". Imprécision qui peut donner lieu à d'intéressants exercices de style, mais aussi à des dérives sémantiques et des récupérations politiques douteuses. L'administration forestière

¹⁷terme inventé par les scientifiques pour rendre compte de ce transfert des modèles de gestion forestiers à la sphère agricole

indonésienne a ainsi très javanaisement fini par reconnaître un caractère artificiel aux agroforêts du sud de Sumatra, mais a tenu à introduire une distinction nette entre ces systèmes artificiels "construits", c'est-à-dire les agroforêts établies sur terres de statut privé et les "agroforêts naturelles", établies sur terres forestières d'Etat. Ces dernières étant bien évidemment à protéger des concupiscentes paysannes...

Cette illustration de la difficulté à caractériser de façon objective l'agroforêt dans le débat qui oppose naturel et artificiel ou anthropisé invite à réviser les concepts. Faut-il continuer à s'appuyer sur les dissemblances entre système artificiel et nature? Ou, au contraire, mettre en avant les connivences possibles? Cet exemple incite aussi à rechercher quels enjeux, quels objectifs peuvent se cacher derrière les termes d'anthropisation et d'artificialisation.

III. Anthropisation et artificialisation : les enjeux d'un débat.

Dans ce débat sur artificialisation et anthropisation, il s'agit avant tout de comprendre les différentes modalités d'interactions sociétés-natures, allant de l'insertion à l'exclusion et leurs conséquences, à court, moyen et long terme. Le postulat de base est qu'à partir du moment où il y a interaction entre l'homme et le milieu "naturel" - conçu ici exclusivement sans l'homme -, il y a modification de ce milieu et création d'un système différent.

Il est important, dans la compréhension globale des interactions hommes/milieus, de bien faire la différence entre ce qui relève de processus et ce qui fait référence à des états. Artificialisation et anthropisation sont des termes qui renvoient à des dynamiques de modifications du milieu -des processus -. Si par contre l'on s'intéresse au système (naturel, anthropisé, artificiel), il s'agit de la caractérisation d'un état. Processus et états sont indissociables : l'état n'est jamais que la résultante d'un processus à un instant donné, et ne doit en aucun cas être considéré comme une donnée figée. Apprécier le degré d'anthropisation ou d'artificialisation d'un système donné ne peut se faire que sur la durée, en essayant de différencier ce qui est relativement "stabilisé" de ce qui est encore en devenir. Une forêt secondaire, une savane à Imperata, une agroforêt, voire une plantation, analysés comme des objets auront tendance à être considérés comme le stade ultime, au temps de l'observation, d'une modification anthropique (volontaire ou non), alors qu'ils ne sont qu'une étape dans une dynamique d'actions et de réactions entre les activités

humaines et le milieu dans lequel elles s'insèrent. La caractérisation de ces processus et leur évaluation n'ont de sens que dans l'objectif poursuivi par cette différenciation. Si l'on cherche à répliquer un état jugé comme un résultat souhaitable d'artificialisation ou d'anthropisation, il est essentiel d'en comprendre le processus et ses objectifs d'établissement. Les processus dynamiques impliquent en particulier des degrés différents d'irréversibilité, que l'examen seul de l'état n'est pas toujours en mesure de révéler. Ces irréversibilités peuvent être de nature écologique, économique ou sociale.

Pour analyser la variété des processus de modification et des états qui en résultent, et pouvoir projeter cette analyse dans le futur, il convient d'établir dès le départ des critères qui permettront d'en différencier l'envergure. Les différents points suivants peuvent fournir une grille d'analyse pour caractériser et évaluer les différences au sein des systèmes anthropisés et artificialisés et les processus aboutissant à ces états (anthropisation/artificialisation).

(note: passage à réviser - PROVISoire)

- objectifs poursuivis par les différents agents de la transformation : gestion, production, subsistance, commercialisation, conservation, développement soutenable...,
- échelle spatiale : sur quelle surface, dans quel ensemble d'écosystèmes s'intègre la (les) modification(s)? Des modifications sur un hectare n'ont pas les mêmes impacts que sur un milliers d'hectares. (ladang et plantation industrielle),
- échelle temporelle : évaluer ou caractériser les effets d'un processus d'anthropisation ou d'artificialisation et le processus en lui même pose la question de la période de temps considérée (temps différents pour renouvellement d'une ressource renouvelable, d'un écosystème dans son entier, le temps d'une génération humaine, le temps de rentabilité d'un projet, le temps du retour sur investissement...),
- mode d'établissement : modification graduelle, d'une composante ou de plusieurs qui modifieraient à leur tour d'autres composantes et la dynamique globale du système. Modification brutale, totale : destruction de l'écosystème initial, création d'un écosystème différent mais quels degrés de différences ?

- mode de fonctionnement: similitude des fonctions remplies par rapport au système initial ou nouvelles fonctions ou fonctions réduites/unicues pour un objectif précis,
- modes d'appropriation et de perception :
- quelles conséquences : milieu résultant. Préservation ou restauration de la biodiversité; degré de flexibilité : choix et opportunités dans le futur; quels degrés d'irréversibilités dans ces modifications ?

Cette grille de lecture peut permettre d'éclairer le débat sur les termes employés et leurs utilisations. Mais au delà de leur définition et de leur caractérisation, l'enjeu est peut être de trouver des modalités de gestion des ressources forestières qui soient respectueuses de l'environnement ("naturelles") et qui répondent simultanément aux besoins présents et futurs des hommes ("anthropisation soutenable").

Connivence ou affrontement avec la nature?¹⁸

Dans les processus de transformation des systèmes "naturels", on peut observer une gradation dans les degrés de manipulation et de modification qui se traduira par des degrés différents de variabilité et de réversibilité. Il est important de percevoir ce gradient, et il peut être utile de le schématiser en reprenant les termes connus: systèmes anthropisés -systèmes peu éloignés biologiquement du système d'origine, état auquel ils peuvent revenir si l'action humaine est suspendue - et de systèmes artificiels - systèmes où les degrés de transformation sont les plus radicaux et les plus irréversibles, que l'on pourrait caractériser par l'étape la plus irréversible d'un processus d'anthropisation -. Les termes peuvent être ici aussi discutés, mais ce qui est important est cette notion nouvelle qu'ils introduisent: un système "naturel" modifié par l'homme se pose soit en continuité soit en rupture avec l'état initial.

On retrouve ici l'opposition analysée par les ethnobotanistes français (ref.) entre le model "ager", développé au Moyen-orient puis en Europe pour la domestication des céréales et le modèle "hortus" issu sous les tropiques des pratiques de culture vivrières. C'est à dire entre un espace où le contrôle des facteurs de production est optimisé par le biais d'une spécialisation et d'une homogénéisation poussée, et un jardin où diversité des composantes et complexité des structu-

¹⁸ cette expression est empruntée à Claude Henry, 1987.

res sont de règle. Le modèle "ager" est devenu le modèle dominant dans la recherche de la productivité maximale en agriculture, qu'il s'agisse de céréaliculture en zones tempérées ou d'arboriculture en zone tropicale. Sous les tropiques humides, ce modèle productiviste basé sur une artificialisation extrême du système cultivé implique une rupture totale avec l'écosystème "naturel" de référence. Au contraire, le jardin tropical, jouant au maximum sur les interfaces entre écosystèmes et tirant profit des dynamiques naturelles des végétations, se rapproche fondamentalement des formations naturelles. Et pourtant, ces deux modèles participent de la même volonté de modification de l'écosystème naturel et de ses dynamiques de production au profit de l'homme. Dans un cas, la modification introduit des ressources modifiées dans une structure nouvelle qui ne peut se maintenir et se reproduire que grâce à des coûts énergétiques élevés. Dans l'autre, les structures cultivées reproduisent des structures naturelles et profitent de ce fait de leurs dynamiques internes pour la production et la reproduction. La modification assure, en même temps qu'une productivité canalisée vers les besoins humains, une renouvelabilité à coût négligeable pour le paysan, des ressources et des structures. On a pu parler ici de "domestication des écosystèmes" (ref.) en opposition à la domestication des espèces sorties de leur écosystème. Plus qu'en termes d'"artificialisation" ou d'"anthropisation", le débat devrait se traduire en terme d'affrontement ou de connivence avec la nature.

L'artificialisation croissante des milieux et des modes de culture reflèterait la volonté de l'homme de minimiser les effets des variabilités naturelles par un contrôle croissant des ressources (sélection) et des conditions de production (amendements, artificialisation des sols) et de maximiser la productivité évaluée de façon simplifiée en rendements à l'hectare. Elle se traduit ainsi par une rupture avec l'environnement (Weber, 1993). Mais cette rupture a un coût: biologique (perte des ressources préexistantes), écologique (problèmes environnementaux divers), énergétique (utilisation croissante d'intrants chimiques), économique (coûts réels de production à court et long terme), social (mise à l'écart de la frange la plus défavorisée de la population rurale). Devant la prise en compte de ces coûts sur le long terme, l'artificialisation croissante ne peut être perçue que comme une hérésie face à l'enjeu du développement soutenable. Les systèmes qui procèdent plus d'une connivence avec l'environnement que d'une rupture avec celui-ci apparaissent de ce fait de plus en plus souhaitables.

IV. Conclusion

Continuité ou rupture ? Les problèmes de filiation ou d'opposition entre systèmes naturels et systèmes artificiels devraient être réexaminés à la lumière de cette question.

La réalité de l'artificialisation à grande échelle de la planète ne doit pas obscurcir les différentes modalités et les différents degrés de cette artificialisation. L'opposition systématique systèmes naturels/systèmes artificiels, la connotation parfois négative donnée à certains systèmes intermédiaires "anthropisés", sont dangereuses dans la mesure où elles simplifient trop largement le débat et occultent des pratiques ou des systèmes "modifiés" qui peuvent répondre à certains enjeux soulevés par la notion d'un développement soutenable. La Science moderne est issue d'un contexte de forte séparation entre nature et culture. Mais les relations sociétés-nature se posent surtout en termes d'intégration et d'interdépendances. Si les progrès de l'interdisciplinarité indiquent une meilleure prise en compte de ces interdépendances dans les analyses scientifiques, la ré-intégration de l'homme et de ses activités dans une vision globale de l'évolution des milieux naturels est loin d'être le cas dans l'actualité du développement. Sous les tropiques forestiers, la scission naturel/artificiel est largement tangible. Certaines administrations s'occupent de la "nature", évidemment sans l'homme (ici représenté par le paysan), "nature" qu'il faut protéger, "nature" parfois malheureusement "anthropisée" qu'il faudra "réhabiliter". D'autres s'occupent de l'"agriculture" où le modèle dominant et privilégié reste l'artificialisation à outrance. La place de systèmes "anthropisés", qui n'atteignent pas la phase ultime de l'artificialisation, comme ceux des agroforêts de Sumatra sud est difficile à trouver dans le contexte indonésien et également dans les questionnements scientifiques. Selon les interlocuteurs et leurs intérêts, elles pourront être classées dans la catégorie "naturel", "anthropisé" ou "artificiel" ...

Derrière ces "mots", se cachent des objectifs et des intérêts qui peuvent être conflictuels. Si pour certains chercheurs, la distinction et les processus aboutissant à ces systèmes sont essentiels pour déterminer et répliquer des modes de gestion soutenables des ressources renouvelables¹⁹, pour d'autres, la classification peut permettre de

¹⁹ Gestion écologique, gestion sociale, gestion participative et gestion adaptative sont autant de notions afférentes à des perceptions et des visions particulières de l'environnement à un moment donné. La dernière notion vise à gérer des variabilités, quelles soit écologiques, économiques et sociales et

justifier des décisions politiques et institutionnelles. Précaution dans l'usage des termes et clarification des enjeux et des objectifs des différents acteurs impliqués dans ce débat devraient être de mise, particulièrement lorsque les ressources renouvelables forestières sont celles qui alimentent le débat.

s'inspire ainsi de la complexité du monde vivant.²⁰ *Contrôle* : le mot renvoie au thème de la vérification (contre rôle, "un registre qui en double un autre"). Il renvoie aussi au sens plus récent de maîtrise et de domination. Les deux notions sont distinctes : d'une part la confrontation d'*actes accomplis* à une norme préalable, de l'autre "*l'encadrement a priori de processus dont on prétend diriger le déroulement et l'aboutissement*" (Lévy, 1994 : 115).

THEME 2 : ORGANISATION SOCIALE

Coordinateurs : Georges Dupré et Jean Boutrais

**L'HOMME ET LA FORET DANS
L'ENSEMBLE MERIDIONAL DE MA-
DAGASCAR**

E. Fauroux, J. -J. Taillade et B. Moizo

TRANSFORMATIONS DE L'ENVIRONNEMENT

INTERVENANTS EXTERIEURS ET CHANGEMENTS DANS LA PERCEPTION, LES USAGES ET LA GESTION DES RESSOURCES NATURELLES PAR LES POPULATIONS LOCALES DE LA REGION DU KOUILOU (CONGO)

E. Katz, J. C. Nguinguiri, C. DE Namur et J. Dello

I. Savoirs et pratiques liés aux variations saisonnières chez les pêcheurs Vili du Congo par J. C. Nguinguiri

(communication du XIII Congreso Internacional de Ciencias Antropológicas Etnológicas, « Le Climat : perception, prévision manipulations », Mexico, 1993)

Les activités de pêche maritime sont fortement influencées par le climat. Les pêcheurs vili possèdent à cette effet un savoir qui leur permet non seulement d'identifier les éléments du climat, mais également d'apprécier leurs incidences sur le comportement des différentes espèces de poissons pêchés. Ils arrivent ainsi à mettre en place un système d'inter-relations entre les prévisions climatiques et les prévisions sur l'abondance des ressources halieutiques. Ces prévisions déterminent le choix des techniques de pêche et des niches écologiques à exploiter. Selon les représentations des pêcheurs vili, les éléments climatiques sont généralement manipulés par des génies (n'kisi si) ou par des individus ayant la maîtrise de la sorcellerie (liku:ndu), et des rites (tchikandzi) doivent être pratiqués pour solliciter la clémence de ces « manipulateurs du temps ».

II. Plantes américaines au Sud Congo par E. Katz

(Communication du Colloque Plantes, paysage et histoire en Afrique Sub-saharienne, Centre de Recherche Africaine, Université Paris I, 1994)

De nombreuses plantes actuellement cultivées au Congo, dont les principales plantes vivrières, sont d'origine américaine. Ce fait soulève plusieurs questions auquel cet article tente de répondre. Que cultivaient donc les habitants de ce pays et que consommaient-ils avant l'introduction de ces plantes, consécutive à la découverte de l'Amérique ? Quelle périodes et dans quels contexte ces plantes ont-elles été introduites ? Quel a été leur processus d'adoption par les populations locales ? Comment se sont-elles ajoutées ou substituées à d'autres plantes utilisées auparavant ?

III. Fertility rites among the Vili of the Southern Congo by E. Katz and J. -C. Nguingiri

(17th International Congress of Religion, Symposium « Agricultural rites », Mexico, 1995)

Les Villi de la côte du Congo vivent de la pêche, la chasse, l'agriculture et la cueillette. Ils considèrent que la fertilité de la terre, des animaux et des humains est régulée par les génies claniques. Divers rituels peuvent être pratiqués afin que les génies donnent l'abondance : cultes dans les sanctuaires des génies, rites de jumeaux et de virginité, rites individuels pratiqués avant de semer, de pêcher ou de chasser. Au cours de la période coloniale, et plus encore sous le régime « marxiste scientifique » (1965-1990), ces rites et ces croyances se sont affaiblis. Cependant, à la suite d'une pression croissante sur les ressources renouvelables et du changement de régime politique, certains cultes sont en train de refaire leur apparition, éventuellement sous des formes et des fonctions différentes.

IV. Clans, ethnies et Etat : Partage et conflit dans l'appropriation de l'espace au Kouilou (Congo) par J. -C. Nguingiri et E. Katz

(Colloque ORSTOM-Paris IV, le territoire : lien ou frontière ? Paris, Institut de Géographie, 1995)

La région du Kouilou, située au sud-ouest du Congo, correspond en partie à celui de l'ancien royaume du Loango, lui-même divisé en territoires claniques, occupés par les Vili sur la plaine côtière et les Yombe dans la forêt du Mayombe. Malgré la colonisation, puis l'imposition d'une tenure foncière statique sous le régime « marxiste scientifique », les pratiques des habitants continuent à se baser sur la tenure foncière clanique, dont ils revendiquent le rétablissement officiel depuis le changement de régime politique en 1990. Des migrants d'autres régions se sont également installés au Kouilou. Nous examinons ici la perception qu'ont les populations locales du territoire, les revendications qu'ils expriment depuis les cinq dernières années, les actions qu'ils mènent face aux migrants et aux entreprises qui exploitent les ressources locales, ainsi que la manière dont ils manipulent les représentations de l'espace dans le sens de cette compétition.

V. Ethnicity and resource use in the kouilou (Congo) by E. Katz and J. -C. Nguingiri

(5th International Congress of Ethnobiology, Nairobi, 1996)

Les Vili du Kouilou vivent de la pêche, la chasse, l'agriculture et la cueillette. Au cours des dernières décennies, des membres d'autres groupes ethniques sont venus s'installer dans des villages vili. Ils pratiquent les mêmes activités, mais tendent à se spécialiser dans une activité à but commercial, généralement la pêche ou la chasse. Cet article analyse plus particulièrement le cas de Mpili, un village couvert à la fois par des savanes et des forêts inondées entourant le cours de la rivière Ntombo, et où ont immigré des agriculteurs laari et des pêcheurs téké. Dans certains cas, les migrants n'utilisent pas les mêmes ressources que les Vili, dans d'autres, ils entrent en compétition avec eux. Ils arrive aussi que les Vili leur empruntent des techniques et des pratiques. Depuis le changement de régime politique de 1990, le partage des ressources naturelles a mené à des réclamations qui n'avaient pas pû se faire entendre auparavant et des conflits.

VI. A paraître : Perception de l'impact humain sur les ressources naturelles par les Vili du Congo, In D. Bley et H. Pagézy (eds.), Impact sur le milieu : perceptions et mesures, Aix en Provence, Société d'Ecologie Humaine par J.-C. Nguingui et E. Katz

La plaine côtière du Congo a une densité de population relativement faible, ce qui pourrait laisser penser que l'impact sur le milieu y est peu important. Les populations locales constatent cependant une diminution des ressources, halieutiques et cynégétiques en particulier. On décrira tout d'abord comment les habitants évaluent l'abondance et l'amenuisement des ressources, ainsi que l'impact de l'homme sur le milieu. Leurs observations en fonction de leurs représentations sera ensuite analysée, pour montrer enfin comment ces observations et ces croyances sont utilisées et manipulées, dans le cadre de la compétition pour les ressources.

VII. A paraître : préparation du manioc chez les Vili et les Yombe du Congo par E. Katz

Le Congo est aujourd'hui l'un des plus grands consommateurs au monde de manioc, aliment cependant inconnu dans ce pays jusqu'au XVII^e siècle. Importé par les Portugais pour nourrir les esclaves sur les bateaux à destination de l'Amérique, le manioc a très rapidement fait son chemin le long de la côte congolaise, puis progressivement vers l'intérieur des terres. En s'appropriant cette plante, les habitants du Congo ont dû également inventer et adapter des manières de cuisiner. Nous examinerons ici les modes de préparation du manioc chez les Vili et les Yombe du Kouilou. Ces populations sont parvenues à créer un éventail particulièrement varié de recettes parfois très élaborées. Elles témoignent soit d'innovations, soit de l'adaptation de techniques traditionnelles à ce nouveau produit, qui s'est en fait substitué à plusieurs autres plantes.

« LE DESERT, L'HOMME ET L'EAU » CHRONIQUE ATACAMENIENNE

LA GESTION SAGE D'UNE PENURIE

Pierre Pourrut

Situés sous le Tropique du Capricorne, le Désert d'Atacama et les versants de la Cordillère des Andes chiliennes comptent parmi les régions les plus arides de la planète. Le paysage minéral, l'absence presque totale de pluie et la rigueur des températures en font un univers particulièrement inhospitalier. On comprend donc que les conquistadores espagnols, surpris par la découverte des vestiges témoins d'une intense occupation humaine, aient été, en outre, impressionnés par la rencontre de communautés d'Atacaméniens maîtrisant parfaitement l'art difficile de l'élevage et de la culture de terres salines, maigres et pauvres en eau.

Dans cet environnement adverse, les sites habités se limitent aux zones réunissant les conditions minimales de survie, en d'autres termes à quelques rares micro-milieus ou micro-climats liés à la présence d'eau, dans les bas-fonds humides, autour des petits lacs d'altitude, au pied des sources ou le long des rares torrents pérennes du piémont andin. C'est une contrainte à laquelle les sociétés atacaméniennes, ou *lickan antai*, ont été assujetties tout au long de leur histoire. Leur territoire, compris entre 21° 30' et 24° 00' de latitude sud, s'étend sur près de 50 000 km², depuis le haut bassin de la rivière Loa jusqu'à l'extrémité méridionale du bassin du Salar d'Atacama, vaste étendue salée. La population sédentaire actuelle y est rassemblée dans une vingtaine de villages ou d'oasis, les *ayllos*, tous situés entre 2 300 et 3 500 mètres d'altitude. A l'époque de la transhumance, le territoire s'étend jusqu'à l'*altiplano*, au-dessus de 4 000 mètres, où de savoureux pâturages attendent les troupeaux de lamas, d'alpacas et de moutons. Partout, le climat est rude. Les pluies, qui augmentent avec l'altitude entre 10 et 100 mm par an, sont rares et extrêmement irrégulières, parfois nulles plusieurs années de suite. Les températures sont basses, souvent inférieures à -10 °C au cours de l'hiver austral. En revanche, les amplitudes thermiques journalières sont élevées et peuvent atteindre 30 °C en l'espace de quelques heures.

Malgré les conditions de vie difficiles imposées aux sociétés rurales traditionnelles par ce contexte climatique adverse et par la pénurie d'une eau souvent chargée en sels ou en éléments toxiques tel que l'arsenic, le désert est très riche en minerais divers, en or, en argent, en nitrates, en lithium, et surtout en cuivre. L'extraction des richesses par des procédés modernes, qui ne date que du siècle passé, est à l'origine du développement régional. Sans la commercialisation par voie maritime du salpêtre et du cuivre, la ville d'Antofagasta, fondée il y a moins de 120 ans, n'existerait probablement pas. Comme les matières premières de la IIème Région sont devenues l'une des principales sources de richesse du pays, l'Etat, mettant aussi à profit la hausse brutale du prix du cuivre, a récemment fait le choix politique délibéré d'exploiter à outrance les gisements disponibles. L'objectif est de doubler la production d'ici à l'an 2 000, c'est-à-dire de passer de 2 200 000 tonnes de cuivre raffiné en 1996 à quelques 4 500 000 dans quatre ans, ce qui représente un investissement proche de deux milliards de dollars.

Que peut-on dire de l'impact de cette mesure? Le secteur minier exerçait certes depuis un certain temps une forte pression sur le milieu naturel. Il allait puiser l'eau nécessaire au traitement du minerai en tête des bassins hydrographiques, créant ainsi de nombreux conflits avec les communautés atacaméniennes, qui dénonçaient une baisse du débit et une dégradation de la qualité des eaux agricoles. Certains anthropologues ont même cru y trouver l'explication de l'important exode rural observé depuis une vingtaine d'années, phénomène dont les aspects polémiques ont été étudiés par le programme de recherches "*Le désert, l'homme et l'eau*", lui-même né de cette apparente situation d'injustice. A ceci s'ajoutent les besoins sans cesse accrus de l'alimentation en eau potable de zones urbaines en pleine expansion démographique. Voici exposés les divers éléments qui risquent de conduire sous peu à une situation conflictuelle.

Il n'est bien entendu pas de notre ressort de juger de la pertinence ou de l'inconvenance des stratégies adoptées par le gouvernement chilien pour encourager le développement régional. En revanche, les études pluridisciplinaires menées dans le cadre du programme de recherche déjà cité ont permis de recueillir un certain nombre d'éléments sur la manière dont la société atacaménienne a répondu dans le passé à des pressions ou à des agressions de ce type. L'analyse des variables physiques, biologiques, économiques et sociales qui conditionnent l'existence et le fonctionnement actuels des systèmes de production agraires a également mis en évidence les principales règles de l'organisation de la communauté atacaménienne, les techniques qu'elle utilise, les modes de régulation interne qu'elle met en

oeuvre pour gérer l'EAU et les produits dérivés nécessaires à sa survie et au maintien de son patrimoine culturel.

Pour tenir compte de la complexité des diverses réponses apportées par la société, qu'elles proviennent de son intelligence conceptuelle ou de son savoir-faire technique, qu'elles soient présentes ou passées, la présentation des résultats sera faite sous deux angles différents. Le premier consiste en l'analyse, au travers des périodes archéologiques et historiques, de la capacité de la société atacaménienne à s'adapter aux changements extérieurs. Le second, au travers de l'analyse de la situation actuelle, tente d'une part de définir les techniques d'aménagement utilisées et d'autre part de comprendre les mécanismes, d'ordre social, spirituel ou religieux, mis en pratique pour optimiser l'usage de l'eau. Ce dernier aspect est essentiel car il permet de mieux appréhender les règles explicites ou implicites qui régulent les interactions entre le groupe humain et l'eau, de même que la signification des coutumes et des rites destinés aux divinités ou aux forces de la nature.

I. Organisation sociale et occupation de l'espace chez les sociétés primitives (12 000 ans a.C. - 500 ans d.C.)

De la quête extractive au pastoralisme nomade, 12 000 ans a.C. - 500 ans a.C.

Les premières traces de présence humaine témoignent de l'existence de chasseurs de guanacos et de vigognes, ancêtres des lamas et des alpacas aujourd'hui domestiqués. Bien que la chronologie de l'occupation soit encore incertaine, il semble que le peuplement ait commencé vers 12 000 a.C., à une époque où les conditions climatiques étaient sans doute plus propices qu'à l'heure actuelle (Messerli *et al.*, 1993, Grosjean et Núñez, 1994, Pourrut et Covarrubias, 1995). Pendant tout l'Holocène inférieur et jusqu'à environ 5 000 a.C., les températures et l'humidité étaient plus élevées, la couverture végétale plus dense permettait la cueillette et le gibier fréquentait en nombre de vastes pâturages naturels. Les sources de subsistance étant réparties sur l'ensemble du territoire, l'habitat était de type dispersé. Les familles ou les tribus menaient une vie nomade en exploitant progressivement un milieu naturel où les ressources étaient sans cesse renouvelées. Durant cette phase d'occupation primitive, l'eau était abondante et ne constituait pas un facteur limitant.

Mais des bouleversements climatiques importants changèrent radicalement la situation et l'installation d'un processus de désertification, associé au recouvrement des terres fertiles par les sables éoliens, fut à l'origine de la modification de la structure sociale des groupes de chasseurs-cueilleurs. Le tarissement progressif des sources, l'assèchement de nombreux bas-fonds humides, la raréfaction de la végétation et la diminution de la densité du gibier sur le parcours habituellement emprunté, provoquèrent alors le début du déplacement des populations vers des zones plus favorables, marécages et points d'eau. L'analyse du transect archéologique de Tulán (Núñez, 1995-2), constitué de 108 sites d'occupation répartis dans le temps sur cinq épisodes jusqu'à l'invasion inca, témoigne des bouleversements subis par la société depuis la phase dite d'occupations archaïques, il y a 5 000 ans. On en a un exemple caractéristique lorsque 1 500 ans plus tard, lors de la phase dite d'occupations formatives anciennes, la dynamique du peuplement fut accompagnée d'un progrès sensible des techniques visant à mieux maîtriser le milieu. L'Atacaménien passa d'une activité pastorale primaire, le regroupement et l'appriivoisement des guanacos et des vigognes, à une véritable domestication et probablement même à une sélection génétique. Il tira ensuite profit de l'étagement de la végétation en instaurant des parcours saisonniers de transhumance avec relais et aires de repos. Sans pour autant abandonner ses pratiques de cueillette des fruits du *chañar* (*Geoffrea decorticans*), du garoubier (algarrobo, *Proposis sp.*) et de divers cactus, il compléta son alimentation en cultivant de petites parcelles de quinoa, de maïs et de cucurbitacées, sur les sites d'occupation temporaire qui jalonnaient ses déplacements.

**Mise en place des fondements techniques et culturels
d'une société agro-pastorale, de 500 ans a.C. à 500
ans d.C.**

Mais l'avancée du désert amplifia le phénomène de regroupement autour des points d'eau permanents et l'ancien modèle d'exploitation exclusivement pastoral dut être progressivement abandonné au bénéfice d'un modèle agraire mixte mieux adapté à la sédentarité.

On assista alors, pendant un millénaire, à une véritable explosion technologique et culturelle. La transhumance vers les zones fourragères resta une pratique généralisée, l'exploitation des métaux associée à l'orfèvrerie devint courante, mais ce sont les pratiques agricoles qui constituèrent l'essentiel de l'activité des oasis où la population était concentrée. Les agriculteurs mirent au point des techniques hydro-agricoles destinées à mieux utiliser le peu d'eau dont ils disposaient, ils installèrent des réseaux de canaux d'irrigation, construi-

sirent des terrasses et firent une rigoureuse sélection génétique des espèces qu'ils cultivaient. Un système hiérarchisé de type protoseigneurial (Núñez L., 1995-2) installa ses centres socio-politiques dans les oasis agraires de basse altitude et inaugura un modèle de mise en valeur mieux adapté aux conditions désertiques. Il visait à optimiser l'utilisation de l'espace productif en multipliant les sites occupés : ceux-ci étaient moins densément peuplés mais répartis géographiquement de manière plus fonctionnelle, ce qui permettait de tirer tout le profit de l'étagement des ressources sur les versants.

Sur le plan culturel, c'est à cette époque que vit le jour un rituel chamanique complexe, composé de symboles, de cérémonies ou d'actes spécifiques (Larraín, 1992), et que la culture *San Pedro de Atacama*, caractérisée par une céramique *negra pulida clásica*, atteignit son apogée. Étant donné que le climat et l'environnement conditionnaient la survie du groupe, les Atacaméniens vivaient en symbiose avec la Nature et avaient une vision originale de l'univers, ou *cosmovisión*. Comme tous les peuples antiques, ils vénèrent les forces naturelles génératrices de vie et redoutaient celles qui, comme la foudre ou la grêle, entraînaient la mort et la désolation. Ils imploraient les premières et priaient pour la disparition des secondes. Les rites de vénération du dieu Soleil, ou *Inti*, créateur de la vie, et le grand respect pour la Terre, ou *Pacha Mama*, espace nécessaire au déroulement de la vie, sont des éléments essentiels de la mythologie originale et du rituel chamanique encore pratiqué par les Atacaméniens.

À la fin de cette époque, le paysage agricole de San Pedro d'Atacama couvrait tout l'espace occupé actuellement par les ayllos de Quitor, Solor et Tulo. Les vestiges très largement répandus de la céramique noire polie d'Atacama témoignent de l'intensité des déplacements vers la haute puna, voyages au cours desquels de nouveaux oasis furent installés à une altitude intermédiaire. Certains d'entre eux se convertirent en centres mercantiles ou agraires importants. C'est le cas de Socaire où l'espace cultivé, qui couvrait près de 300 hectares (Núñez P., 1994), était organisé en andins irrigués ; ceux-ci sont à présent pratiquement tous abandonnés.

Éléments de discussion

Les nombreux éléments d'appréciation apportés par l'archéologie entre 3 000 ans a.C. et 500 ans d.C. sont concordants. Les divers modes d'occupation de l'espace et d'organisation adoptés par la société atacaménienne, tout comme l'amélioration progressive des techniques et des pratiques agro-pastorales, constituent un ensemble de réponses

et de mesures particulièrement bien adaptées aux modifications de l'environnement provoquées par les changements climatiques.

On remarquera tout spécialement que le déplacement des groupes humains semble avoir été systématiquement conditionné par la pénurie ou l'abondance d'eau, élément qui apparaît comme le facteur principal de la dynamique sociale. Non seulement l'EAU mobilisait les sociétés, mais encore elle déclenchait leurs capacités d'adaptation et stimulait leur créativité pour aménager le milieu, même si cette mise en valeur restait encore rustique.

La corrélation qui existe entre les variables "déplacement" et "eau" est-elle un principe immuable et déterministe? Il serait hasardeux de l'affirmer, même si les sociétés étudiées dans le cadre de ce programme ont toujours suivi un mode de comportement similaire face au *stimulus* "manque d'eau". Dans d'autres cas, les attitudes adoptées par la société peuvent être diamétralement opposées. C'est ainsi que la recherche de sources, qui est aussi une façon de pallier le manque d'eau, peut tout aussi bien inciter les groupes humains à se disséminer afin de prospecter un territoire nettement plus vaste. Il y a alors dispersion de la population et non plus regroupement.

II. Aménagement du territoire et gestion des ressources renouvelables à l'époque pré-hispanique, de 500 ans a.C. à 500 ans d.C.

Le millénaire qui s'écoula jusqu'à l'invasion inca, au milieu du XV^{ème} siècle, confirma les tendances ébauchées au cours de l'épisode précédent. Un pouvoir seigneurial hiérarchisé s'installa dans les oasis agraires et s'efforça d'exploiter au mieux les possibilités offertes par le milieu naturel. L'élevage transhumant, souvent combiné avec des travaux d'extraction minière et d'artisanat, était toujours en usage, mais l'agriculture irriguée des *ayllos*, qui atteignait alors son plus haut degré de développement, devint l'activité dominante. Cette situation ne fut pas la seule cause de l'épanouissement des sociétés atacaméniennes de l'époque. Une autre caractéristique essentielle fut la multiplicité des échanges avec les sociétés andines voisines : les *Aymaras*, au nord, et surtout les *Tiwanakus* de l'altiplano bolivien, habiles métallurgistes et orfèvres dont les dignitaires religieux déployaient un prosélytisme actif. Ces échanges culturels expliquent la similitude de nombreuses techniques agricoles et la présence d'espèces végétales communes, tel que le maïs, dont certaines variétés ont été importées même s'il en existe de souche autochtone. La traversée du désert vers l'ouest, facilitée par la vallée de la rivière

Loa, permit aussi d'établir des relations suivies avec les *Changos*, pêcheurs qui fréquentaient les rivages du Pacifique. Ces échanges se limitaient strictement au troc des produits de la mer contre ceux de la terre, de la mine et de l'artisanat, car aucun lien culturel véritable ne pouvait être tissé avec ces peuplades frustes.

C'est à la fin de cette période que les Incas imposèrent leur génie militaire. Ils administrèrent le territoire conquis de manière autoritaire tout en cherchant à gagner la confiance des populations indigènes. Ils dirigèrent la mise en valeur du territoire à partir de sites stratégiques, tels que Peine, ou à partir des têtes de vallées, comme en témoignent les ayllos isolés de Catarpe et Contituquis, à San Pedro de Atacama, d'où ils pouvaient contrôler l'accès aux hautes terres et les prises d'eau destinées à l'irrigation. Ils perfectionnèrent les techniques architecturales et hydrauliques, et furent à l'origine de la mise en place d'un réseau étendu d'exploitations agricoles, les *haciendas del Inca* (P. Núñez, 1994), et d'un vaste système d'extraction minière.

Éléments de discussions

La situation florissante de l'économie agro-pastorale, en ce milieu du premier millénaire, marque la réussite de la gestion effectuée par les populations atacaméniennes. Tout au long de cette histoire de plus de dix mille ans, celles-ci ont démontré une surprenante capacité d'adaptation en modelant leur organisation sociale aux modifications du milieu naturel. Elles ont aussi fait preuve d'un admirable génie inventif pour contrôler l'espace andin et pour développer des techniques de gestion efficace des ressources naturelles. Il est indiscutable que l'espace atacaménien était alors un important lieu de passage où s'échangeaient les produits les plus divers. L'oasis de San Pedro d'Atacama était devenu le principal centre de rencontre du monde andin, un noeud culturel où foisonnaient les idées et les technologies nouvelles.

On peut se demander si cette situation est bien le fait des Atacaméniens. Dans quelle mesure ne reflète-t-elle pas plutôt l'influence prépondérante des civilisations Tiwanaku et Inca, qui avaient déjà atteint un haut degré de développement technologique, culturel et religieux ? La réponse donnée par les études menées dans le cadre du programme DURR (Pourrut, Núñez L. *et al.*, 1995) est catégorique : le succès de la gestion du territoire est bien redevable aux seuls Atacaméniens. Ils ont démontré sans interruption une aptitude exceptionnelle, non seulement à capter les apports culturels et le savoir-faire des peuples venus les dominer, mais encore à faire que ces valeurs, une fois transformées, perfectionnées et dûment assimilées, deviennent une partie intégrante de l'identité atacaménienne.

III. Conquête et domination espagnole, du XVIème au XIXème siècle

Faisant sienne la volonté du Pape, la Couronne espagnole assumait simultanément l'évangélisation et l'établissement de l'autorité royale en Amérique. Un système de répartition des terres et de *encomienda de indios* était censé veiller aux intérêts des indigènes, qui pouvaient faire connaître leurs revendications par la voie de l'*encomendero*. Il fonctionnait en réalité comme un système de privilèges accordés par le roi et, en pratique, il permettait de réduire *los indios* en esclavage et de les forcer à payer tribut à l'envahisseur. On sait que les conquistadores avaient soif de richesses : la récupération des impôts et la soumission des récalcitrants devinrent rapidement les activités principales du *Corregimiento de Atacama*, le centre régional d'administration. Pour alimenter le vaste marché de consommation créé par la forte concentration ouvrière du grand centre minier qui s'ouvrit à Potosi, au sud-ouest de l'actuelle Bolivie, les Espagnols eurent recours à *la arriería*. Il s'agissait d'un système de caravanage déjà créé par les Atacaméniens pour commercialiser les produits provenant des divers points de leur territoire, tel le poisson acheté aux *Changos* de Cobija. Toute la main-d'oeuvre indigène fut mobilisée pour travailler au service exclusif des *encomenderos*. Le travail fourni payait le tribut dû à l'Espagnol et aucun salaire ne venait rétribuer le dur ouvrage des *arrieros*, les longs trajets qu'ils devaient parcourir, les impressionnantes variations d'altitude auxquelles ils devaient résister, la sécheresse et le froid intense qu'ils devaient endurer.

Eléments de discussion

L'arrivée des Européens fut synonyme de changements profonds pour la société atacaménienne. Le travail fourni sans compensation à ces "seigneurs", les maladies nouvelles contractées au contact de l'envahisseur, et l'imposition d'une nouvelle religion qui s'opposait en de nombreux aspects à la sienne, eurent un impact culturel beaucoup plus violent que celui de la domination des Incas, qui cherchaient par principe à vivre en bonne harmonie avec les peuples qu'ils soumettaient.

Face aux divers aspects spirituels, économiques, sociaux et politiques qui accompagnèrent la mise en place de cette nouvelle culture, l'attitude de la population indigène fut-elle passive et soumise ? En fait, malgré les sanctions, beaucoup d'Atacaméniens optèrent pour la fuite et se réfugièrent dans les *haciendas* de Tucumán ou les mines boliviennes du Sud Lípez, travaillant pour leur compte en chan-

geant fréquemment de lieu de résidence afin d'échapper aux persécutions. Mais partout, que ce soit à San Pedro ou à Chiu Chiu, "quelques membres de la famille restèrent pour prendre soin des terres et maintenir intactes les traditions" (Rivera, 1995-3, traduction libre). Par ailleurs, "La *arriería* fut l'un des mécanismes utilisés par la population indigène pour s'insérer dans la nouvelle structure économique et répondre à ses exigences. Mais l'activité de caravanage fut aussi un élément intégrateur qui contribua à maintenir et à renouveler les liens historiques qui s'étaient noués entre les différents groupes ethniques" (Sanhueza, 1992, traduction libre).

Alors que les progrès techniques atteints pendant l'époque préhispanique, en matière hydraulique pour distribuer et économiser le peu d'eau disponible, ou dans le domaine agro-pastoral pour mieux gérer les ressources de l'environnement et optimiser le rendement des espèces cultivées, ont été constamment commentés, on peut s'étonner que rien n'ait été signalé à ce sujet pour la période qui suivit. Il est en effet bien connu que les Espagnols apportèrent les outils agricoles plus efficaces utilisés en Europe, par exemple le soc de charrue en acier, et des espèces animales inconnues en Amérique, les chevaux, les boeufs et les moutons qui font maintenant partie intégrante du paysage andin.

Si des apports aussi importants n'ont pas été mentionnés c'est parce qu'ils n'étaient pas encore intégrés au patrimoine de la communauté rurale indigène. Cela s'explique en partie par le fait, déjà signalé, que la plupart des Atacaméniens était condamnée à travailler dans les mines ou au caravanage. Les pasteurs et les agriculteurs en contact avec le bétail importé ou ayant accès aux technologies nouvelles étaient donc relativement peu nombreux. De plus, le groupe étant réduit au servage afin de payer le tribut, l'acquisition du savoir-faire avait un caractère imposé. Il est étonnant de constater qu'il faudra attendre près de cinq siècles pour que l'immense progrès que signifie l'apport des Espagnols prenne toute sa dimension.

IV. Domination bolivienne et début de la République Chilienne - Le XIX^{ème} siècle

La période de domination bolivienne, de 1825 à 1879, et la transition qui marque le début de la République Chilienne à la fin du XIX^{ème} siècle, furent caractérisées par l'accentuation de l'exploitation minière (mines d'argent du sud bolivien et de Caracoles) et par l'intensification du système de caravanage pour commercialiser la production ou transporter le minerai aux fonderies, particulièrement à celle

de Huanchaca, à Antofagasta. Les terres autrefois administrées par les Espagnols, devenues communautaires, étaient gérées par des privilégiés selon un système de *cacicazgos*. "La seule autorité autogénérée chez les groupes locaux était celle des *Jueces o Alcaldes de Aguas* (Juges ou Administrateur des Eaux) qui étaient chargés d'administrer le système d'irrigation des terrains" (Hidalgo, 1992, traduction libre). A la fin du siècle, lorsque les activités florissantes d'extraction minière et de caravanage déclinèrent brutalement avec la chute du prix du métal, les Atacaméniens cherchèrent à récupérer les propriétés agricoles et demandèrent l'abolition des privilèges des *caciques*. L'arpentage des terres que ceux-ci administraient, effectué pour en faciliter la redistribution, et la mise en application d'une législation provisoire fixant les règles de location ou d'accès à la propriété terrienne, contribuèrent à clarifier la situation confuse héritée des Espagnols. Lorsque ces mesures sociales furent assorties d'une levée d'impôts à la propriété agricole, à l'extraction minière (argent, cuivre, sel, soufre et mercure), aux déplacements de bétail et même à l'utilisation de la *llareta*, une herbe naturelle, elles déclenchèrent un fort mécontentement. Les divers groupes ruraux firent alors front commun, ce qui contribua à augmenter leur capacité d'auto-défense et à resserrer les liens culturels.

Eléments de discussion

La courte période de transition, qui se situe entre l'exploitation de type colonial menée par les Espagnols et la mise en pratique des techniques modernes d'extraction visant au développement régional, a une grande importance parce qu'elle fixa les lignes directrices des futures activités économiques, sociales et culturelles des Atacaméniens. Elle leur permit d'oublier les pratiques imposées par les envahisseurs successifs, de se regrouper au sein de leur espace agricole et pastoral traditionnel, enfin de revenir aux valeurs fondamentales qui font l'identité de leur communauté.

La rapidité avec laquelle a été effectué ce retour aux sources, malgré des siècles d'oppression et d'agression culturelle, confirme l'aptitude des Atacaméniens à s'adapter aux situations les plus diverses et marque aussi le profond attachement à leurs terres et à leurs coutumes.

V. Epoque moderne - Interactions entre le mode d'exploitation du milieu naturel et le monde rural atacaménien - Le XXème siècle

Dans le contexte géographique et historique de l'étude, on peut dire que l'époque moderne est née de la mise en exploitation des puissants gisements de nitrates de la *pampa* proche. Plus sans doute que les époques passées, elle va avoir une influence prépondérante sur la manière dont les problèmes relatifs à l'appropriation et à la gestion de l'eau ou des ressources agro-pastorales seront ressentis au sein de la société atacaménienne contemporaine. Comme le propose Rivera (1995-3), cet impact peut être abordé en analysant le rôle joué par l'Etat Chilien, ce qui amène à distinguer deux périodes dont l'étude est présentée aux chapitres suivants.

1) Epoque antérieure à 1957

Le XIXème siècle, caractérisé par la redécouverte de l'identité du groupe atacaménien, avait cependant posé les bases d'une forte inégalité sociale. C'est ainsi qu'à San Pedro de Atacama "il existait une société hautement hiérarchisée, due à la convergence de trois facteurs : un fort attachement aux valeurs culturelles traditionnelles, la présence d'une protobourgeoisie qui contrôlait les rapports économiques et sociaux, et enfin un Etat seulement préoccupé par sa rente et dont l'attention n'était fixée que sur les processus de chilénisation et d'exploitation extractive minière" (Rivera, 1995-3, traduction libre). L'oasis était en effet redevenu un centre important d'échanges commerciaux, principalement grâce au négoce du bétail, destiné à alimenter la population sans cesse croissante des mines et des *oficinas salitreras*, où l'on exploitait les nitrates et le salpêtre.

Le bétail provenant d'Argentine arrivait exténué après le voyage de quinze jours nécessaire à la traversée de la cordillère. L'engraissement de ce bétail de passage devint le pivot principal de la vie économique et stimula la culture de la luzerne, qui fournissait le fourrage nécessaire à ces quelques 30 000 têtes par an (Aranda, 1964).

Cette situation eut de profondes répercussions sur le plan social. C'est ainsi que d'anciennes organisations paysannes retrouvèrent leur influence dans le domaine agricole et la gestion de l'irrigation. Les familles et les associations qui dirigeaient déjà les rapports socio-économiques consolidèrent aussi leurs pouvoirs après avoir mis en place les divers mécanismes du marché de production. "Des immigrants argentins, boliviens ou croates participèrent activement au con-

trôle de ce commerce des bovins. Ils exploitèrent habilement leur rôle d'intermédiaires entre la société nationale et la société locale. Mêlant avec adresse les coutumes traditionnelles de travail, telles que le caravanage, et les règles modernes de commercialisation, cette classe sociale devint vite un groupe hybride se donnant l'allure d'une aristocratie de souche coloniale mais qui, en revanche, accumulait des capitaux importants à l'extérieur"(Rivera, 1995-3, traduction libre).

Depuis le début du siècle, la présence de l'Etat se traduisait par le fonctionnement d'un système de "chilénisation", conséquence de la guerre. Il s'agissait d'un vaste réseau administratif et de la surveillance étroite des frontières afin de garantir l'intégrité territoriale. Après la crise économique et politique de 1929, la fermeture des *oficinas* provoqua la chute vertigineuse de la demande en viande argentine. La mise en service du chemin de fer entre Socompa et Antofagasta, rendant inutile le système de caravanage, signifia la fin d'une économie presque exclusivement basée sur l'industrie *salitrera* et le commerce du bétail. Tout en poursuivant sa politique d'extraction des richesses du sous-sol, marquée par l'ouverture de la grande mine de cuivre de Chuquicamata, l'Etat mit en place toute une série de mesures destinées à diversifier la production, y compris dans les zones jusque là marginalisées. A cette fin, il créa la CORFO (Corporation de Développement et de Production) et une série de centres locaux ou régionaux dépendant d'institutions telles que l'INDAP (Institut de Développement de l'Agriculture et de l'Élevage). L'intervention étatique restait pourtant très limitée.

A l'époque, le fonctionnement des réseaux d'irrigation était très différent de ce qu'il est aujourd'hui. Les canaux n'étaient pas revêtus et les pertes étaient sévères, surtout quand ils étaient endommagés ou obstrués, ce qui explique que leur nettoyage était d'une importance capitale. Le système d'irrigation étant communautaire, son administration et sa gestion étaient assurées par une espèce de collègue de membres élus, la Junta de Aguas (Assemblée des Eaux), qui définissait les stratégies à long terme. Le poste principal était occupé par un Juez de Aguas (Juge des eaux) qui prenait toutes les décisions immédiates relatives à l'optimisation de la production agricole, telles que la fréquence des tours d'eau, les travaux à effectuer, ou la nature des peines à infliger à ceux qui n'avaient pas suivi ses ordres ou recommandations.

Le principe-même de la gestion de l'irrigation s'appuyait sur la sagacité et l'équité du Juez de Aguas dont la fonction était complexe. C'est ainsi qu'à San Pedro il existait trois sections fonctionnant séparément, chacune d'elles regroupant un ensemble d'ayllos qui étaient

irrigués successivement, d'amont en aval. La fréquence des tours d'eau était de 35 à 40 jours et, contrairement à l'usage actuel, on procédait en une seule fois à l'irrigation complète de chacune des propriétés. La quantité totale d'eau nécessaire à cette irrigation était appelée *turno completo* (tour complet) et chaque agriculteur signalait quand il avait fini d'irriguer sa parcelle. Ce système entraînait inévitablement des retards et il était rare que toutes les parcelles fussent irriguées dans le temps imparti. Le *Juez* devait alors autoriser la prise de *medios turnos* (moitiés de tour), petites quantités destinées à l'irrigation des cultures les plus fragiles, fruitiers et cultures maraîchères.

On comprend que ce système conduisait inévitablement à des inégalités et que certains *ayllos* étaient privilégiés. C'est le cas de ceux de CondeDuque, San Pedro, Tchécar, Séquitor et une partie de ceux de Solcor, Yaye et Larrache, tous situés dans la première section. D'abord ils étaient servis les premiers, ensuite ils profitaient des eaux de meilleure qualité de la rivière San Pedro avant qu'elles ne soient mélangées avec les eaux salées de la rivière Vilama, enfin les sols y étaient plus profonds et plus fertiles. Ce n'est donc pas une coïncidence si les familles les plus puissantes y résidaient. C'est un des éléments qui a fortement contribué à asseoir leur puissance à l'époque du négoce de bétail argentin.

Epoque postérieure à 1957 et époque actuelle

Comme le signale Rivera (1995-3), l'année 1957 marque le départ d'un nouveau modèle de développement, celui de l'Etat Bienfaiteur. Grâce aux fonds provenant de la *ley del cobre* (loi du cuivre : une partie des gains d'exploitation minière était consacrée au développement de la région de production), toute une série de mesures d'ordre technique, économique et social, contribua à changer substantiellement le mode d'appropriation des ressources et à faire évoluer rapidement les composantes de la vie rurale. Parmi les mesures les plus importantes, on peut citer la prospection d'eau souterraine, l'installation d'un réseau d'irrigation moderne à San Pedro, les mesures sanitaires appliquées au bétail, la fumigation des cultures, la création de coopératives et la mise en place de systèmes de crédit agricole.

A SUIVRE - IL MANQUE LE PRINCIPAL, ENVIRON 4 PAGES SUR LA SITUATION ACTUELLE DES : PRATIQUES TECHNIQUES, RITES ET SYMBOLES ENCORE VIVANTS

VI. Bibliographie :

- ARANDA BAEZA, X., 1964 - *San Pedro de Atacama. Elementos diagnósticos para un plan de desarrollo local. Informe CORFO. Informaciones Geográficas, 1968. Universidad de Chile, Santiago.*
- GREBE, M. E. & HIDALGO B., 1988 - *Simbolismo atacameño : un aporte etnológico a la comprensión de los significados culturales - Revista Chilena de Antropología No7, 1988, :75-97, Universidad de Chile, Santiago.*
- GROSJEAN, M. & NUÑEZ, L., 1994 - *Lateglacial, Early and Middle Holocene environment, Human occupation and Resource use in the Atacama (Northern Chile). Geoarchaeology : An Internat. Journal, Vol. 9, No 4, : 271-286.*
- LARRAIN, H., 1992 - *Atacama ayer y hoy - Univers. de Antofagasta, multigraphié, 34 pp.*
- MESSERLI, B., GROSJEAN, M., BONANI, G., BURGI, A., GEYH, M., GRAF, K., RAMSEYER, K., ROMERO, H., SCHOTTERER, U., SCHREIER, H. & VUILLE, M., 1993 - *Climate change and natural resource dynamics of the Atacama altiplano during the last 18,000 years : a preliminar synthesis. Mountain Research and Development, Vol. 13, No 2, : 117-127.*
- NUÑEZ, P., 1994 - *El área atacameña : tierra y producción. Taller "de Costa a Selva", Instituto Interdisciplinario de Tilcara, Ed. M. E. Alberck, Universidad de Buenos Aires.*
- POURRUT, P. & COVARRUBIAS, A., 1995 - *Existencia de agua en la II Región de Chile : interrogantes e hipótesis. Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, 1995, 24 (3), : 505-515.*
- POURRUT, P. & NUÑEZ, L., editores, 1995 - *Agua, ocupación del espacio y economía campesina en la región atacameña - Aspectos dinámicos. Univ. Cat. del Norte/ORSTOM, septiembre de 1995.*
- 1 - POURRUT, P. - *El desierto, el hombre y el agua - Problemática regional en torno al agua.*
- 2 - NUÑEZ, L. - *Evolución de la ocupación y organización del espacio atacameño.*
- 3 - RIVERA, F. - *Contexto histórico y social del manejo de los recursos agropecuarios en los oasis de San Pedro de Atacama.*
- 4 - GUNDERMANN, H. & GONZALEZ, H. - *Tierra, agua y sociedad atacameña, un escenario cambiante.*
- 5 - POURRUT, P. & NUÑEZ, L. - *El agro y la identidad atacameña : entre la crisis y la esperanza.*
- SANHUEZA, M. C., 1992 - *Tráfico caravanero y arriería colonial en el siglo XVI. Estudios atacameños N° 10, Universidad Católica del Norte, Antofagasta.*

RESSOURCE NATURELLE ET GESTION DECENTRALISÉE

LA NÉCESSAIRE COHÉRENCE TERRITORIALE

Yveline PONCET
Jacques QUENSIERE

I. Résumé

Nous abordons ici le rapport entre l'espace de la ressource naturelle et les sociétés qui l'exploitent en examinant l'adéquation du projet politique de décentralisation au système de la pêche artisanale dans la région deltaïque continentale malienne. Notre propos est de montrer qu'une gestion durable des pêcheries du Delta Central doit tenir compte de la nouveauté des enjeux territoriaux, et en même temps respecter la fonctionnalité des systèmes naturels. Pour cela, nous examinons la pertinence des échelles de la gestion halieutique du Delta, en insistant sur la plus décisive dans le processus actuel de transformation politique et sociale, l'échelle locale. Il s'agit de chercher s'il existe une convergence entre le principe de la décentralisation et les contraintes fondamentales de la gestion des pêcheries continentales, et s'il est possible de proposer une cohérence spatiale fonctionnelle, sachant alors qu'il sera nécessaire d'identifier les critères de viabilité des communautés territoriales. La viabilité est ici un enjeu considérable, puisque la non viabilité mettrait en danger la productivité de l'hydrosystème naturel, c'est à dire la ressource renouvelable elle-même.

II. Introduction

Même dans les milieux globalement favorables à sa présence et à son renouvellement, il existe des lieux où une ressource naturelle est

rare, voire absente, et d'autres lieux où elle est accessible et abondante. Son exploitation ne saurait donc être pratiquée partout dans les mêmes conditions d'efficacité et de rentabilité. Cette condition contribue à définir le système de production, lequel conduit aux formes de partage des lieux de production entre les exploitants. Les procédures de répartition des accès à la ressource se traduisent alors par des règles d'accès et des règles de gestion, des modes de prises de décision, qui conditionnent en retour à la fois le devenir de la ressource et le devenir de la société qui en vit. Dans le Delta Central du Niger, où c'est l'importance des débits hydriques aux entrées de l'hydrosystème qui détermine l'abondance du poisson et l'extension des aires favorables à l'exploitation de pêche, on peut dire que c'est l'évolution spatiale et temporelle de ces aires qui détermine les stratégies de la production halieutique.

Les partages et les décisions concernant les espaces de l'eau et les ressources changeantes qu'ils contiennent, s'exercent à de multiples échelles spatiales, temporelles et sociales qui se correspondent et s'emboîtent en partie. Dans cette séquence, c'est le *local*, l'*annuel* et le *villageois* qui nous sont apparus comme les niveaux les plus pertinents en matière de décision et de stratégies pour la production de poisson. Précisons que nous rattachons ici la notion d'*échelle* à celle, plus écologique que géographique, d'*ordre de grandeur* (Décamps et Izard, 1992 : 116) : dans ce sens, la petite échelle est celle de la précision sur une surface restreinte, la grande échelle est celle de la généralité sur un espace étendu. En écologie plus particulièrement, la notion d'échelle traduit aussi celle d'une *suite continue*, ordonnée et de complexité croissante (ibid.).

Outre sa pertinence dans l'exploitation halieutique continentale, il se trouve que le niveau local est celui qui supporte les plus grands changements dans le processus de décentralisation qui est actuellement en cours au Mali. En effet, le retrait des structures et des actions de l'Etat dans les domaines de la production rurale, au profit de ce que l'on appelle schématiquement "l'initiative privée", y transforme de façon considérable les termes du développement en général et les repères sociaux de l'exploitation halieutique en particulier.

Parmi les transformations en cours, la création des nouveaux cadres *territoriaux* - que l'on voudrait, par conséquent, *sociaux* - que sont les communes rurales, et les ajustements nécessaires à leur autonomie, engendrent de nouvelles complexités et de nouveaux risques pour les systèmes de production. Ce sont désormais les communes elles-mêmes qui sont supposées identifier et mettre en place les solutions à ces risques.

III. Les échelles de la gestion halieutique

On sait que les processus naturels de la production biotique fluviale sont déterminés à diverses échelles (Décamps et Izard 1992, Amoros et Petts 1993), de même que les processus sociaux de la production de poissons. Dans la dimension spatiale, ces échelles se conjuguent à trois niveaux de gestion de la production : global, régional et local. A chacun de ces niveaux correspondent une problématique halieutique spécifique, des contraintes environnementales différentes, des solutions de gestion particulières (Quensière et Tounkara, 1996).

Du global au local

Le niveau global est celui du fonctionnement de l'hydrosystème productif dans son ensemble. C'est le niveau qui intègre les externalités environnementales, sociales, économiques et juridiques. C'est à ce niveau que se pose le problème de la pérennité des captures et des activités qui en dépendent. C'est par le respect des moteurs du fonctionnement de l'hydrosystème, c'est à dire par la préservation des crues et des plaines d'inondation du Delta Central, que cette pérennité sera assurée.

Le niveau régional englobe l'ensemble d'un *système pêche* tel que structuré dans un milieu naturel et social cohérent : son aire hydrographique, les stocks de poisson qui y vivent, les pêcheries, les pêcheurs et leurs habitats, les fonctions associées au secteur (communications, commerce, marchés...). C'est le niveau de l'ajustement permanent entre l'exploitation et le potentiel exploitable, dans lequel la variété des biotopes, la diversité des espèces exploitées, la multiplicité des techniques sont décisives pour le renouvellement des populations de poissons. La *région* est concevable comme une entité spatiale pourvue d'une homogénéité structurale, laquelle y autorise des cadres de gestion communs.

Le niveau local est celui de la communauté d'intérêts constituée en corps social, et de la gestion directe de l'activité de production. C'est le niveau des biotopes et des agglomérations qui réunissent les groupes sociaux pour qui ces biotopes ont une signification en tant que sites de pêche différenciés. Dans le Delta Central, les stratégies des producteurs s'exercent sur des territoires villageois identifiés par leur histoire (fondations, dominations, immigrations) et par leurs voisinages (associations, différenciations, spécialisations). Elles s'appliquent à des biotopes dont les fonctions sont variées (frayères, nourrissage et croissance des jeunes, nourrissage des adultes...) et elles s'exercent sur les dates et les durées des cycles climatiques, hy-

drologiques et biologiques. L'objectif de la gestion est d'assurer un partage équitable des accès aux pêcheries, et ainsi l'égalité des chances de capture entre tous les producteurs de la communauté. Cependant, la simplicité théorique de l'objectif est perturbée par le poids des contraintes de son environnement écologique :

- l'abondance du poisson n'est homogène ni dans l'espace du territoire villageois, ni dans le temps du calendrier annuel,
- les poissons ont une sensibilité variable aux techniques de pêche selon les espèces, les lieux et les moments.

Cette variabilité fait que les pratiques de la pêche, et partant les pratiques de préservation de la ressource, ne peuvent être efficacement contrôlées²⁰ qu'aux mêmes échelles d'espace et de temps que la production elle-même. Dans les systèmes précoloniaux faiblement centralisateurs, les communautés de producteurs s'étaient adaptées à cette variabilité :

- par la flexibilité des règles d'accès à la capture et par la flexibilité des modes de faire valoir des lieux de production,
- par la mobilité des pêcheurs et l'alternance des exploitations.

Le partage des rôles

Une telle mouvance spatiale et temporelle fait que les règles juridiques codifiées et les découpages standardisés d'origine externe sont inadaptes puisque conçus pour des échelles de gestion différentes d'après des modèles différents.

Dans l'état actuel des perspectives du développement en général, et de l'hydrosystème deltaïque malien en particulier, les deux premiers niveaux ne peuvent encore relever que de l'étage le plus élevé, celui de l'Etat : en effet, aux échelles globale et régionale, l'effort de coordination entre les différentes unités qui participent à la fertilité de l'hydrosystème est plus important que l'effort de gestion à l'intérieur de chaque unité. Il se trouve que cet effort de coordination n'a jamais été réellement entrepris par les structures centralisatrices : soit qu'il n'ait pas été jugé nécessaire (les différents niveaux locaux étant supposés se coordonner sans intervention²¹), soit qu'il ait été délibéré-

²¹. Jusqu'au début des années cinquante, la pêche fluviale en AOF est peu réglementée, bien que des textes en citent l'intérêt (entre autres Daget, 1949). "De

ment occulté par les idéologies centralistes et unitaires de l'Indépendance jusqu'en 1991, qui avaient cru résoudre les problèmes de la variabilité spatiale (traduits entre autres par les transhumances des éleveurs et les déplacements des pêcheurs), par la prééminence absolue de l'Etat. Cet effacement a laissé se creuser des lacunes considérables dans l'information relative à la variété des systèmes de production de l'hydrosystème. C'est d'ailleurs précisément une des conséquences de la politique actuelle de décentralisation que de mettre en évidence l'absence de politique nationale informée et responsable en matière de ressources fluviales.

C'est au niveau local que s'amorce le changement le plus radical et la transition la plus difficile. A ce niveau, l'Etat prétend *restituer* aux producteurs les responsabilités qu'il s'était auparavant attribuées. Or il ne peut en aucune manière s'agir d'un *retour* aux situations antérieures, malgré la formulation de certains slogans. Dans le Delta Central halieutique, il n'existe pas de fonctionnements antérieurs directement récupérables dont les opérateurs de la décentralisation puissent efficacement s'inspirer. De nouveaux systèmes sociaux, monétaires, techniques, politiques sont apparus dans les soixante dernières années, et ils ont évolué de façon non maîtrisée dans un système complexe. Le dirigisme centralisateur de l'Etat (français colonial, puis malien indépendant), les idéologies planétaires (notamment en matière d'environnement et d'économie), les discordances entre des droits différents pratiqués simultanément, la diffusion de nouvelles techniques de production, tout cela a fortement influencé les pratiques communautaires dites "traditionnelles", autrefois flexibles dans la continuité, en les raidissant par à-coups (Fay 1989, 1994, 1995).

IV. Décentralisation et flexibilité halieutique

Le processus de décentralisation qui est en cours au Mali s'appuie, en ce qui concerne les milieux ruraux, sur des concepts essentiellement agricoles. En effet, l'agriculture est considérée comme dominante dans le pays, aussi bien du point de vue des superficies occupées que des productions et des risques environnementaux que feraient courir

fait, l'administration coloniale permettra le maintien, jusqu'à l'Indépendance, d'une gestion coutumière des pêches qu'elle appuiera même par des arbitrages et des jugements rendus selon les règles du droit coutumier" (Quensière et al., 1994 : 410).

une exploitation désordonnée²². Les enjeux sont bien dans ce cas des enjeux fonciers : il s'agit entre autres d'assurer la maîtrise de la gestion, et partant d'assurer les possibilités d'investissement sur la terre en vue d'une productivité accrue. Dès l'Indépendance, l'Etat malien avait certes nationalisé les terres, mais il les avait en même temps concédées à leurs exploitants, sans intervenir lourdement sur les systèmes sociaux préexistants de redistributions et de partages. Les investissements agricoles en travail et (dans le cas de la culture du coton tout particulièrement) en intrants de coût non négligeable, ont fixé et entériné un état de fait qui attribuait des terres à des exploitants et laissait à la communauté villageoise la liberté de procéder à leur redistribution éventuelle et de les transmettre. Dans le cas agricole - et dans une certaine mesure dans le cas forestier dont la production est elle aussi fondée sur le sol immobile - la décentralisation officialise et reconnaît les procédures territoriales héritées, que le centralisme n'avait pas réellement cherché à effacer. La construction des communes rurales revient alors à réunir des *terroirs*²³ identifiés par les *villages* qui les gèrent. Ceci n'est certes pas sans poser de nombreux problèmes, mais ces problèmes sont sans commune mesure avec ceux qui semblent se poser dans la réorganisation spatiale des ressources mobiles pastorales²⁴ et halieutiques.

Le système de production halieutique malien a été beaucoup plus fortement perturbé par la nationalisation des eaux que le système de production agricole ne l'a été par la nationalisation des terres. En

²². Risques explicitement exprimés en termes de *dégradation* des sols, de *réduction* des jachères et des espaces cultivables, de *désertification*...

²³. Terroir : "*Portion de territoire appropriée, aménagée et utilisée par le groupe qui y réside et en tire ses moyens d'existence*" (Sautter et Pélissier, 1964 : 57). Cette définition est reprise par les approches ruralistes de la décentralisation au Sahel et les documents du Centre International de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) pour désigner l'espace d'une ou plusieurs communautés villageoises.

²⁴. Dans le Delta Central, les contraintes de gestion de l'espace halieutique présentent des points communs avec les contraintes de gestion de l'espace pastoral. L'un des moindres n'étant pas celui de la variabilité de la ressource et de la mobilité des exploitants. L'Etat centralisateur a cherché à ignorer ces contraintes et les perspectives de la décentralisation n'en tiennent guère compte. Nous n'abordons pas ici la complexe question du foncier et de la décentralisation dans les espaces pastoraux sahéliens, abordée par d'autres auteurs (cf. *in* Le Roy *et al.* 1996 pour les plus récemment parus). Cette question est encore compliquée dans le Delta Central en raison de la conjugaison de ses ressources naturelles exceptionnelles et de ses particularités historiques et politiques.

effet, l'Etat a réellement cherché à faire valoir son exclusive maîtrise sur l'eau et les ressources de l'hydrosystème au moyen d'un appareillage légal de taxes, autorisations et interdictions, accompagné de la structure théoriquement nécessaire à leur contrôle. Or l'Etat malien était bien incapable de faire fonctionner correctement un système aussi lourd en l'ajustant à la multitude des situations locales. La décentralisation trouve donc actuellement un *halieutique local* très désorganisé par les effets désastreux qu'ont eues de telles mesures et par les incohérences de leurs applications (Fay, op. cit.) : ouverts à tous les exploitants, les espaces de l'eau se sont trouvés en situation de *libre accès*, dont on connaît les conséquences dévastatrices. Plus important encore, le modèle territorial de la décentralisation, fondé sur la mosaïque stable des terroirs agricoles et des communes, s'ajuste mal au modèle spatial des pêcheurs, fondé sur le fonctionnement réticulaire de l'hydrographie, la transformation des biotopes, la mobilité et l'élasticité des espaces productifs. Ici, les enjeux liés aux espaces de production ne sont pas attachés à des lieux et à des superficies fixes. La "sécurité foncière" s'y exprime tout autant à travers le choix des techniques et des engins et la succession des épisodes de pêche, qu'à travers des *sites* (des pêcheries), temporairement favorables au prélèvement d'un produit invisible. La gestion de chacun d'entre eux a alors moins d'importance que la gestion de l'ensemble des sites reconnus dans la communauté.

Le choix de gestion *centralisée* des ressources naturelles qui a prévalu jusqu'en 1990 partait de deux principes qui se voulaient modernes : d'une part que ces ressources "inépuisables" devaient profiter à tous et donc être gérées par tous, l'Etat étant alors le mandataire de la communauté nationale ; d'autre part que la préservation de leur capacité de renouvellement étant essentielle, la cohérence des actions de prélèvement et de protection exigeait une direction centralisée. L'échec vient à la fois du contenu de ces principes et de leur distorsion avec la réalité culturelle des sociétés impliquées. La confusion entre la ressource *eau-hydrosystème* et le produit *poisson* a fait

"oublier" que les sites de pêche étaient appropriés²⁵. Par ailleurs on sait que dans les faits l'Etat ne s'est pas exactement comporté comme le mandataire scrupuleux de la communauté nationale ni, en ce qui concerne la gestion de l'hydrosystème, comme un équitable gestionnaire de la ressource à l'égard des producteurs.

A la gestion étatique centralisée, les orientations récentes vont donc opposer schématiquement la gestion dite traditionnelle. Que ce soit de façon empirique ou raisonnée, la *tradition* (c'est à dire un ensemble de connaissances et de pratiques *héritées* au sein des communautés spécialisées) avait su maintenir la correspondance entre les contraintes sociales (le partage équitable des accès et le renouvellement des unités de production, la cohérence des communautés dans leurs systèmes culturels et politiques) et les contraintes naturelles (répartition des espèces, concentration/dispersion des poissons dans la masse d'eau, assèchement des biotopes). Ces communautés spécialisées détenaient des savoirs et des savoirs-faire spécifiques, dans des systèmes de gestion flexibles, fondés sur l'histoire et sur la continuité d'un patrimoine culturel et matériel. Ces systèmes de gestion avaient permis d'éviter l'accaparement par quelques-uns d'une ressource considérée en effet comme un bien commun, et ils garantissaient sa non dilapidation.

Ces fonctions efficaces peuvent être illustrées dans plusieurs domaines écologiques et sociaux : le respect d'un " espace des poissons " (les biotopes différenciés et les écotones qui engendrent la fertilité halieutique et assurent l'abondance des captures) ; les conventions quant aux modes de capture du poisson ; l'organisation temporelle de la pêche, selon les lieux et selon les engins ; la place faite aux " étrangers " ; l'organisation des prises de décision, des contrôles et des responsabilités, et la capacité de surveillance interne.

L'espace des poissons a été signalé par Gallais (1967 : 415) qui y fait allusion sous l'expression de domaine hydrographique complet. Celui-ci réunit l'ensemble des biotopes complémentaires et des con-

²⁵. Le rapport entre sites de pêche (aux sens géographique et écologique) et appropriation (aux sens social et juridique) n'est pas développé ici. Il a été abordé par Fay (1989 et suivantes), repris dans Poncet et Kintz (1995), Poncet, Kintz et Quensière (1996), Poncet et Quensière (1996), Poncet (1996). Nous utilisons ici les termes d'*appropriation*, *propriété*, *propriétaire* tout en sachant qu'il ne s'agit pas, juridiquement et *stricto sensu*, de biens aliénables au sens du droit civil d'inspiration française. Il s'agit des droits reconnus au niveau collectif de prélèvement et de "récolte", qui autorisent la projection dans l'avenir, et donc "*la définition des droits opérationnels du futur*" (Sandberg, 1994 : 328).

nexions nécessaires à la reproduction de la ressource halieutique exploitée en un lieu : biefs permanents, chenaux secondaires, mares, plaines d'inondation ; bas-fonds et seuils ; vase, sable, coquillages ; prairies inondables à graminées et à ligneux buissonnants ; confluent et mélange des eaux. Les espaces correspondant à de tels "domaines" sont des territoires (au sens social), peut-être ceux que les communautés de pêcheurs bozo s'étaient organisés à l'origine. Aujourd'hui, les communautés de pêcheurs matérialisent leurs gestions au niveau villageois tout en ayant une perception claire du domaine halieutique global dans lequel s'inscrivent leurs pêcheries et au sein duquel sont entretenues non seulement les alliances (des stratégies d'accès aux pêcheries) mais aussi les voisinages (l'organisation spatiale de l'action de prélèvement du poisson).

Les modes de capture du poisson que l'on pourrait qualifier de "techniquement et socialement correctes" dérivent de cette perception et de la structuration de l'espace qu'elle engendre : on n'empêche pas le poisson de se déplacer, on le capture en mouvement sous forme de poursuite ou d'interception (Fay, 1989 : 222), même si des pratiques moins "légitimes" sont tolérées. Les pêches d'épuisement de mares, lesquelles sont un ramassage du poisson acculé, sont accompagnées de préparatifs symboliques spécifiques.

Réduire les pêcheries à un site de prélèvement serait une schématisation fâcheuse. Fay (1994) a proposé le terme de technotope pour exprimer la combinaison géographique, temporelle et technique qu'est en réalité la pêche : "C'est bien la combinaison entre savoir et imagination technique qui est ici déterminante, puisque certaines de ces techniques consistent à attirer le poisson en des lieux précis et non pas simplement à aller le chercher où il est" (Pamanta, 1996 : 21). Cette combinaison autorise des modes différents d'appropriation et de faire valoir qui se succèdent dans le temps en se superposant sur les mêmes lieux. Une conséquence essentielle est de conserver ouvert aux étrangers à la communauté l'accès au prélèvement du poisson. Ceci autorise par là même la mobilité des producteurs dans le réseau géographique de l'hydrosystème entier, mobilité qui contribue à garantir la production économique et la paix sociale, ainsi que les systèmes d'autorité.

L'autorité et le prestige des maîtres d'eau n'ont guère été remis en question par les pêcheurs du Delta au cours des diverses tentatives réglementaires de l'Etat d'amoinrir leurs prérogatives. Par leurs connaissances et leurs compétences symboliques et techniques - transmises au sein du lignage - ils assurent la sécurité de la production et des producteurs, ils légitiment la surveillance sur leurs eaux, ce que l'on peut considérer comme une garantie de l'efficacité de la

gestion collective (Wade 1987, cité par Le Roy et al., 1996 : 44). Si la maîtrise d'eau sur le dangereux bas-fond de Buulal sur le Jaka est contestée, ce n'est pas en tant que maîtrise : Ndoy Karawata l'avait obtenue à la fin du siècle précédent en chassant les génies agressifs. C'est parce qu'elle est désormais passée aux gendres de Karawata, lesquels ne sont pas supposés avoir hérité de ses talents.

Les enjeux halieutiques sont devenus considérables cependant, ce qui ne manque pas d'entraîner des abus de pouvoir de la part de certains détenteurs de droits éminents, et des interprétations volontairement contradictoires ou biaisées chaque fois que les règles sont mal ajustées aux contraintes locales.

V. LE PRINCIPE DE DECENTRALISATION FACE AUX CONTRAINTES DE LA GESTION DES PÊCHERIES

Convergences, divergences

Les convergences entre le principe de décentralisation et les contraintes de gestion des pêcheries sont visibles. Une gestion effective et viable de la ressource renouvelable qui ne s'appuie pas sur le consensus des producteurs paraît être une impossibilité fondamentale, quelle que soit l'approche politique pratiquée. L'esprit de la décentralisation est bien conforme à cette contrainte, en attribuant formellement les décisions et les responsabilités sur les lieux de production aux ressortissants des communes correspondantes, par le simple fait d'y être recensé. Ce faisant, la compétence technique des communautés de producteurs est reconnue, de même que leur capacité à structurer et à assumer leurs responsabilités. La diversité des fonctionnements naturels et sociaux, et leurs multiples combinaisons dans le système pêche ne sont plus occultées. Le niveau local de la gestion halieutique est ainsi explicitement reconnu. Est reconnue par là même la capacité des producteurs à gérer leurs relations de voisinage, c'est à dire en fait, dans le domaine halieutique, à gérer des *objets déformables* ou *flous*²⁶ tels que la répartition géographique des producteurs et de la production, les mosaïques foncières, les réserves, les superpositions d'autorité...

²⁶. Dans le sens d'espace imprécis, admettant des marges, des vides, des plages de recouvrement avec les systèmes voisins.

Actuellement, on suppose que les communautés de pêcheurs sont capables de gérer leurs voisinages selon des principes hérités, fondés sur la tradition, la flexibilité et l'arbitrage. C'est en partie vrai comme le montre la gestion qui est pratiquée actuellement dans le cadre d'une opération expérimentale, mais en partie seulement. En fait, les pêcheurs eux-mêmes se reconnaissent comme difficilement capables de régler seuls (c'est à dire sans interventions arbitrales extérieures) leurs problèmes de voisinage, ceci en contraste, par exemple, avec leurs voisins et commensaux Peuls.

Cependant, on discerne des zones d'ombre et des divergences dans la réalité des applications. Le modèle général de découpage du territoire en communes ne tient pas compte de la spécificité de certains systèmes de production. Calculé sur des bases arithmétiques (nombre d'habitants et superficie) et proposé sur des critères d'homogénéité ("de milieu", "de système d'exploitation", "de projet"), le découpage communal reprend une géométrie de type agricole, avec des circonscriptions compactes et un chef-lieu central, présentés comme des standards. En fait, il récupère le découpage administratif des *arrondissements*, qui est parfois lointainement hérité de principautés pré-coloniales. Dans de nombreux cas, les arrondissements n'avaient plus guère de réalité sociale dans le monde rural. Ce modèle s'accommode mal de la géométrie réticulaire du système halieutique, de la rare connexité de ses espaces de production, de la variabilité de leurs dimensions dans le temps et de la superposition de territoires qui produisent successivement du poisson, de l'herbe, du riz.

Dans la sous-région deltaïque du bas Jaka, l'espace halieutique des villages de pêcheurs de Farayeni, Garwey Buguji, Garwey Garuji et Waladu constitue un ensemble cohérent sur le plan naturel et sur le plan socio-historique. Il réunit deux types de milieux écologiques : les "fleuves", grands chenaux permanents ou quasi-permanents, contenus entre leurs berges, et les "plaines", aires de débordement elles-mêmes constituées d'éléments multiples (chenaux et mares, constituant les drains et les réservoirs de stockage naturel). Les portions de fleuves que maîtrise l'ensemble des quatre villages mesurent 85 km dans leur plus grande extension de juillet à septembre et l'ensemble des plaines inondées couvre environ 350 km² entre août et novembre. Ce territoire halieutique n'est pas maîtrisé ni géré de façon semblable dans le temps et dans l'espace. En d'autres termes, les droits d'accès et de gestion sont à géométrie variable. Les chenaux et les mares des plaines inondables, par exemple, ne constituent des territoires halieutiques appropriés qu'autant qu'ils sont pêchables, mais ils sont systématiquement gérés puisque les biotopes correspondants sont source de fertilité halieutique. Les dispositifs naturels les plus fertiles combinent des chenaux, des mares multiples de pe-

tite taille, des confluent, des bourrelets de berge. Le site d'interception du poisson (sous la forme d'un barrage de nasses) peut être légèrement déplacé selon la profondeur de l'eau et la force du courant, mais toujours en tenant compte des dispositifs naturels connexes et des dispositifs d'interception voisins. Entre ces technotopes, des "espaces élastiques", espaces flous par excellence (en peul kawral ndyam, la rencontre des eaux, impliquant également le sens social d'entente) appartient aux (est sous la responsabilité des) propriétaires adjacents, qui peuvent y prélever chacun avec mesure, directement ou par prêt, avec ou sans rétribution. Il ne s'agit pas de propriétés superposées ni de réserves non attribuées ou communes, mais d'espaces-tampon de dimensions variables, non délimitables physiquement ni socialement, qui constituent l'espace de la production et du stockage naturels dans l'hydrosystème, de la qualité duquel dépend la production disponible pour les pêcheurs dans les technotopes qui en sont issus.

L'un des critères invoqués pour fixer le découpage des communes est celui de leur cohérence fonctionnelle, fondée sur la notion d'homogénéité et de communauté de projet. Or la cohérence des espaces halieutiques n'est pas seulement fondée sur l'homogénéité des surfaces, elle est aussi fondée sur les complémentarités temporaires et successives des éléments du réseau (tels que les flux et les connexions), qui sont pourvus d'une fonctionnalité à la fois écologique et sociale. Il n'y a donc pas de correspondance facilement identifiable entre l'espace fonctionnel halieutique et l'espace fonctionnel administratif²⁷ : ceci ne peut que compliquer - voire entraver - le processus de reconnaissance des droits des communautés sur leur espace de production.

Plus généralement mais toujours à l'échelle locale, c'est tout le rapport entre les communautés et le pouvoir de dimension supérieure (les principautés et les empires, l'administration coloniale, puis l'Etat malien et ses représentants régionaux) que la décentralisation remet en cause. D'une relation de force allant du haut vers le bas dans une société pyramidale, et à laquelle répond la négociation et parfois la transgression, le rapport est transformé par un affichage égalitariste des responsabilités et de la participation des communautés au processus démocratique de gestion nationale. Il semble que cette redéfinition des niveaux de pouvoir ne soit pas cohérente avec la perception qu'a la société malienne ou qu'ont les communautés

²⁷. Cf. Poncet et Kintz (1995) et Poncet (1996) sur la relation entre lieux de production, lieux d'habitat et *villages* dans le système pêche du Delta Central.

de pêcheurs des fonctions de domination et des actes de gestion, et des responsabilités qu'ils sous-tendent. Fay a décrit (1995 : 38) la conception socio-culturelle du pouvoir, légitimé par sa violence et parce qu'"il intervient dans l'ordre sans le compromettre". Reste alors à passer de l'exercice de *pouvoir* à l'exercice de *contrôle*, ce qui peut-être mis en relation avec un changement d'échelle spatiale et temporelle²⁸.

Les risques et les conflits

Les risques de désorganisation engendrés par la décentralisation ne sont donc pas moins grands que l'étaient autrefois ceux que la nationalisation des eaux a engendrés. La pêche dans le Delta Central *est un système très structuré dans sa flexibilité même*. Cette structuration s'est maintenue - non sans modifier nombre de ses éléments - à travers les bouleversements historiques et politiques qu'a connus le Delta en plusieurs siècles, les aléas hydro-climatiques, les réglementations inadéquates. Dans les trente dernières années, le risque que les règles globalisantes ont fait courir au système a été atténué, au sein du système même, par leur transgression systématique et consensuelle de la part des pêcheurs. Au prix de cette transgression, les pêcheurs ont conservé leur système de production et, dans une certaine mesure, leur contrôle sur la ressource. Pour expliquer la pérennité du système en dépit des erreurs de la gestion décentralisée, on peut certes évoquer la pauvreté et l'incompétence de l'appareil d'état, incapable de faire respecter ses propres règles. La situation est cependant beaucoup plus subtile, et se rapporte davantage, semble-t-il, à la méconnaissance profonde de la variété des situations locales. Les comportements et gestions "locaux" en ont évidemment tiré parti.

L'étude du fonctionnement du système de production pêche dans l'espace du Delta Central conduit à se poser, on y fait allusion plus haut, la question de la place de l'*étranger* ("celui qui n'est pas d'ici") dans le contexte de la mobilité des producteurs, de l'augmentation démographique, de la diversification des activités de production et donc de la multiplication des lieux de production. L'étranger, c'est aussi l'hôte, celui que l'on reçoit (Poncet, Kintz et Quensièrre, 1996 : 6) et que, par conséquent, l'on accueille bien : "*l'étrangère arrive*", annonce la montée des eaux (Pamanta, 1996). C'est l'une des manifesta-

²⁸. Nous ne détaillerons pas ici cette amorce de réflexion. Signalons seulement avec Lévy (1994 : 115) qu'il y a sans doute là "*des pistes pour une approche spatiale du pouvoir*" qui restent à explorer.

tions visibles de la responsabilité sociale et du devoir de gestion que détient le chef d'une communauté que d'accorder une place à l'étranger dans l'espace de l'habitat et de la production. L'histoire des sociétés villageoises du Jaka aval est ancrée dans leur fondation puis scandée par les épisodes d'immigration de familles venues s'ajindre aux fondateurs. En fait, c'est la place faite à l'étranger dans le corps social et dans l'espace de production qui a structuré le système tel qu'on le voit aujourd'hui. Le dernier en date de ces épisodes, concomitant à la sécheresse, s'est ajouté aux séquences qui l'ont précédées. L'étranger n'a certes pas un rôle dominant dans le système foncier halieutique du Jaka aval, et moins il est géographiquement stable, moins il a de droits apparents dans le système de gestion. Mais "être l'étranger" en tel lieu est aussi un choix : on garde le lien socio-culturel avec son origine, on conserve le statut social et les droits qui accompagnent ce lien, tout en en nouant d'autres, on multiplie ses "champs" de production.

Le nombre de conflits entre pêcheurs ne semble pas dessiner, cependant, un tableau harmonieux de leur organisation socio-spatiale. Il faut nuancer : outre que le terme français de *conflit*, utilisé sans précisions par l'administration civile et judiciaire, recouvre plusieurs sortes de malentendus temporaires ou de querelles durables, Fay remarque avec justesse (1994 a) "*qu'un conflit peut en cacher un autre*" : tous n'ont pas des enjeux réellement liés à l'espace de production. Ce peut être le principe du pouvoir, ou la reconnaissance de sa continuité qui sont en cause, voire l'application de certaines de ses prérogatives : la mise à prix, puis la concession de sites de pêche aux étrangers "récents", au détriment des étrangers "anciens", en est un exemple. Ce sont alors des politiques et des stratégies différentes qui s'affrontent, que l'on pourrait schématiser en opposition entre anciens et modernes, ici entre les conservateurs des principes traditionnels de continuité et d'arbitrage, et les interprètes modernisants des principes de la rentabilité économique et du clientélisme²⁹.

On voit que la pêche ne s'est jamais accommodée de systèmes de gestion globalisants qui n'aient pas tenu compte de ses spécificités. Il est alors nécessaire de chercher des solutions propres à permettre le maintien de l'activité sans la déstructurer mais sans l'isoler dans un particularisme dangereux. C'est sans doute dans le " jeu des échelles ", en d'autres termes dans la flexibilité des unités territoriales, que les contradictions peuvent être dépassées.

²⁹. Nous entendons ici clientélisme dans le sens restreint de la mise à prix des relations sociales dans un système de domination-dépendance.

VI. Une expérience de gestion décentralisée de la pêche

Pour mieux identifier le poids du socio-politique à l'échelle locale, une expérience de gestion décentralisée de la pêche a été mise en place par le gouvernement régional à la fin de 1994 sur deux secteurs géographiques du Delta Central. Elle a pour but de tester d'une part la capacité des producteurs à s'organiser pour gérer en commun leur domaine, d'autre part la capacité des instances administratives et de développement régional à ajuster leurs tâches et leurs projets aux initiatives des producteurs eux-mêmes. Il s'agit cependant d'une expérience partielle pratiquée sur un seul secteur de production et non pas sur un territoire, et dont les résultats sont forcément limités et encore difficiles à interpréter. Elle ne concerne ni les "gens de la terre" (les agriculteurs), ni les "gens de l'herbe" (les éleveurs) ni, par conséquent, les relations qu'entretiennent les multiples gestionnaires des mêmes ressources pour des usages différents.

L'expérience se déroule dans deux secteurs géographiques de l'hydrosystème connus pour être très fertiles sur le plan halieutique, donc très convoités, avec des relations tendues entre les pêcheurs autochtones propriétaires et les pêcheurs "étrangers" que sont les immigrants saisonniers.

Dans l'un de ces secteurs, le modèle géographique (qui inclut l'écologique et le politique) est relativement simple et il est reconnu aussi bien par les producteurs que par les administrateurs : le Korombana (chef-lieu Korientzé) est légitimé par la majorité de ses habitants cultivateurs bambara sur la solidité de ses fondations agraires (céréales sèches), et cette cohérence est intériorisée par les pêcheurs. Un consensus s'est rapidement établi parmi eux pour la gestion des eaux et des poissons dans la future commune.

Dans l'autre secteur, le Jaka aval, se superposent plusieurs modèles géographiques dont un, celui des pêcheurs, est de type réticulaire. Les villages fondateurs-propriétaires maîtrisent chacun une forme traditionnelle de gestion de leurs eaux le long du réseau ; à côté d'eux, les pêcheurs immigrants récents tentent de s'organiser pour une gestion commune sur des bases plus égalitaires, bien qu'ils ne soient pas rattachés à la même (future) commune rurale. Leur espace commun est cohérent mais sa solidité est légitimée cette fois par des fondations halieutiques. Il constitue donc une sorte de "commune halieutique", indirectement ou provisoirement reconnue par l'administration pour la gestion de la pêche, mais non reconnue sur le plan territorial par le projet de décentralisation.

Dans les deux zones expérimentales, le premier soin des nouvelles institutions gestionnaires - le bureau de l'assemblée représentative des pêcheurs, élu et enregistré - a été de s'assurer les moyens budgétaires de réaliser leur projet essentiel. Dans la première zone, ce projet est le verrouillage périodique du lac pour empêcher les poissons d'en sortir, ceci dans le cadre d'une politique locale conforme au particularisme de la future commune. Dans la seconde zone, le projet peut plutôt être décrit comme un lissage des multiples pratiques de maîtrise sur un modèle moyen acceptable par tous. Ici, aucun protectionnisme ni particularisme n'est perceptible, au contraire : l'existence d'une maîtrise rapportée (domiciliée loin en amont sur le réseau hydrographique) n'est pas fortement remise en cause, elle est même indirectement associée à la nouvelle organisation.

Les attitudes des administrations centrales impliquées dans l'expérience sont curieusement diverses : elles ont fourni un modèle moderne et bureaucratique "type loi de 1901" (un *bureau* avec président, vice-président, etc...) et elles vont de l'encouragement distant à des tentatives plus ou moins construites de canalisation vers des modèles standardisés. En fait, les pêcheurs n'ont pas proposé aux instances administratives et politiques modernes leurs propres conceptions, pratiques et savoirs sur les espaces de production, que ce soit dans leurs dimensions écologiques, sociales ou politiques : l'espace halieutique n'est pas (ou pas encore) perçu par les pêcheurs comme devant faire l'objet d'une information de leur part vers l'extérieur. C'est la recherche scientifique qui joue le rôle d'informateur auprès des administrations, d'ailleurs assez peu attentives.

L'Etat ex-centralisateur intervient actuellement et interviendra encore dans l'organisation du local : celui-ci reste conçu comme "la division d'une somme" (Alliès, 1986 : 273), il reproduit les instruments de l'Etat et il se voit attribuer les éléments les plus difficiles et les moins contrôlables de la gestion. Les contradictions sont donc aussi claires que les convergences. Il est alors nécessaire de chercher d'autres solutions institutionnelles et territoriales propres à maintenir l'activité de pêche sans la déstructurer.

VII. Conclusion

La notion de *ressource* ne prend sens que si elle induit un produit et une demande de ce produit. En d'autres termes une ressource est certes un "objet physique", mais elle est aussi un objet social, pourvu de dynamiques. Quand elle est dite naturelle et renouvelable, ce n'est plus tant le fait qu'elle soit naturelle qui nous importe désor-

mais que le fait qu'elle soit renouvelable : la mise en exergue de ce qualificatif implique que la ressource doit conserver cette qualité et ce de façon naturelle, c'est à dire sans intrants politiquement, socialement ou économiquement dirigés vers sa modification. En revanche, les investissements (pas nécessairement monétaires) consentis par ses exploitants pour sa *gestion* peuvent être considérables et très productifs : c'est le cas des gestions locales à caractère communautaire dont l'intérêt et l'efficacité ne cessent d'être soulignés depuis plusieurs années (cf. Ostrom 1991, notamment).

Dans le cas du Delta Central, c'est l'hydrosystème qui est la ressource naturelle renouvelable. Initiée par le *moteur eau*, celle-ci produit³⁰ des poissons, de l'herbe, du bétail, du riz... irrégulièrement répartis dans l'espace et dans le temps. Les sociétés qui *exploitent* ces produits (on les appelle couramment des *producteurs*, ils modifient les produits par prélèvement sélectif) gèrent cette irrégularité dans un ensemble de systèmes sociaux au sein desquels l'accès libre n'existe pas. Ces systèmes ont contré les réglementations maladroites de l'État malien qui avaient certes engendré une "situation de libre accès" avec les risques qui l'accompagnent, engendrant par là-même querelles et conflits.

C'est le respect des fonctionnalités (celle de l'hydrosystème naturel et celle des systèmes sociaux) qui garantit la durabilité de la production par l'hydrosystème et du prélèvement par les exploitants. La nature mouvante de la ressource (à échelle saisonnière) et des aires productives (à échelle saisonnière et inter-annuelle), et le caractère non attribuable du poisson avant capture conduisent à des modes d'exploitation et d'organisation de l'espace particuliers : ceux-ci sont différents de ceux de l'agriculture et comparables, dans une certaine mesure, à ceux de l'élevage qui, dans la même région, tirent parti de la même ressource avec des contraintes similaires.

Or les communautés territoriales comme institutions et les communes rurales comme espaces ne sont sans doute pas les unités les plus pertinentes pour la gestion durable de la pêche. Les pouvoirs publics maliens en ont d'ailleurs conscience, qui prévoient des "exceptions" au niveau villageois, désagrégeant ainsi le niveau communal institutionnel en voulant répondre aux nécessités du local.

Une solution proposée serait dans l'identification de *communautés halieutiques fonctionnelles* (Quensière, Breuil et Cacaud, 1996), dont

³⁰ Cf. Revèret 1991.

les critères de fonctionnalité pourraient s'appuyer sur l'espace et le fonctionnement social des maîtrises d'eau. L'expérience de gestion décentralisée de la pêche en montre un exemple. Elle n'a certes pas encore fait ses preuves, mais son fonctionnement semble praticable, ne serait-ce que comme une transition. Il s'agit alors de regrouper, non plus des espaces de production connexes ni des agglomérations voisines les unes des autres, mais l'équivalent de ce qui était auparavant (de ce qui est encore en partie) les *maîtrises d'eau*, entités socio-géographiques pourvues:

- au plan social, de compétences et des légitimités de la fonction de contrôle,
- et, en ce qui concerne la pêche, des fondements de nature écologique indispensables au maintien de la ressource.

La question se pose alors de savoir s'il est possible d'imaginer de telles fonctionnalités éco-socio-spatiales dans le contexte des transformations politiques contemporaines d'une part, dans celui de la conservation d'«idéologies patrimoniales paysannes» d'autre part.

Il ne faut pas ignorer alors que reconnaître les spécificités du *système pêche* et lui donner les moyens d'un fonctionnement durable impliquent un creusement des écarts : *globalement* entre des systèmes de production fondés sur la terre et des systèmes de production fondés sur l'exploitation des ressources naturelles renouvelables, *régionalement* entre le Delta inondable et fertile et ses bordures semi-arides, *localement* entre les communautés de pêcheurs et les autres communautés exploitantes. Il est alors nécessaire de prévoir la coordination des stratégies et des décisions aux multiples échelles fonctionnelles de la gestion de l'hydrosystème.

VIII. Bibliographie

- ALLIÈS P., 1986. - *Le local, l'Etat et la société civile*, in AURIAC F. et BRUNET R. *coordonnateurs, Espaces, jeux et enjeux*. Paris, Fayard : 271-282.
- DAGET J., 1949. - *La pêche dans le Delta Central du Niger*. *Journal de la Société des Africanistes*. 19(1) :1-79.
- DECAMPS H. et IZARD M., 1992. - *L'approche multiscalair des paysages fluviaux*, in AUGER P., BAUDRY J., FOURNIER F. *Hiérarchies et Echelles en écologie*. Paris. *Naturalia* (ACCCT, Min. Env., Scope) : 115-125.
- FAY C., 1989. - *Sacrifices, prix du sang, "eau du maître" : fondation des territoires de pêche dans le Delta central du Niger (Mali)*. *Systèmes halieutiques et*

espaces de pouvoir : transformation des droits et des pratiques de pêche dans le Delta Central du Niger (Mali). Cahiers des Sciences Humaines, 25 (1-2) : 159-176 et 213-236.

- FAY C., 1993. - *Repères technologiques et repères d'identité chez les pêcheurs du Macina (mali), in JOLIVET M.J. et REY-ULMAN D. éd. Jeux d'identité : études comparatives à partir de la Caraïbe. Paris, l'Harmattan : 167-202.*
- FAY C., 1994. - *Organisation sociale et culturelle de la production de pêche : morphologie et grandes mutations. In La Pêche dans le Delta Central du Niger, Quensière J. éd. sci. 191-207.*
- FAY C., 1995. - *La démocratie au Mali ou le pouvoir en pâture, Cahiers d'Etudes Africaines, 137, XXXV-1 : 19-53.*
- LE ROY E., KARSENTY A., BERTRAND A., 1996. - *La sécurisation foncière en Afrique, pour une gestion viable des ressources renouvelables. Paris, Karthala. 388 p.*
- LÉVY J. 1994. - *L'Espace légitime, sur la dimension géographique de la fonction politique. Paris. Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques. 442 p.*
- OSTROM E. 1991. - *Gérer nos ressources communes, Introduction. Nature et Ressources, 27 (4) : 2-3.*
- PAMANTA O. 1996. - *Le système halieutique du jaka aval, activités de pêche et articulations inter-sectorielles. Mémoire de DEA ISFRA sous la dir. de Y. Poncet. Bamako. Juin 1996. 95 p. cartes.*
- PONCET Y., 1996. - *Restituer l'étendue : conception d'un système d'information géographique sur la pêche continentale. Collectif Connaître les Environnements, l'usage des systèmes d'information géographique, Delaunay et Winckell éd. sci. A paraître ORSTOM.*
- PONCET Y., et KINTZ D., 1995. - *Les idées et les images de Territoires dans le Delta Central du Niger (Mali), Colloque Le Territoire, Lien ou Frontière. ORSTOM-Univ. Paris IV. Paris, 2-4 octobre 1995. 9 p. Cédérom à paraître ORSTOM.*
- PONCET Y. et QUENSIÈRE J., 1995. - *Analyse des organisations spatio-temporelles, étape essentielle à la conception d'un SIG : l'exemple des pêcheries artisanales du Delta Central du Niger. Colloque Etude des Phénomènes Spatiaux, INRA, La Rochelle, 6-8 décembre 1995. 20 p. Sous presse INRA.*
- PONCET Y., KINTZ D., QUENSIÈRE J., 1996. - *Systèmes transformables, ruralité durable dans le Delta Central du Niger (Mali). Colloque La Ruralité dans les pays du Sud à la fin du XXè siècle. ORSTOM, Montpellier, 2-4 avril 1996. 16 p. A paraître ORSTOM.*
- QUENSIÈRE J. éd. sci., 1994. - *La Pêche dans le Delta Central du Niger. Paris, ORSTOM-Karthala-IER. 2 vol. 495 p. plus cartes.*

- QUENSIÈRE J. et al., 1994. - *Représentation des pêches et modèles de gestion. In La Pêche dans le Delta Central du Niger*, Quensièrè J. éd. sci. : 409-415.
- QUENSIÈRE J., BREUIL C. et CACAUD P., 1996. - *Rapports préliminaires au Schéma Directeur de la Pêche au Mali, Bamako-Rome, DRNFFH-FAO, multigraphiés.*
- REVERET J.P. 1991. - *La pratique des pêches, comment gérer une ressource renouvelable.* Paris, L'Harmattan. 198 p.
- SANDBERG A., 1994. - *Gestion des ressources naturelles et droits de propriété dans le grand nord norvégien : éléments pour une analyse comparative.* *Natures, Sciences Sociétés*, 2 (4) :323-333.
- SAUTTER G. et PÉLISSIER P., 1964. - *Pour un atlas des terroirs africains : structure-type d'une étude de terroir.* *L'Homme*. IV,1 : 56-72.
- TOUNKARA S. B. et QUENSIÈRE J., 1996. - *Système des plaines d'inondation. Initiative de la Recherche Halieutique ACP-UE, deuxième réunion de dialogue de l'Afrique occidentale et centrale avec l'Europe.* Dakar, avril 1996.

**CONSEQUENCE DU RACCOURCISSE-
MENT DU TEMPS DE JACHERE EN
AFRIQUE TROPICALE**

R. Pontanier et J. Boutrais

ADAPTABILITE DES STRATEGIES DE PECHE LES MODES D'EXPLOITATION DU LITTORAL DE GUINEE PAR LA PECHE ARTISANALE

S. Bouju et J. M. Ecoutin

En Guinée, la pêche artisanale maritime s'observe plus ou moins régulièrement le long de sa façade maritime formée d'une côte à mangroves importantes. La panoplie des techniques de pêche artisanale observée tant sur le plateau continentale que dans la zone littorale de mangrove y est diversifiée puisqu'il est possible d'y observer une grande partie des catégories de techniques de pêche telles qu'elles sont cataloguées dans les classifications de techniques de pêche actuellement reconnues (Nedelec, 1982 ; Brandt, 1984).

Vers la fin des années 1980, un certain nombre de travaux sur la pêche artisanale côtière ont cherché à décrire de façon plus précise ces différentes techniques (Lootvoet, 1988 ; Salles, 1989 ; Domalain et al., 1989 a, b). Par la suite, les études ont plutôt porté sur la dynamique de ces pêches artisanales à partir d'approches autant d'ordre halieutique (Ecoutin et al., 1993 ; Chavance et al., 1994 ; Ecoutin et al., prop. a, b) ou économique (Lootvoet et al., 1995 a, b) que social (Goujet et al., 1992 ; Bouju, 1994 et 1995).

A partir de ces descriptions, dans l'ensemble des techniques observables le long du littoral guinéen, six catégories dominant dans les divers recensements effectués sur ce secteur de la pêche (Lootvoet, 1988 ; Domalain et al., 1989 a, b ; Chavance et al., 1994) : ce sont les filets maillants avec les différentes variantes habituelles (dérivant, encerclant et calé), les filets tournants, les engins soulevés ou retombants, enfin les lignes et palangres. Ces techniques dans leurs différentes variantes sont observées dans les villages et campements situés le long du littoral ou sur les Iles adjacentes.

Chaque type d'unité de pêche organise son activité en fonction de contraintes multiples et, en particulier, celles du domaine technique concernent la dimension de l'embarcation, ses qualités de navigation, ses capacités de mobilité et d'éloignement à la côte, la taille du filet embarqué, la taille de l'équipage, etc... Ces contraintes condi-

tionnent en partie les pratiques de pêche de l'équipage qui y embarque. L'utilisation d'un type de pirogue et d'un engin de capture spécifique impose en partie l'organisation de l'activité de l'unité de pêche.

Le déroulement de la mise en oeuvre des techniques de pêche permet d'aborder l'analyse des différentes pratiques de l'activité. On est ici à l'interface entre la panoplie technique (pirogues, filets, savoir-faire), les pratiques des communautés de pêcheurs, les zones de pêche et les espèces pêchées. Ceci permet d'analyser la complémentarité ou la concurrence entre différentes pratiques, les enjeux et conditions de l'appropriation de l'espace aquatique et les stratégies déployées par les différents groupes de pêcheurs. Ces aspects de complémentarité ou de concurrence sont abordés ici au travers de la description et l'analyse des activités des unités de pêche artisanale. L'unité d'observation privilégiée qui nous permet d'aborder ces questions, est la combinaison pirogue/engin/équipage.

A partir de quelques exemples pris dans l'ensemble des principales flottilles de la pêche artisanale guinéenne, une analyse des modes d'exploitation est proposée en vue de décrire, les interactions existantes entre ces flottilles. Ainsi il apparaît clairement une partition entre flottilles spécialisées sur l'exploitation d'une espèce cible et celles multispécifiques.

L'exploitation d'une même ressource cible peut poser des problèmes de compétition entre techniques de pêche. Une étude plus précise des zones de pêche, des phases d'exploitation journalière ou annuelle de leur exploitation apparaît nécessaire pour préciser et décrire cette éventuelle compétition entre flottilles différentes.

Une typologie spatiale de l'exploitation par la pêche artisanale

Un premier découpage schématique des diverses zones de pêche exploitées par les différentes flottilles de la pêche artisanale guinéenne peut être proposé en fonction de la distance à la côte. Bien qu'excessivement réducteur, ce découpage a le mérite d'une certaine simplicité et, de plus, d'être valable pour la grande majorité des unités de pêche. Fonction de la distance à la côte, ce découpage est le suivant :

- le cordon littoral, les estuaires, les bras de mer et la partie du plateau continental distante de moins de deux kilomètres et demi de la côte, constituent la première zone sur laquelle évoluent les pirogues monoxyles et les petites pirogues à membrures non mo-

torisées, les sorties effectuées dans cette zone étant de courte durée,

- le second secteur est délimité par les frontières de la précédente zone et s'étend un peu plus vers le large, de 2 à 4 milles nautiques de la côte. Cette bande maritime est exploitée par les pêcheurs équipés d'embarcations faiblement motorisées, ici aussi les sorties s'effectuent sur quelques heures,
- de la frontière extérieure de cette seconde bande jusqu'à cinq à huit milles nautiques vers le large, on peut distinguer une zone parallèle à la côte,
- enfin, au delà de huit milles nautiques et jusqu'à la limite du talus continental, une troisième bande peut être définie. on y retrouve les unités de pêche utilisant les grosses embarcations motorisées effectuant le plus souvent des sorties de plusieurs jours.

Une autre présentation de la zonation pourrait être établie à partir des représentations fournies par les pêcheurs eux-mêmes. Ces systèmes de zonation sont de deux grands types et recourent en partie le système par bandes présenté ci-dessus :

- une zonation de surface permettant de tracer des limites sur la mer, limites définissant des zones qui sont nommées en fonction de la proximité d'un village côtier, d'une île ou d'un estuaire ou bras de mer, éventuellement en fonction de la nature des fonds,
- une zonation par direction, il s'agit ici du système présenté pour les unités de pêche glacière-ligne ; les zones qui quelquefois sont décrites par un nom spécifique, sont surtout repérées par un axe de direction et un temps de déplacement le long de cet axe.

A chacune de ces bandes ou zones et en fonction des ressources qu'on y trouve, des engins qui y sont employés mais aussi des périodes d'utilisation de ceux-ci, correspondent des statuts différenciés que l'on pourrait appeler statut du technotope (Fay, 1993). La question de l'accès à la ressource, donc de l'appropriation de l'espace halieutique par les différentes unités de pêche, ne se pose donc pas uniquement en termes de zone ou de territoire de pêche, mais bien plutôt en termes de représentation et d'appropriation de technotope.

La définition de ce concept élaboré par C. Fay (1993) à propos de la pêche artisanale dans le Delta Central du Niger, peut être synthétisée sous la forme : un technotope est la combinaison d'un lieu et d'une technique de pêche particulière impliquant des savoirs et savoir-faire

particuliers, durant une période donnée des cycles biologiques du poisson et des cycles écologiques du milieu (Bouju, 1995).

Cette notion permet d'exprimer les rapports entre le domaine des techniques (y compris des savoirs et des représentations), celui des espaces et celui de la ressource (considérée dans son environnement) dans la différenciation des pratiques et des stratégies de pêche. L'étude du domaine des techniques sous-entend celle des modes d'organisation sociale de l'activité, l'analyse des phénomènes de spécialisation socioprofessionnels et des systèmes de valeur attachés aux divers groupes ayant des pratiques techniques différenciées. Le domaine de l'espace fait référence à des systèmes de représentation, des modes d'appropriation, des enjeux sociaux et économiques locaux, régionaux ou nationaux. Le domaine de la ressource fait référence à un ensemble de savoirs naturalistes plus ou moins partagés entre les groupes de pêcheurs et entre les individus (Bouju, 1995). Deux technotopes différents peuvent se superposer parfaitement géographiquement, mais différer par les groupes de producteurs qui les exploitent à des moments différents de la journée ou de l'année en utilisant des techniques variées destinées à capturer des espèces distinctes.

L'espace halieutique physique (que l'on peut cartographier) et social (issu des représentations et des modes d'appropriation des pêcheurs) font pleinement partie de la définition d'un technotope particulier, mais ne le définissent pas à posteriori. Un technotope s'attache à un lieu précisément ou inconsciemment délimité par les pêcheurs. La typologie des technotopes est donc pluridimensionnelle puisqu'elle permet de comparer, regrouper, distinguer ou opposer les technotopes en fonction : de l'engin utilisé, de la saison, du moment de la journée, de la zone exploitée, des espèces pêchées et des représentations afférentes à chacun de ces précédents points (Bouju, 1995). La notion de technotope permet une compréhension plus fine dans le domaine de l'appropriation sociale et économique de l'espace halieutique. Elle permet de mettre en évidence l'antagonisme entre certaines pratiques de pêche notamment lorsque les composantes spatiales, écologiques ou temporelles des technotopes de deux groupes de pêcheurs se recouvrent ou ne sont pas compatibles.

**THEME 3 : DECISION ET STRATEGIES
DANS LA GESTION DES RES-
SOURCES NATURELLES**

Coordinateurs : Christian Chaboud

GESTIONS INDIVIDUELLES ET COLLECTIVES DES JACHERES DANS LES ANDES CENTRALES

Dominique HERVÉ³¹

Gilles RIVIÈRE³²

Les sociétés des hauts-plateaux andins sont souvent caractérisées à partir de facteurs limitants climatiques (altitude, gelées fréquentes, sécheresses, variabilité interannuelle des précipitations, etc.) qui fixeraient les conditions de vie et les activités productives dans un corset rigide. Si des contraintes existent bien, elles ne permettent pas de rendre compte de l'histoire de ces sociétés seulement en terme de réactions adaptatives; le déterminisme climatique ou écologique ne peut en effet rendre compte des changements et dynamiques diverses que ces sociétés connaissent depuis des siècles.

En admettant que les conditions climatiques n'ont pas fondamentalement changé depuis le début du siècle, on constate que les modes de gestion du milieu évoluent. Du même coup, les risques et les incertitudes ne sont pas immuables; il est nécessaire de les rapporter constamment aux capacités productives de la société à un moment donné, lesquelles sont déterminées par des facteurs historiques et sociaux qui ne sont pas stables. S'il faut être attentif aux modifications et réponses apportées par les paysans, il faut aussi voir comment ces risques sont intégrés et gérés dans le cadre de la communauté, entité régie par des normes qui, sur la longue durée, sont modifiées, adaptées ou abandonnées.

1 ORSTOM Bolivie, CP 9214, La Paz, Bolivie. Fax. 591.2.39.18.54. ORSTOM-LEA, 911 Av. Agropolis, BP 5045, 34032 Montpellier, Fax 67547800, herved@orstom.rio.net

2 CERMA-EHESS, 54 Bd. Raspail, 75006 Paris. Fax (1) 45.44.93.11; E-Mail riviere@micronet.fr

Nous voudrions ici mettre en évidence les aspects de l'organisation sociale qui **aujourd'hui** rendent compte de l'usage et la gestion des ressources renouvelables dans une communauté aymara de l'altiplano bolivien. Communauté travaillée de l'intérieur et de l'extérieur par des dynamiques diverses qui obligent les paysans à définir de nouvelles stratégies, à adopter de nouvelles pratiques et à en délaissier d'autres, à évaluer et contrôler de nouveaux risques et incertitudes.

I. Usage des ressources et gestion d'un milieu

Le thème des jachères longues pâturées dans les Andes ne peut être abordé que si plusieurs aspects sont simultanément pris en compte : historiques, socio-économiques, techniques, symboliques, etc. Les jachères se situent à l'interface entre le "naturel" et le "cultivé" et elles sont un lieu de rencontre et de confrontation entre l'"individuel" [unité de production, famille] et le "collectif" [communauté]. Ces caractéristiques rendaient nécessaire une approche interdisciplinaire. Nous l'avons pratiquée et testée dans le cadre de l'action incitative DURR intitulée "Dynamiques et Usages des Ressources Renouvelables" (1992-1995)³³.

Nous fûmes d'emblée amenés à nous poser plusieurs questions. A propos de la jachère pouvons-nous parler de "ressource naturelle" ou "renouvelable" et d'usage des ressources? Un élément du système naturel devient ressource à partir du moment où il est utilisé par une société. Le sol, support de ressources végétales, peut être lui-même considéré comme une ressource renouvelable (Ruellan, 1993 : 161). Cependant, dans le cas de la "jachère", on ne peut clairement identifier "une" ressource renouvelable et extractable. En effet, la jachère est un ensemble de techniques destinées à la mise en valeur d'un territoire pour en extraire ou produire des ressources variées qui relèvent de différentes modalités d'appropriation, "privées" ou "communautaires", sans que l'on puisse toujours séparer ces deux catégories. Cet usage particulier et momentané du sol peut être réglementé par des obligations et droits différents de ceux qui sont in-

³ Le déroulement du programme, les difficultés rencontrées, les orientations théoriques, etc, sont présentés dans un article sur la pluridisciplinarité en préparation pour NSS.

hérents à la portion de terrain où ils sont appliqués, lequel est un bien foncier divisible et transmissible sous des formes diverses.

Le ou les usages d'une ressource identifiée sont trop souvent définis essentiellement à partir de la ressource et décrits sans référence explicite à un ou des acteurs. Dans le cas étudié, on peut parler des usages du sol mais des fonctions de la jachère plutôt que de ses usages. Nous avons donc préféré nous placer dans la perspective de l'acteur qui doit gérer des ressources multiples, et traiter de la gestion d'un milieu plutôt que de l'usage de ressources. Dans la communauté andine considérée, la gestion de la jachère longue pâturée est originale car elle combine des niveaux de décision individuels (unité de production familiale) et collectifs (assemblée communale). Nous avons choisi d'aborder le thème à la fois à partir des représentations et des pratiques.

II. Jachère longue pâturée

Sayaña/aynuqa

Dans la communauté qui nous intéresse, Pumani³⁴, l'usage et le contrôle des terres de culture se font selon deux modalités, en *sayaña* et en *aynuqa*.

La *sayaña* est l'espace où une famille est implantée³⁵; il inclue la maison et les parcelles qui sont administrées et exploitées par celle-ci sans intervention directe de la communauté. Ces parcelles sont cultivées essentiellement en orge, en tubercules et secondairement en quinoa;

4 La communauté Pumani, aujourd'hui canton Santa Rosa, était jusque dans les années 50, l'*ayllu* Pumani de la communauté Ayo Ayo. A la différence des autres ex-*ayllu* d'Ayo Ayo, Pumani a échappé à l'emprise des *haciendas* au XIX^{ème} siècle. Ceci est un des facteurs qui expliquent la permanence d'un système de jachères longues pâturées (*aynuqa*) important par son étendue, la régularité du cycle et le maintien de tout un ensemble de croyances et de représentations. Pumani compte aujourd'hui environ 300 chefs de famille (en incluant les résidents en ville); elle est située à 3800 m d'altitude et sa superficie est de 6880 ha.

5 Le substantif *sayaña* provient du verbe *sayaña* qui signifie "se tenir debout", "s'implanter" et par extension "prendre possession d'un terrain".

les intercultures y restent "privées". Le contrôle total du cycle permet une plus grande gamme d'innovations techniques, en particulier l'installation de fourrages pluri-annuels comme la luzerne. A côté des parcelles cultivées, les zones humides de **ch'illiwa** (*Festuca dolichophylla*) sont également "privatisées" mais sans être clôturées; le pâturage au piquet y est pratiqué pour les bovins. La succession de cultures est à base d'orge fourragère et la durée des jachères est généralement courte. Après une année de culture de pomme de terre, on sème de l'orge pendant 5 ans ou plus. Les paysans qui ont de grandes extensions font reposer leurs parcelles de 1 à 4 ans. Mais les stratégies de repos/mise en valeur des parcelles de **sayaña** sont étroitement tributaires de celles élaborées dans les **aynuqa**.

Le système d'**aynuqa**³⁶ repose sur une rotation collective. Dans la communauté Pumani, le cycle est de 13 ans (Carte n°1). La majeure partie du territoire est divisée en autant de soles qu'il y a d'années dans la rotation³⁷. Chaque sole est semée la première année en pomme de terre (**sata aynuqa**) puis la seconde (**phawa aynuqa**) et troisième année (**t'ult'u**) en quinoa, orge ou blé. Les unités domestiques ont des parcelles en nombre variable, dispersées dans chacune de ces soles. Depuis plusieurs décennies la redistribution annuelle de terre en fonction des besoins des familles n'a plus lieu et, au début de chaque cycle, celles-ci retrouvent les mêmes parcelles. Après chaque récolte, l'ensemble de la sole est ouvert en vaine pâture à tous les animaux de la communauté, d'abord les bovins puis les ovins. Après la dernière récolte, la troisième année, et pendant les 10 années de jachère, l'accès est libre pour l'ensemble des animaux.

Les **aynuqa** sont situées dans différentes positions topographiques (montagnes, versants, collines, **pampa**, etc); la dispersion des parcelles permet notamment de réduire les effets du climat et de diversifier la production de pommes de terre, amères et douces. La rotation des cultures et les cycles de repos plus ou moins longs et réguliers permettent, sans intrants, une exportation réduite de cultures et de ligneux

6 Système appelé ailleurs **manta**, **turno**, **muyuy**, **manay**, etc.

7 Une même sole peut être composée de plusieurs secteurs, adjacents ou non. Dans tous les cas elle inclue un "secteur principal" auxquels peuvent être associés des secteurs secondaires, généralement plus petits et de topographie différente. Ceci explique que sur la carte les secteurs sont plus nombreux que les soles.

combustible, tout en réduisant la propagation des agents pathogènes. Au système d'**aynuqa** est donc associée une certaine gestion du risque.

Lorsqu'en aymara on se réfère au système d'**aynuqa**, on aborde des aspects "agronomiques" ou "techniques" mais c'est sur les rapports sociaux de production que l'on insiste, sur les relations des hommes entre eux et avec la nature. L'étymologie du terme **aynuqa** est à ce propos riche d'enseignement. Il contient la racine **ayni-** qui désigne des formes d'entraide entre individus dans des travaux équivalents. Le suffixe **-nuqa** a plusieurs sens, dont celui de répétition d'une action et celui de localisation. Le terme **aynuqa** aurait donc originellement désigné la répétition de prestations en travail, nombreuses et entre plusieurs individus, dans un espace particulier³⁸. Ces aspects apparaissent aussi dans les termes vernaculaires quechua désignant ce type de gestion de l'espace³⁹.

Les **aynuqa** sont le siège de divinités qui font l'objet de rituels réguliers, assurés par les autorités traditionnelles et les chamanes, médiateurs entre la communauté et les dieux. Chacune des 13 **aynuqa** principales incluent une "parcelle de la Vierge" (**mama qallpa**) qui appartient à l'Église. Elle est placée sous la responsabilité de l'**econom**o (sorte de marguillier) qui "supplie" les **comunarios** pour les différents travaux agricoles, considérés comme des dévotions envers la patronne du village.

Chacune des 13 **aynuqa** inclue également un **uywiri**, espace sacré où sont célébrés différents rituels en rapport avec la fertilité, les phé-

8 Dans le langage quotidien le terme **aynuqa** se réfère plus spécifiquement à la sole en tête de rotation qui est ou sera prochainement labourée (**sata aynuqa**) tandis que la seconde est appelée **phawa** et la troisième **t'ult'u**. De fait, l'**aynuqa stricto sensu** est la sole qui nécessite le travail le plus intense et divers, exigence qui apparaît bien dans l'étymologie du terme.

9 Il semble qu'en quechua certains termes utilisés pour désigner des parcelles incluses dans un cycle de rotation fassent également référence aux relations interpersonnelles, dans les travaux agricoles notamment. **Laymi** : "Lot ou parcelle que l'on sème tous les sept ans, en suivant une rotation. Système de travail communautaire dans des terres communes qui tournent tous les ans" (Lira, 1941/1982 : 169). **Mañay** : "Terre ; secteur de terre labourable de la communauté paysanne qui est assignée collectivement et prête à être travaillée une année déterminée ou à un moment donné" (Beyersdorff, 1984 : 60), terme qui signifie aussi "demander", "supplier" ("acto de pedir, petición, solicitud, demanda, etc" (Lira, idem : 190); voir également Gonzalez Holguin, 1608/1989 : 227.

nomènes climatiques, la "chance" individuelle et collective. Représenté sous la forme d'un cône de pierres, pourvu d'une niche, l'**uywiri** est un lieu de contact et de transition entre les différents "niveaux" du monde et les esprits et divinités qui les habitent. Les offrandes et rituels cycliques qui sont réalisés à l'**uywiri** de l'**aynuqa** ont notamment pour objet d'"amorcer" la circulation des liquides dans le cosmos, indispensable pour obtenir les pluies, de demander les faveurs de la **Pacha Mama**, principe de la fertilité, etc.

La gestion des **aynuqa** repose sur des éléments matériels et sur d'autres qui ne le sont pas. La célébration des divinités se fait sur un mode cyclique, à l'échelle du cycle complet d'exploitation (13 ans). Dans l'idéologie aymara, les divinités "ont faim" à dates régulières, et exigent des offrandes et sacrifices au début de chaque cycle. De l'engagement des hommes et de leur ponctualité envers les dieux dépendent la fertilité du sol et la production agricole (RIVIERE, PACHECO, HERVE, 1996).

Droits et obligations

On a souvent opposé les termes d'**aynuqa** et **sayaña** à partir d'un usage "collectif" ou "privé". La législation officielle bolivienne permet différentes formes de transaction (ventes, échanges de parcelles) mais celles-ci restent en grande partie contrôlées par les instances de la communauté qui continuent essentiellement à considérer l'usage des terres comme un usufruit octroyé aux **comunarios**.

L'utilisation de la terre, des pâturages ou de tout autre bien ayant un usage socialement reconnu par la communauté- doit être conçue non seulement comme un ensemble de droits -et en même temps de restrictions- socialement définis et octroyés par l'ensemble de la communauté, mais aussi comme une forme de réciprocité généralisée. L'autre terme de l'échange est constitué par certaines obligations dues à celle-ci par la famille au cours de sa vie active: participation à diverses tâches d'intérêt collectif et participation à tout un ensemble de charges (**cargos**), civiles ou politico-religieuses, au cours d'un cycle hiérarchisé (éventuellement répétitif en partie). Cultiver ou faire cultiver les terres est aussi une obligation pour les familles; laisser des parcelles vacantes est perçu comme une injure pour les hommes et les dieux (nous y reviendrons).

En **aynuqa**, l'accès aux intercultures illustre bien l'enchevêtrement des divers droits; elles fournissent différents types de ressources selon qu'elles sont de courte durée (quelques mois) ou de longue durée (10 ans). Dans les deux cas, à la récolte, on trouve des résidus de culture

(fannes de pomme de terre, tiges de quinoa, chaumes de blé ou d'orge) et des adventices qui ont une valeur fourragère. Ces ressources, produites directement ou indirectement par l'homme, sont parmi les derniers enjeux de l'appropriation collective (Wade, 1992:213). Un accès libre n'y devient possible qu'à partir de la date, fixée chaque année par les autorités, qui marque l'ouverture de la vaine pâture. Tous les paysans n'y mènent pas leurs animaux (bovins puis ovins) car il leur faut prendre en compte la disponibilité de main d'oeuvre, la distance et la disponibilité d'autres ressources fourragères. Sur l'ensemble d'une sole, il reste quelques résidus de récolte à ramasser pour les paysans sans terre.

Dans les intercultures longues, un couvert végétal s'installe progressivement, composé, les premières années, de graminées basses puis d'arbustes dont la *t'ula* (*Baccharis incarum*), utilisée comme combustible. Ces parcours sont valorisés essentiellement par les ovins mais leur valeur fourragère reste faible. La ressource ligneuse est extraite, essentiellement au moment des labours, grâce à deux passages croisés d'araire.

Les modalités d'appropriation de ces ressources peuvent différer des "formes de propriété" du sol d'où elles proviennent. Le principe qui les gouverne est que le travail investi donne un droit d'appropriation de la ressource naturelle (Thomson, Feeny, Oakerson, 1992:156). Ceci est illustré dans le cas de la *t'ula*. Cette composée arbustive que l'on trouve en abondance dans les jachères longues n'appartient en théorie à personne; chacun peut arracher la *t'ula* dans n'importe quelle *aynuqa* tant que celle-ci est "au repos"⁴⁰. A partir du moment où une nouvelle *aynuqa* est labourée (Mercredi des Cendres), la *t'ula* appartient au propriétaire des parcelles mises en valeur. Se l'approprier indûment est assimilé à un vol. Le produit du travail n'est transférable que s'il concerne la végétation extraite au labour (transfert du droit de ramassage à d'autres individus ou exclusion des autres de ce droit d'arrachage).

L'accès au combustible est garanti par la libre circulation des individus dans les jachères longues. Etant donné l'absence de parcours communaux (zones non cultivables), source éventuelle de ligneux, et le coût prohibitif de combustibles alternatifs (mazout), cet accès est tout à fait

10 Dans la réalité la distance est déterminante. Les *comunarios* de Qhapaq Amaya préféreront extraire la *t'ula* de l'*aynuqa* Parquma, ceux de Mik'aya de Q'asilla, ceux de Jisk'a Juqhu de Pã Jawira ou Irupata, etc.

stratégique. C'est la seule source de combustible pour les paysans sans terre ou ne disposant pas ou peu de bovins car les bouses séchées sont aussi utilisées pour la cuisine. Les stocks de bois de feu et de bouses, entreposés près des maisons, sont proportionnels à la surface cultivée et à la taille du troupeau bovin. Ce sont des stocks tampons. Les familles qui n'en disposent pas doivent dédier une partie de leur main d'oeuvre disponible (femmes et enfants) aux activités de ramassage ou d'arrachage des arbustes.

On voit donc que les modes d'appropriation des ressources varient selon leur nature et qu'ils peuvent être dissociés des formes d'accès et de propriété du sol. C'est la raison pour laquelle l'enjeu porte actuellement sur l'appropriation de ces ressources qui pourrait déboucher à terme sur l'appropriation des intercultures d'où elles sont extraites. La **t'ula** n'est-elle pas, indirectement, le produit du travail individuel de mise en culture (AYANGMA, HERVE, 1996)? Devenue une ressource limitée, l'appropriation durable et "privée" de l'espace où elle se trouve serait envisagée par certains⁴¹.

Gestion communale

Le système d'**aynuqa** met en oeuvre tout un ensemble de normes, règles, prescriptions et représentations. S'il est bien régi par un cadre normatif qui sur la longue durée montre de remarquables continuités, il est susceptible d'intégrer, selon les moments et les situations, des "degrés de flexibilité" qui sont aussi la garantie de son fonctionnement. Ils sont introduits, proposés ou enterrinés par les différentes instances de décision communautaires, espaces de concertations et confrontations.

Le calendrier agricole et rituel⁴² se déroule sur un mode cyclique où certaines activités relèvent de "principes constants" (ou normes?);

11 Cette possibilité se trouve limitée dans les faits par la date d'entrée des animaux de la communauté dans les parcelles récoltées. Une autre forme d'appropriation est la construction de la maison d'habitation sur une parcelle en **aynuqa** qui se transformera avec le temps en **sayaña** où l'interculture sera privatisée.

12 Dans les Andes, le choix d'une parcelle, de telle ou telle variété de pomme de terre ou du moment des semailles n'est pas séparable des pratiques (rituels, invocations, etc) destinées à obtenir les faveurs des divinités. Efficacité technique et efficacité symbolique ne sont pas dissociables.

elles peuvent être réalisées à des moments et à des dates fixes ou mobiles ou seulement si la communauté les jugent nécessaires. Ceci signifie qu'il y a place pour des décisions collectives.

Relèvent de la régularité/permanence:

- l'ordre de succession des soles d'**aynuqa** au cours du cycle de 13 ans et le nombre d'années de culture et de repos (3 + 10);
- la culture de la pomme de terre, toujours en tête de rotation;
- la date fixe à partir de laquelle on peut commencer à extraire les premiers tubercules (1er février)⁴³;
- les rituels et offrandes dédiés à diverses divinités (1er août, 30 novembre...), etc.

Certaines dates, mobiles ou fixes, servent de point de repère:

- c'est toujours le Mercredi des Cendres, fête mobile, qu'a lieu l'assemblée au cours de laquelle la communauté officialise la nouvelle **aynuqa** et donne l'autorisation de la labourer⁴⁴;
- la date limite de récolte qui est fixée pour chaque sole d'**aynuqa** cultivée, ainsi que le nombre de jours pendant lesquels les chaumes hautes seront collectivement pâturés par les bovins et équins. Ces dates sont proposées par les autorités puis discutées en assemblée communautaire; elles peuvent être légèrement déplacées à la demande des intéressés;

13 Ce jour-là, lors d'un grand rituel communautaire, appelé **Wawa Ch'uqi**, quelques pommes de terre sont offertes aux divinités auxquelles on demande un bon déroulement du cycle (des pluies suffisantes, pas de gelées, etc).

14 Lors de cette cérémonie les autorités demandent une bonne année aux divinités et recommandent aux **comunarios** de respecter les limites des parcelles, etc. Le Mercredi des Cendres peut occuper 35 dates différentes entre février et mars. Selon les années, il sera plus ou moins éloigné de la fin de la saison des pluies. Cette grande mobilité aura des conséquences importantes sur les possibilités de réaliser les labours avant la fin des pluies.

- la date à partir de laquelle les troupeaux doivent être retirés des **sata** et **phawa aynuqa** afin de procéder aux semailles. La date est fixée par les autorités principales qui envoient les **wawa qallu** (autorités inférieures) placer des bornes (**chuta**) lorsque les premières pousses sortent de terre, ce qui dépend de la date des premières semailles faites par les individus. Il n’y a pas ici de décisions prises ou discutées au niveau de la communauté.

la fête de l’eau (**Uma Wawa**) pour demander des pluies et amorcer le cycle de circulation des liquides dans le cosmos (décembre)⁴⁵, etc.

Certains rituels sont faits seulement lorsque les facteurs climatiques les rendent nécessaires:

- feux nocturnes pour éloigner les gelées (**qhachwa**),
- chasse au renard (entre novembre et janvier) pour demander les pluies aux divinités tutélaires (**achachila**), etc.

Dans tous les cas, il s’agit de pratiques socialement reconnues et considérées comme “nécessaires” dans un contexte donné. Ne pas faire un rituel ou le faire mal serait reproché aux autorités qui porteraient la responsabilité d’une mauvaise année. Il n’y a pas de véritables débats collectifs pour juger de la nécessité de le réaliser. Les autorités traditionnelles peuvent toutefois décider du jour où il sera fait après avoir consulté les chamanes. Si débats il y a, c’est pour fixer les dates de fin des récoltes et de début des vaines pâtures et, surtout, le Mercredi des Cendres, lorsqu’il faut décider de l’**aynuqa** -ou des secteurs d’**aynuqa**- à labourer. Des tensions plus ou moins fortes se manifestent alors qui révèlent les intérêts et objectifs des **comunarios**, lesquels ne constituent pas un groupe homogène.

Stratégies familiales

La diversité des stratégies familiales doit être replacée dans le cadre des dynamiques que connaît la communauté depuis plusieurs décennies

15 Les chamanes et les autorités traditionnelles fixent la date de ces rituels indispensables pour le bon déroulement du cycle agricole et pour obtenir une bonne production. Les occasions sont nombreuses où ils doivent intervenir, dès que le sort de la communauté est en jeu (épidémies, épizooties, fléaux climatiques, etc).

(HERVE et al., 1994; RIVIERE et al., 1996) dont peut résumer ainsi les grandes tendances:

- l'accroissement démographique et l'occupation de toutes les terres productives ont conduit à un blocage du système : depuis une quarantaine d'années, une nouvelle unité familiale ne peut ouvrir une **sayaña** que sur les terres des parents, en **sayaña** ou en **aynuqa**.
- les règles d'héritage ont conduit à un morcellement des terres (très variable toutefois selon les familles).
- les terres vierges ou **puruma** ont disparu tandis que, selon des degrés variables, les **aynuqa** ont été envahies par les **sayaña**⁴⁶.
- depuis la grande sécheresse de 1982, une importance croissante a été donnée à l'élevage bovin (favorisé par une ONG)⁴⁷.

Dans ce contexte, de nombreuses familles cherchent, grâce à des échanges de terre (métayage engageant trois années consécutives ou transaction définitive), à concentrer leurs parcelles en **sayaña** ou dans les secteurs d'**aynuqa** les plus proches de leur habitation, au détriment du vieux modèle de dispersion. La réunion des parcelles à proximité du domicile est plus favorable à l'élevage bovin et à l'utilisation du tracteur.

Gestion familiale: comment le paysan met en place son assolement ?

Une fois la nouvelle **aynuqa** (**sata aynuqa**) officialisée, chaque famille est en mesure de dessiner son assolement (affectation annuelle des cultures à des parcelles). Dans une situation idéale, elle dispose dans cette **aynuqa** de parcelles suffisantes (nombre, étendue, diversité de

16 En simplifiant, on peut dire que les **aynuqa** situées sur les hauteurs, mieux protégées, ont peu souffert de ce processus, alors que celles qui sont situées dans les zones basses où des points d'eau sont accessibles ont vu une partie variable de leur territoire occupée par des **sayaña**.

17 La disparition des parcours collectifs fut un des facteurs qui provoqua la disparition de l'élevage des llamas, il y a 4 ou 5 décennies.

sols). Ceci est rarement le cas pourtant, il lui faut donc "évaluer" ce qui pourrait être labouré dans la *sayaña* et/ ou négocier avec les **comunarios** qui ont un excédent de terres en *aynuqa* ou *sayaña*. Grâce à des échanges de travail contre terre (métayage, et plus rarement ferme), chaque famille constitue le lot de parcelles qu'elle cultivera dans la nouvelle sole.

Le fait qu'une nouvelle *aynuqa* soit mise en culture chaque année oblige la famille à une programmation annuelle. La partie de l'assolement en *sayaña* est connue puisqu'elle est sous contrôle familial. Celle de l'*aynuqa* est incertaine jusqu'au jour de l'assemblée communale du Mercredi des Cendres même si elle est prévisible puisque l'ordre de succession des soles est fixe. Dans tous les cas demeure une part d'aléatoire importante due au climat.

A partir du lot de parcelles cultivables, ce sont les conditions de labour en première instance, puis de réalisation des semis (septembre à janvier), qui définiront finalement l'assolement. La première opération, celle du labour, est la plus exigeante en travail et la plage d'humidité nécessaire au passage de l'araire n'est pas toujours atteinte lorsque les moyens de production sont réunis.

L'interdépendance entre les choix d'assolement sur *aynuqa* et sur *sayaña* apparaît clairement pour l'orge et la pomme de terre. La priorité est donnée aux pentes moins gélives et aux sols argileux pour la production de grain, et aux terrains plats, proches des habitations, pour l'orge fourragère. Cette dernière est récoltée en vert, journallement, de février à mai, dans les parcelles de *sayaña*, semées plus tôt. Lorsque les parcelles manquent dans une nouvelle sole d'*aynuqa* mise en culture pour la plantation de pomme de terre, des parcelles de *sayaña* laissées en jachère longue peuvent être retournées. Néanmoins, ces dernières étant en général peu nombreuses, il semble difficile d'avoir recours à ces ajustements plusieurs années consécutives.

L'assolement est donc autant un résultat qu'un plan de campagne. Pour la famille, les ajustements tactiques sont plus importants que des plans stratégiques. Grâce aux accords de réciprocité, elle dispose d'une panoplie de solutions de rattrapage concernant l'accès à la terre et les cultures à implanter. Les assolements annuels doivent prendre en compte les résultats de l'année antérieure; des labours non réalisés dans la *sata aynuqa* de l'année précédente devront être complétés l'année en cours mais dans ce cas cet investissement sera amorti sur 2 ans de culture au lieu de 3. Quand les conditions climatiques ne permettent pas la réalisation des labours l'année en cours, il reste envisageable de planter des pommes de terre en faisant l'économie du la-

bour, dans les parcelles qui ont déjà été cultivées en pomme de terre l'année antérieure (*kutirpu*⁴⁸).

III. Normes et décisions: une forte imbrication entre l'individuel et le collectif.

Le cycle des *aynuqa* est fixe (13 années). Selon la tradition orale, il en est ainsi "depuis toujours" (ou en tout cas depuis plusieurs générations)⁴⁹. Une enquête de terrain, continue depuis 1990, couplée à une tentative de reconstitution du cycle des *aynuqa* depuis 1950 (et au-delà), montre de remarquables continuités. Ceci ne signifie pourtant pas que le système d'*aynuqa* soit resté inchangé dans tous ses aspects comme le montrent des événements récents.

1990 : réunion de deux soles

En 1990, lors de l'assemblée communale annuelle du Mercredi des Cendres, fut prise la décision de réunir 2 *aynuqa* qui auraient dû être cultivées deux années consécutives (Qañawiri, en grande partie envahie par les *sayaña* de Jisk'a Juqhu, et Päjawira/W arisuntisiña). Elle marquait une rupture apparente dans le système de gestion des *aynuqa*, en réduisant la durée de la jachère de 10 à 9 ans.

18 Le *kutirpu* n'est pratiqué que si la production de l'année antérieure n'a pas été bonne dans les parcelles de pomme de terre où il sera réalisé. Si la récolte y fut "bonne" ou "suffisante", on s'abstient de pratiquer le *kutirpu* car on considère que les parcelles sont "fatiguées" et ne produiront pas. Pour juger de son opportunité on a recours à des pratiques divinatoires qui confirment ou infirment la décision.

19 Il est aujourd'hui impossible d'expliquer le nombre d'*aynuqa* à Pumani. La tradition orale affirme qu'il y a toujours eu 13 *aynuqa* (ce qui est confirmé par les plus anciennes générations). On peut émettre l'hypothèse qu'outre un nombre d'années empiriquement fixées pour que la terre "se repose", compte-tenu de la qualité des sols, du développement des techniques, de l'étendue du territoire qu'il fallait occuper et défendre, sont intervenus d'autres facteurs, démographiques et sociaux. A Pumani, quel que soit le nombre d'espaces réunis dans une *aynuqa*, seulement 13 sont le siège de divinités et d'espaces sacrés (Rivière, 1994). Il est possible qu'il y ait eu naguère une relation entre le nombre d'*aynuqa* -unités spatiales et temporelles-, celui des lignages originaux et des divinités.

Plusieurs facteurs expliquaient cette décision. Et tout d'abord la pression des paysans qui disposaient de peu de terre à Qañawiri et voyaient dans le regroupement de deux soles un moyen d'augmenter leurs surfaces. Qañawiri était d'ailleurs, selon la tradition orale, une **aynuqa** où les récoltes n'avaient pas été bonnes depuis deux cycles. Il faut aussi tenir compte de la conjoncture socio-politique locale : cette année-là, la principale autorité du **sindicato agrario** était un **comunario** "modernisant", instituteur résidant en ville, sans doute plus sensible aux arguments des paysans les moins favorisés en même temps que moins rigoureux à l'égard des normes de gestion traditionnelles. Ceux qui disposaient de plus de terre n'avaient pas intérêt à ce regroupement mais ils acceptèrent, pour une année, d'offrir aux jeunes une possibilité d'accès à un plus grand nombre de parcelles. Les autorités pensaient également réduire le travail de ceux-ci dans l'**hacienda** voisine de Qullana, et leur départ en ville.

Nous pensons alors que l'expérience allait être renouvelée au cours des années suivantes, aboutissant à une diminution du temps de jachère, comme dans beaucoup d'autres communautés des Andes. Il n'en fut rien pourtant et pendant cinq ans une seule **aynuqa** principale a été ouverte pour la culture de la pomme de terre.

Effets de la décision de 1990 dans la gestion interannuelle des risques climatiques

Le suivi pluriannuel (1990-1993) de l'utilisation des soles d'**aynuqa** révèle que chaque année un certain nombre de parcelles ne sont pas cultivées, dans une proportion qui varie d'une année sur l'autre (HERVE, 1994). Les facteurs climatiques sont toujours essentiels. La sole à labourer étant définie par la communauté, on constate une variabilité des pratiques selon l'année mais aussi selon les contraintes des systèmes de production⁵⁰.

20 Dans chaque secteur labouré depuis 1990, plusieurs transects ont été choisis, orientés de manière à recouper les hétérogénéités de topographie et de sols, et en nombre suffisant pour observer l'état, labouré ou semé, d'au moins 100 parcelles. Ce chiffre représente 12% du total des parcelles d'un secteur, sur la base des 200 familles recensées dans la communauté de Pumani et d'une moyenne, estimée à partir de quelques enquêtes, de 4 parcelles par famille. Le pourcentage de parcelles ayant tel ou tel état à une date donnée est extrapolé à l'ensemble du secteur considéré. De cette manière on peut comparer les résultats obtenus chaque année sur une nouvelle sole. Le suivi d'une même sole durant les trois années de culture permet, d'autre part, de comprendre les ajustements des cultures.

Le labour de jachère (interculture longue), seul travail du sol durant la succession, consiste en deux passages croisés d'araire ou un passage de disques (tracteur) dans l'une des trois périodes où l'humidité du sol le permet (précipitation cumulée supérieure à 10 mm):

- en mars-avril, avant la fin des pluies,
- en juin-août, après une chute de neige,
- juste avant le semis, en octobre.

Le cumul des précipitations de jours jointifs sur ces trois périodes discrimine les années:

- 1989 et 1991 ne disposent que de l'une des deux dernières époques pour compléter les travaux;
- 1990 (1: 35 mm, 2: 48 mm, 3: 58 mm) et 1993 (1: 63 mm, 2: 19 mm et 3: 82 mm) sont favorables;
- 1992 est une année déficitaire (1: 32 mm, 2: 0 mm, 3: 40 mm).

On est moins sûr d'obtenir l'humidité suffisante pour le labour durant les périodes 2 et 3 que durant la première période.

En 1991, sur une sole en pente, 68% des parcelles étaient labourées à la fin des pluies mais 16% sont restées sans être labourées. En 1992, le déficit de précipitations s'est traduit par 48% de non labour, ce qui a obligé les agriculteurs, d'une part à recourir au **kutirpu** (voir notice 18), d'autre part à labourer la même sole l'année suivante. En 1993, sur une sole en plaine, 19% des parcelles n'ont pas été labourées même si l'utilisation d'un tracteur était possible. Le labour est l'étape la plus sensible de la mise en place de l'assolement.

Mais on ne peut expliquer seulement par le climat les 38% de non labour en 1990. 30% des terrains en plaine ont été labourés au tracteur et 15% des parcelles ont été semées en orge au lieu de la pomme de terre sur des labours tardifs. C'est que la surface à labourer avait presque doublé (380 ha en 1989, 632 ha en 1990) à la suite de la décision collective de regroupement des soles. Tous les paysans n'ont pas pu s'adapter de la même façon à cette situation et beaucoup n'ont pas mis

en culture la totalité des parcelles⁵¹, ce que les Pumaneños considèrent comme un grave manquement, un gaspillage, nous y reviendrons.

1996 : un nouveau choix ?

En 1995 toutefois, tout semblait indiquer que l'expérience allait être renouvelée au cours du cycle suivant. En effet, la nouvelle **sata aynuqa**, Titiri, était par la majorité de la population considérée comme trop réduite suite à l'occupation de son territoire par de multiples **sayaña** au cours des dernières années⁵². Du même coup, les parcelles d'**aynuqa** en inter-cultures se trouvent imbriquées dans les **sayaña**; ceci rend difficile la pratique de la vaine-pâturage et fréquents les conflits à propos des passages des animaux. La plupart des **comunarios** consultés considéraient alors qu'il fallait associer Titiri à une autre **aynuqa**, comme en 1990, ou même sauter une étape et "oublier" Titiri. En fait, lors de l'assemblée du Mercredi des Cendres (février 1996), il fut décidé de ne pas modifier le cycle. Comment expliquer cette fidélité alors que l'**aynuqa** Titiri a perdu sa principale fonction, sole ouverte à tous pour la culture de la pomme de terre et le pâturage collectif? Pour rendre compte de la permanence du cycle, il faut là encore considérer plusieurs facteurs (nous ne ferons que les citer car l'enquête n'est pas achevée):

- du fait d'un déficit de précipitations en fin de saison des pluies, de nombreux labours n'ont pas été réalisés en 1994; ils ont été en partie complétés en 1995. Il reste de ce fait des terres à labourer dans la sole de Kantiriya qui précède celle de Titiri et il est possible d'y planter de la pomme de terre une seconde année (**kutirpu**) car la production a été faible et la terre n'est pas "fatiguée".

21 Cette situation n'a été rattrapée qu'en partie l'année suivante avec un labour de seconde année, ce qui limitait le nombre d'années de culture dans l'**aynuqa** à 2 au lieu de 3.

22 L'**aynuqa** Titiri est aujourd'hui une des moins étendues de la communauté. Selon la tradition orale il en fut toujours ainsi (ce qui reste à démontrer). Avec Qañawiri elle est une de celles qui ont vu leur espace le plus fortement amputé par l'occupation des **sayaña**. Désormais -selon des données encore provisoires- les parcelles qui restent dans le cycle appartiennent essentiellement à des personnes de Qhapaq Amaya, à 3 personnes de Ch'usiqani, 2 de Mikaya, tandis qu'aucun comunario de Jisk'a Juqhu, le secteur le plus éloigné, n'y possède de terres.

- Les moins favorisés ne parviennent pas à s'imposer. Ils sont d'ailleurs constamment sous représentés lors de l'assemblée du Mercredi des Cendres, la plupart résidant ou travaillant à l'extérieur de la communauté.
- Une punition par les "dieux" est redoutée. La terre ne produit que si des offrandes lui sont faites à date régulière. Les divinités de chacune des **aynuqa** sont "habituées" à recevoir des offrandes tous les 13 ans. Raccourcir le cycle et ne faire des sacrifices qu'aux divinités d'une seule **aynuqa** peut déclencher leur courroux; c'est d'ailleurs une des raisons souvent évoquées pour expliquer la mauvaise récolte lors du cycle agricole 1990-1991. Ne pas cultiver toutes les parcelles, ce qui fut le cas cette année-là, est également considéré comme une négligence qui offense les divinités : la terre est un don fait aux hommes, la "fertilité" un cadeau qu'ils ne peuvent dédaigner.
- Les autorités traditionnelles et le **Secretario General** notamment, n'ont pas voulu prendre le risque d'une "mauvaise récolte", comme en 90-91, et subir les critiques des **comunarios**. Les autorités sont jugées **a posteriori** et elles portent toute leur vie le poids de l'"erreur". C'est pourquoi elles sont généralement très réticentes lorsqu'il s'agit de prendre des décisions importantes qui remettraient en cause des règles établies concernant le sort de la collectivité. Il faut aussi relativiser le caractère "démocratique" de la cérémonie du Mercredi des Cendres. Celle-ci n'est pas véritablement une assemblée ni un parlement et il n'est pas, apparemment, obligatoire d'y assister. Lors de la cérémonie de février 1996, de nombreux **comunarios** ont réclamé la réunion des **aynuqa** Titiri et Siwiqani, notamment ceux de la zone Jisk'a Juqhu. Ceux-ci n'ont plus de parcelles à Titiri et doivent se contenter de leurs **sayaña**, situées dans la **pampa** et donc moins favorables à la culture de la pomme de terre. Le Secrétaire Général s'est fermement opposé à leurs demandes, considérant que la communauté "a déjà donné l'**aynuqa** Qañawiri" aux habitants de cette zone, et les invitant à semer dans leurs parcelles de **sayaña** ou à en louer ailleurs... Le Secrétaire Général a le dernier mot et il peut imposer sa volonté même s'il représente les intérêts des secteurs minoritaires⁵³. Les mécanismes qui fondent

23 L'arbitrage rendu par le Secrétaire Général fait qu'il est "**muy odiado**" (détesté), dit-on, cette année. Il n'a pas lui-même de terre mais il a accès aux terres abondantes de son beau-père, un des paysans les plus riches de la communauté.

l'autorité et expliquent la main-mise des secteurs les plus favorisés (directement ou non) sur les charges (traditionnelles ou modernes) sont complexes⁵⁴.

L'appel à la tradition, "la *costumbre*", pour expliquer ou justifier le maintien du cycle d'exploitation des *aynuqa* est un thème qui reste à travailler. Des systèmes d'interprétation et de croyances sont partagés et constituent le support d'une vision du monde à laquelle tout le monde adhère en théorie. Pourtant, lorsque comme à Pumani, on est dans une société marquée par des différences socio-économiques importantes, où les intérêts sont divers, souvent opposés, ces systèmes ne constituent plus un corps obligé de références, susceptibles de fonctionner à tout moment dans les pratiques. Fragmentés ou affaiblis, ils sont malléables et adaptables en fonction des intérêts et des stratégies⁵⁵.

IV. Conclusion

La coexistence, dans des systèmes agropastoraux très intégrés, d'une rotation collective sur une portion du territoire et d'assolements individuels concernant, dans un espace plus vaste, l'ensemble de chaque exploitation est la principale caractéristique de la situation étudiée.

24 "Si les comportements semblent s'élaborer entièrement au coup par coup dans le jeu des interactions qui caractérisent chaque situation particulière, la stratégie est toutefois limitée par l'habitus, les capacités de construction et de symbolisation du lien social sont soumises à des contraintes qui s'imposent aux acteurs, comme autant d'héritages partiellement indépendants de chaque contenu relationnel concret. C'est une question théorique essentielle pour les sciences sociales que de déterminer la nature de cette autorité invisible et d'évaluer en quoi elle peut peser sur des contextes différents. [...] les notions de stratégie et d'intérêt sont elles-mêmes historiquement construites..." (A. BENSA, 1996 : 68).

25 "Cette manière de rationaliser les attitudes et les comportements en invoquant la tradition sert à justifier à la fois le maintien et l'abandon des conduites traditionnelles. En réalité, la survivance de telle ou telle pratique dépend des avantages économiques que le paysan peut en escompter. Quelles que soient cependant leurs conclusions, les gens font volontiers appel à la tradition pour justifier leurs décisions. Ainsi, la tradition sert en quelque sorte -selon l'expression de Stchlik (1977)- de "réserve" idéologique où l'on peut puiser pour motiver quelque décision que ce soit" (122), R. ITURRA, 1991 : 145.

Les décisions "collectives" annuelles font l'objet de choix entre diverses possibilités que l'on peut considérer comme des **ajustements** réalisés dans un cadre normatif. C'est notamment le cas du regroupement de secteurs d'**aynuqa**. Comme pour les décisions individuelles d'assolement et de conduite des cultures, lors de cette décision d'intérêt collectif sont pris en compte les résultats obtenus sur la même sole 13 ans auparavant (3 ans de culture et 10 ans de jachère, A-13), la récolte de pomme de terre sur la sole labourée l'année précédente (A-1), les prévisions climatiques sur le déroulement de l'année en cours (A) et une partie du programme de la campagne suivante (A+1). Le cycle d'exploitation des **aynuqa** fonctionne comme un ensemble de repères permettant de situer certains événements qui furent significatifs pour la collectivité: souvenir des bonnes et mauvaises récoltes, gelées, sécheresses; des succès et échecs dans les rapports établis avec les dieux et les esprits qui garantissent la fertilité; des fidélités aux pratiques, innovations, ruptures, tensions... Le système d'**aynuqa** doit être situé sur un axe où temps et espace ne peuvent être séparés; il est à la fois **mémoire** et **histoire** de la communauté (RIVIERE, 1994).

Ces décisions collectives, annuelles, compromettent les trois années successives de culture; elles peuvent être remises en cause d'un cycle à l'autre. Ainsi, la décision de regrouper deux soles, si elle n'est pas renouvelée d'autres années, restera conjoncturelle et ne changera pas définitivement la règle établissant la durée de la jachère. Un autre changement important, l'abandon d'une distribution annuelle des terres, a du résulter également d'un processus cumulatif et progressif.

A Pumani, comme dans d'autres communautés andines, on constate une forte implication de l'individuel et du collectif; les deux niveaux ne s'excluent pas et sont interdépendants. Le report de la gestion des risques sur un niveau collectif, pour certains aspects et à certains moments, décharge les familles de coûts de transactions qui pourraient être élevés, en particulier ceux qui concernent la combinaison d'activités agricoles et d'élevage (KERVYN, 1989). Ces éléments stables font partie de la mémoire collective. Même si leurs effets ne sont pas chaque année optimaux (par exemple, la date du Mercredi des cendres varie de plus d'un mois d'une année sur l'autre, ce qui peut éliminer certaines périodes propices au labour), ils limitent la mise en oeuvre de pratiques considérées trop risquées et garantissent une gestion satisfaisante des risques.

Des stratégies familiales pluriannuelles, sociales, économiques, spatiales, foncières, fortement influencées par la disponibilité de main d'oeuvre (déficit relatif de main d'oeuvre familiale, surtout masculine) et les complémentarités ou compétitions d'autres activités in-

duites par l'émigration, font évoluer, sans le faire disparaître le système d'**aynuqa**. Car, et c'est bien là le fait marquant, ce système continue à exister.

L'articulation des gestions individuelles et collectives ne touche finalement qu'à une partie du fonctionnement des exploitations, mais déborde, nous l'avons vu, le cadre strict des intercultures, en impliquant un niveau de décision intermédiaire, suprafamilial mais sans arbitrage institutionnel.

Nous avons montré ailleurs que le système d'**aynuqa**, tel que nous le connaissons aujourd'hui à Pumani, est constitué d'"éléments" qui appartiennent à des périodes et des formes de production différentes. On y découvre des inadéquations, des contradictions qui ont rendu en partie caduques certaines de ses fonctions : la **gestion collective** et **pluri-annuelle** des risques, climatiques et autres, pour la culture de la pomme de terre et l'association agriculture/élevage. Les enjeux relatifs à la mise en valeur des **aynuqa** et à leur succession sont aujourd'hui moins importants qu'autrefois parce qu'il existe de nouvelles possibilités pour les paysans : report sur la **sayaña** plus étendue, élevage bovin, travail complémentaire à l'extérieur de la communauté, migrations plus ou moins longues, etc. Ces nouvelles opportunités -en grande partie facilitées par la proximité du centre urbain de La Paz- ont introduit un degré de flexibilité qui a permis au système d'**aynuqa** de se maintenir et de continuer à être géré et vécu dans un cadre normatif. Si une année donnée (1996 par exemple, avec Titiri) l'**aynuqa** semble bien avoir perdu ses fonctions essentielles et ne concerner qu'un nombre réduit de **comunarios**, elle continue à être intégrée **collectivement** à un cycle qui organise, inégalement sans doute, les pratiques et les représentations. Tous les **comunarios** de Pumani sont fiers du système d'**aynuqa** de la communauté, même ceux qui n'en dépendent plus fortement. Il est un des éléments constitutifs de son identité, présenté comme la preuve d'un savoir "ancestral" et efficace, conservé grâce à la pugnacité des anciens⁵⁶ (valeur emblématique!).

Les contraintes qu'impliquent la soumission aux normes ne sont pas également réparties dans le temps et pour tous les individus, plus ou moins lourdes selon les années et, dans le cas qui nous intéresse, selon les **aynuqa**. Ces normes, en intégrant les contraintes du milieu,

26 C'est, dit-on, parce que les Pumaneños furent combattifs, défendant leur territoire avec courage, qu'ils interdirent l'intégration de l'ayllu Pumani aux **haciendas** au XIX^e siècle, ce que ne surent pas faire les ayllu voisins où les **aynuqa** n'existent plus (ou seulement partiellement).

limitent les transactions à réaliser. L'impossibilité de gérer individuellement l'ensemble des opérations et de se spécialiser complètement, la nécessité de diversifier les activités, de recourir à autrui dans tous les domaines de l'existence, sont autant de facteurs qui contribuent à maintenir les normes. On y adhère et s'y soumet pas seulement parce qu'elles correspondent à des besoins "matériels" mais aussi parce qu'elles sont vécues à partir de systèmes d'interprétation, de croyances et de représentations (une cosmologie⁵⁷) qui dépassent largement le champ des pratiques et lui donnent sens.

V. Bibliographie

- AYANGMA, S. & HERVE D., 1996, *Production et utilisation de combustibles dans une communauté agro-pastorale de l'altiplano bolivien*. La Paz, ORSTOM-IBTA, Informe ORSTOM N° 50, 37 p.
- BENSA, A. 1996, "Vers une anthropologie critique", in J. REVEL, 1996, pp. 37-70.
- DOVER, R.V.H. et al. 1992, *Andean Cosmologies through Time. Persistence and Emergence*. Indiana University Press
- GODELIER, M. (Sous la direction de) 1991, *Transitions et subordinations au capitalisme*. Ed. de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.
- HERVE D., 1994, *Rotation collective et mise en place individuelle de l'assolement dans les Andes*. In: XIII Symposium International Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural, 21-5/11/1994, Montpellier, France, CIRAD, pp. 286-288 (poster).
- HERVE, D., D. GENIN & G. RIVIERE 1994, *Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes*, ORSTOM-IBTA, La Paz, 356 p.
- ITURRA, R. 1991, "Changement et continuité. La paysannerie en transition dans une paroisse galicienne", in GODELIER, 1991, pp. 107-145
- JOLLIVET, M. 1993, *Commentaires à l'article de M. SEBILLOTTE*, in *Natures-Sciences-Sociétés*, 1993, 1(2), pp. 142-143.
- KERVYN, B. & CEDEP Ayllu 1989, "Campesinos y acción colectiva: La organización del espacio en comunidades de la sierra sur, del Perú", in *Revista Andina*, année 7, n°1, juillet 1989, pp. 7-81.

27 Définie comme "... the manifestation of a system of belief and as a way of thinking, a worldview, that orders the social environment" (R. V. H. DOVER, 1992 : 1).

- REVEL, J. 1996, *Jeux d'échelles. La micro-analyse à l'expérience. Hautes Etudes, Gallimard, Seuil, Paris.*
- RIVIÈRE, G. 1994, "El sistema de aynua : memoria e historia de la comunidad (comunidades aymara del , altiplano boliviano), in HERVE et. al., 1994, pp. 89-105.
- RIVIÈRE, G., L. PACHECO et D. HERVÉ, 1996, "Espaces, droits et jachères dans une communauté aymara des hauts-plateaux boliviens", in , JATBA, Muséum National d'Histoire Naturelle, XXXVIII-1, Paris.
- RUELLAN, A. 1993, "La gestion des sols", in *Natures-Sciences-Sociétés*, 1993, 1(2), pp. 159-163.
- SEBILLOTTE, M. 1993, "L'agronome face à la notion de fertilité", in *Natures-Sciences-Sociétés*, 1993, 1(2), pp. , 128-141.
- THOMSON, FEENY, OAKERSON, 1992
- WADE, 1992

**IMPACT HALIEUTIQUE, ECONOMIQUE
ET SOCIAL DES DISPOSITIFS DE
CONCENTRATION DE POISSON**

P. Cayré et H. Rey

MODELISATION DE DECISIONS INDIVIDUELLES DANS UNE EXPLOITATION HALIEUTIQUE.

Jean Le Fur

Le projet MOPA (Modélisation de la Pêche Artisanale) vise à modéliser l'exploitation halieutique artisanale sénégalaise pour simuler sa dynamique. Le modèle développé est fondé à la fois sur une approche systémique de l'exploitation et la représentation au niveau local (communautés) des acteurs intervenant dans sa dynamique. Pour construire ce modèle, une représentation fondée sur un formalisme multi-agent (Ferber, 1989, 1995) a été retenue et développée.

Dans ce projet, l'exploitation artisanale est considérée comme un système, c'est à dire un ensemble de constituants en interaction. Son organisation (aspects structurels et dynamiques) est fondée sur une problématique de base: exploiter une ressource c'est à dire ici, prélever du poisson et le convertir en argent. Des structures et des mécanismes se sont développés autour de cette problématique. Parmi ces éléments, certains sont spécifiques et liés au caractère naturel et renouvelable de la ressource. C'est le cas des décisions prises par les différents acteurs lors de leur activité. Ces décisions constituent, individuellement et collectivement, un élément important de la construction qu'est l'exploitation artisanale.

Une étude préliminaire réalisée au sein du projet (Gaye, 1992) a tenté de recenser les déterminants socio-culturels des comportements de pêche des communautés léboues et guet-ndariennes au Nord du Sénégal. On y note les relations de pouvoir (autoritarisme du père, associations entre frères), la motivation des équipages, les relations de co-dominance (agriculture - pêche), l'accès à l'information, les rapports à l'argent (ex: crédits), les rapports à la pêche (diversité technologique, choix d'espèce). Chacun de ces déterminants est particulièrement étudié au regard du comportement de migration qui distingue les deux communautés étudiées (les saint-louisiens sont migrants, les kayarais sédentaires). Selon les contextes ces déterminants constituent des sources de variation et donc des alternatives que les agents doivent considérer.

Pour rendre compte du fonctionnement et de la cohésion de l'exploitation il est apparu important de représenter le processus de décision d'une part, le type d'action sur lequel ils interviennent d'autre part. La formalisation des processus de décision permet d'aborder plusieurs niveaux de question:

Aspect théorique

- Quelles sont les situations où il est nécessaire de prendre une décision ?
- Quelles sont les composantes d'une décision individuelle concernant l'usage d'une ressource naturelle renouvelable ?

Aspect méthodologique

- Quel est l'apport des formalismes multi-agent vis à vis de ces problématiques ?
- Quel est l'apport de la Systémique vis à vis de ces problématiques ?

Aspect opérationnel

- Quelles sont les conséquences d'une décision au niveau de l'individu et à celui de l'exploitation ?

I. Analyse du phénomène

La représentation du fonctionnement global de l'exploitation conduit à distinguer deux types de situations où prend place une décision. La première correspond à un choix d'actions potentielles permises par un environnement (ex: choix d'une espèce, choix d'un lieu). La décision correspond ici à la satisfaction d'un critère: maximisation, optimisation, minimax, maximin, ... (e.g., Chaboud, 1995) sur un ensemble d'indicateurs (coûts, bénéfiques). La deuxième situation se rencontre lorsqu'intervient une négociation (ex: discussion d'un prix entre agents). L'alternative conduit ici à un échange et la décision correspond alors à un seuil à partir duquel on fera cesser l'interaction.

Dans ces deux cas, la décision peut avoir deux fonctions: une fonction de chaînage avant (« que se passe-t-il si ? ») ou une fonction de chaînage arrière (« que faut-il faire pour ? »).

Quelle que soit sa nature et son objectif, qu'elle soit consciente ou non, instantanée ou réfléchie, une décision est un processus élaboré. Pour formaliser ce processus, il est utile de le décomposer. Divers schémas peuvent être proposés pour ce faire⁵⁸. De notre point de vue, la décision implique:

- **un objectif** qui peut être finalisé (atteindre un but) ou causal, provoqué (quitter l'état courant). La connaissance de l'objectif poursuivi est essentielle car elle permet à l'agent de définir et d'évaluer un niveau de satisfaction nécessaire à la phase terminale du processus de décision (Lauriol, 1994).
- **la constitution d'un choix** c'est à dire le recensement des solutions permettant d'atteindre l'objectif. Ce recensement peut être plus ou moins complet en fonction de l'information dont peut disposer l'agent. La nature et la qualité de l'information joueront ici un rôle crucial. Un cas fréquent et a priori plus simple de décision est celui où le choix se résume à une alternative (ex: pêcher/ne pas pêcher, accepter/refuser).
- **la définition d'un critère** ou d'un ensemble de critères permettant de comparer ces choix. La connaissance du critère utilisé pour prendre telle ou telle décision est particulièrement difficile. De multiples critères peuvent jouer simultanément; les critères ne sont pas toujours rationnels (le plus beau, le premier, le dernier, etc.). Ils dépendent étroitement de l'agent (le plus rentable, le plus imposant, le plus voyant, le moins voyant) et de son environnement (le même que les autres, le plus différent de celui des autres, etc.). Le critère diffère encore selon la nature du choix à faire et l'objectif à atteindre (choisir le meilleur ou rejeter les moins bons)⁵⁹.
- la définition d'une **méthode** (optimisation, maximisation, hasard) permettant de retenir une solution dans le choix. Parvenir à un compromis acceptable constitue le préalable à toute action (Crozier et Friedberg, 1977).

⁵⁸ D'après Bousquet (1994), le processus de prise de décision est séparé en quatre phases distinctes qui sont: la représentation du monde, la perception d'information pour renseigner cette représentation, la sélection parmi les alternatives et l'action effectivement réalisée (In Lambert, 1996).

⁵⁹ Finalement, à ce niveau de la formalisation, on se trouve confronté à de nombreux modèles possible et, sans critère rigoureux, à un choix difficile.

II. Représentation du processus

Approche cybernétique

Au coeur du problème de la dynamique de l'exploitation se trouve l'effort, le travail, l'activité. En cybernétique, le moteur, le coordinateur et l'organisateur de ces actions est le centre de décision. La cybernétique représente l'activité comme une circulation de flux entre différents éléments. Les centres de décisions agissent sur un système opérant (ex: l'agent) en comparant les intrants de l'environnement aux extrants produits. Les critères utilisés pour ce faire sont l'état du système opérant (dette, coût, efficacité) et les écarts entre les résultats et le projet ou objectif attendu (profit, santé, bien-être social). Selon cette approche, les centres de décision constituent une entrée générique à la modélisation des systèmes. Sur la Figure 1 par exemple, on a essayé de présenter le même schéma de décision transposé de l'agent à l'ensemble du système de gestion. Le formalisme est le même, seuls les exemples changent.

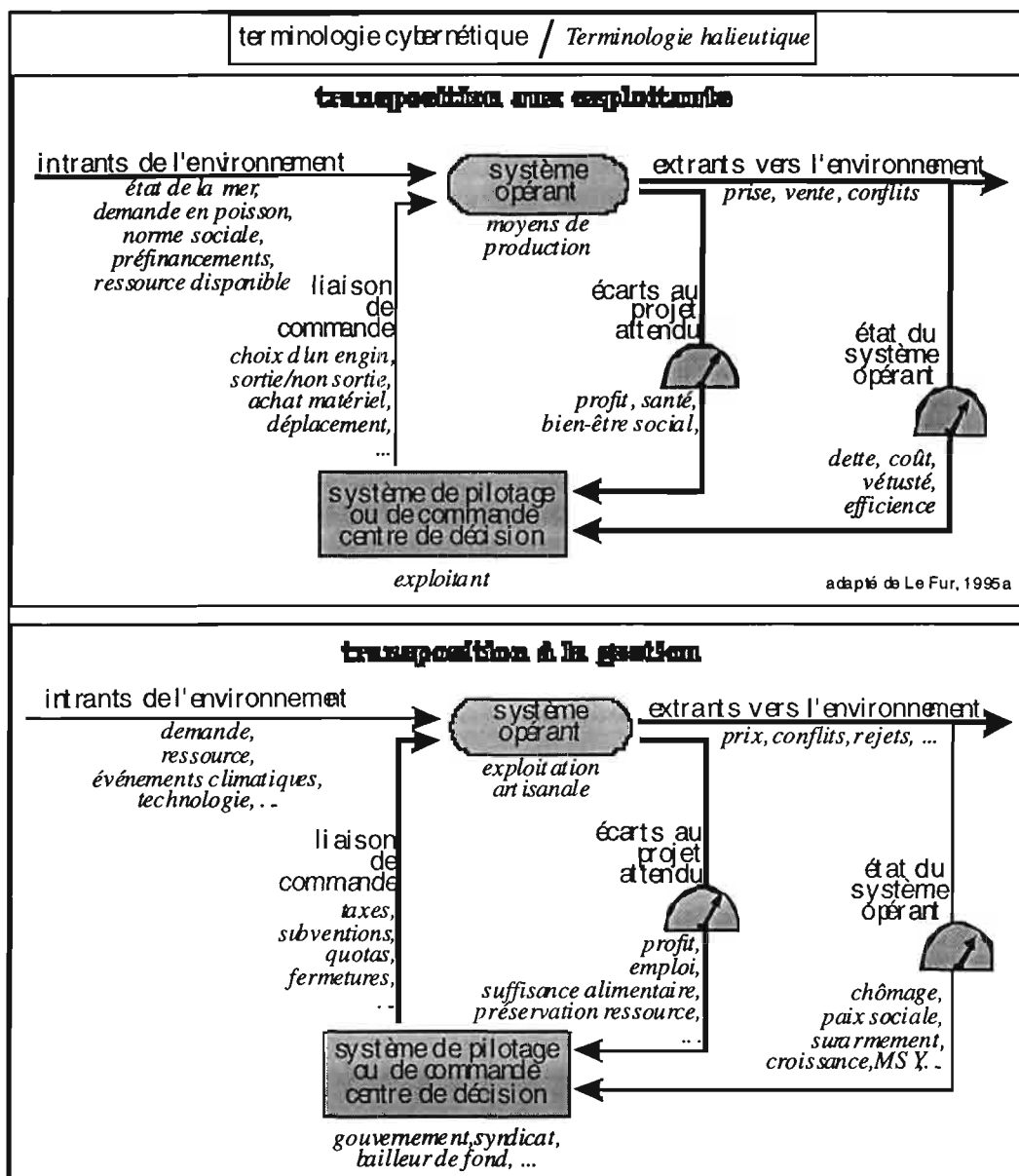


Figure 1 approche cybernétique des centres de décision (d'après Saint-Paul, 1992)

Les échelles d'expression de ces centres de décision sont petites comparées aux effets qu'ils produisent. In situ, on ne peut souvent qu'étudier les effets de ce centre (effort de pêche, rendements, prix, migrations, conflits, etc.) et non le fonctionnement du centre de décision lui-même. Lorsque l'information n'existe pas on ne travaille donc que sur l'effet de ces décisions, c'est à dire à un niveau plus global où l'on ne peut que supposer le mode de fonctionnement des centres de décision. Les systèmes multi-agents s'avèrent ici des formalismes particulièrement utiles puisqu'ils proposent des mécanismes adaptés à cette approche cybernétique (composants actifs en communication avec leur environnement). Nous avons d'abord abordé la

décision sous cet aspect avec un premier modèle qui a été appliqué à la représentation d'un changement de la ressource dans une pêche-rie.

Un premier modèle: la décision face au changement.

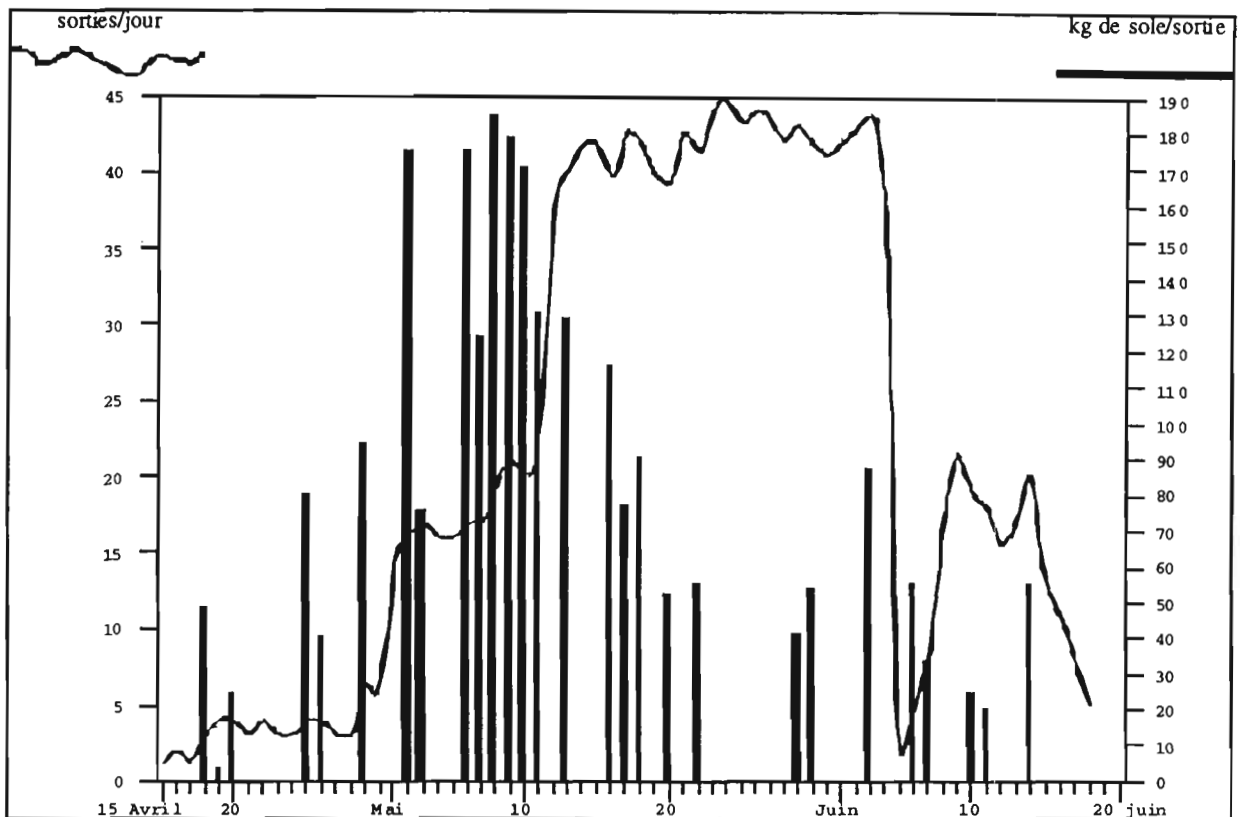


Figure 2: Evolution des rendements en sole et du nombre de pirogues (à filet dormant) ciblant cette espèce à Kayar en 1985 (données CRODT).

Lorsqu'une exploitation se trouve dans un état donné et qu'une variable change, l'exploitation peut avoir un comportement dynamique et passer globalement d'un état à un autre. Ce phénomène peut être interprété comme l'effet collectif d'un ensemble de centres de décision: les acteurs de l'exploitation. Sur la Figure 2, on a représenté les fluctuations conjointes, observées *in situ*, des rendements des filets dormants en sole à Kayar avec le nombre de sorties par jour (effort) de pirogue à filet.

Durant cette période, une augmentation des rendements (barres noires), qui n'avait jamais été constatée jusqu'alors, produit une augmentation de l'effort en deux paliers. Le premier, début mai, correspondrait aux sorties des pêcheurs présents ou proches du site dès la constatation de l'augmentation des rendements. Le deuxième, aux

alentours du 13 mai, correspondrait à l'arrivée de pêcheurs d'autres ports venant profiter de cette nouvelle ressource. Le nombre de sorties de filets dormants atteint à cette date un niveau jamais égalé dans ce port. Cet effort se maintient un mois malgré la chute des rendements en sole. La chute de l'effort le 8 juin correspond à un conflit violent survenu entre les saint-louisiens migrants pêcheurs de sole et les kayarois sédentaires pêcheurs à la ligne.

Le phénomène 'augmentation du rendement' (histogramme) a une courbe de réponse en cloche. Il débute aux alentours du 20 avril, le mode se situe aux alentours du 10 mai, la fin proche du 20 juin. La courbe de réponse de l'effort filet traduit une montée en puissance de l'effort par paliers jusqu'à un maximum à partir du 12 mai. L'effort se stabilise jusqu'au 8 juin où le conflit éclate. L'effort reprend ensuite et s'atténue rapidement pour s'arrêter le 19 juin. Les différences entre les courbes de réponse du rendement (changement) et de l'effort traduisent le fonctionnement de la décision. Il semble exister des seuils à partir duquel la décision basculera d'un côté à l'autre; on constate un temps de réponse entre l'arrivée du changement et la réponse de l'exploitation.

La dynamique de l'effort peut être traduite par un seul type de décision: aller ou ne pas aller pêcher au filet. Seuls les tenants de filets sont concernés par cette décision. Les autres, pêcheurs à la ligne, ne peuvent que constater les bons ou mauvais résultats des pêcheurs de sole. Leur intervention dans la dynamique n'est cependant pas négligeable. Elle est soit indirecte car leur pratique constitue une alternative que les pêcheurs au filet peuvent considérer, soit directe puisque en déclenchant le conflit du 8 juin les pêcheurs à la ligne ont réduit l'effort filet à néant. Concernant les pêcheurs au filet proprement dit le processus de décision complet doit être mis en oeuvre: élaboration des alternatives (pêcher, ne pas pêcher au filet, migrer ne pas migrer dans ce cas), définition de critères de comparaison des alternatives (coûts, demande, offre, prix, rendements, effectifs, confiances); évaluation des choix en fonction de l'objectif recherché et des contraintes existantes (profit, santé, bien-être social).

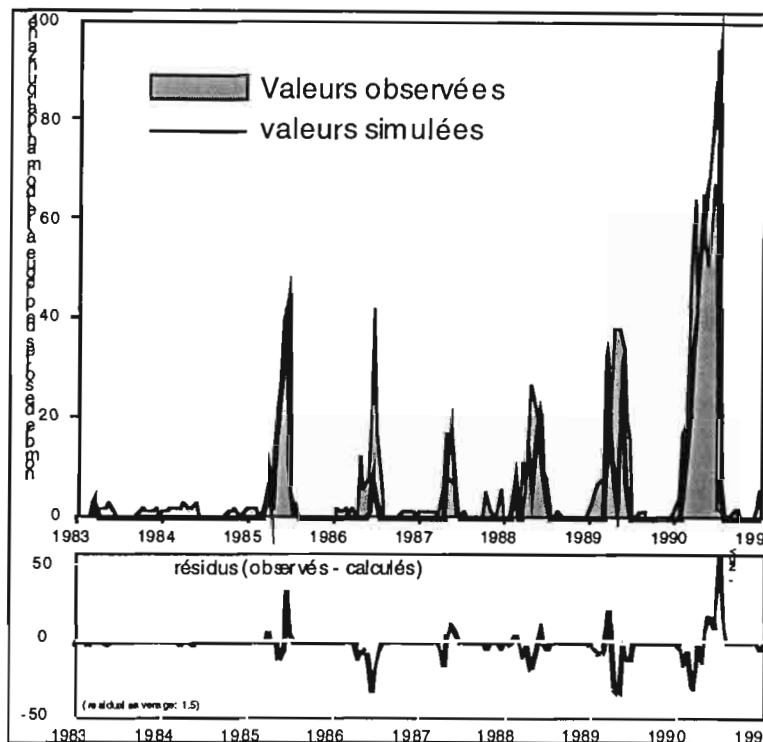


Figure 3 Simulation de la dynamique inter-annuelle de la pêche aux filets dormant à Kayar (tiré de Le Fur, 1995b).

Ce modèle ne rendant compte que de décisions et de déplacements a été formalisé (Le Fur, 1995b). Avec ces seuls formalismes, il s'est avéré possible de simuler la dynamique de cette pêcherie sur plusieurs années (voir Figure 3).

Approche systémique

L'agent se trouve en fait dans un environnement polymorphe et poly-fonctionnel qu'il prend en compte. Des interactions (informations, actions, dépendances) existent entre les différents éléments de cet environnement ainsi qu'entre ces éléments et l'agent. L'agent, inséré alors dans un système, se trouve confronté à plusieurs niveaux de décision en fonction du contexte dans lequel il se trouve et des objectifs qu'il cherche à atteindre. Nous avons tenté de formaliser cette perception à travers un nouveau modèle.

Dans ce modèle, l'agent pêcheur ou mareyeur constitue un sous-modèle qui interagit avec son environnement. L'agent (une sorte de robot informatique) dispose de connaissances sur son domaine (espèces, véhicules, sites, prix, quantités, etc.). Il connaît aussi des méthodes telles que, pour un pêcheur: *pêche*, *déplace_port*, *vend*, *évalue_confiance* etc., pour un mareyeur: *achète*, *choix_marché*, etc.

L'agent utilise ses connaissances en les combinant soit pour de l'action, soit pour de la décision. La décision intervient soit lorsqu'une alternative se présente (plusieurs zones de pêche) soit lorsque le choix actuel n'est plus valable (e.g., pas de vente ou d'achat sur un site). L'accumulation de ces choix et des actions réalisées par chaque agent produit une dynamique multi-composantes dans laquelle agents et environnements interagissent.

En retenant le formalisme multi-agents, on a tenté de représenter les différentes composantes qui constituent le système d'exploitation ainsi que les interrelations existants entre les différents éléments qui la constituent (Le Fur, 1994b). Dans la version actuelle du modèle (Le Fur, 1996a,b), les agents sont pêcheurs ou mareyeurs; ils se déplacent dans des zones marines, des ports et des marchés, utilisent des engins de pêche, des pirogues, des véhicules; pêchent, vendent, achètent des espèces. Les agents réalisent des négociations et des transactions avec d'autres acteurs, des évaluations et des décisions portant sur les déplacements vers l'un ou l'autre type de site.

L'exemple de la Figure 4 décrit le modèle représentant les actions réalisées par une communauté de mareyeur(ses) se déplaçant vers un port où ils/elles cherchent à se réapprovisionner.

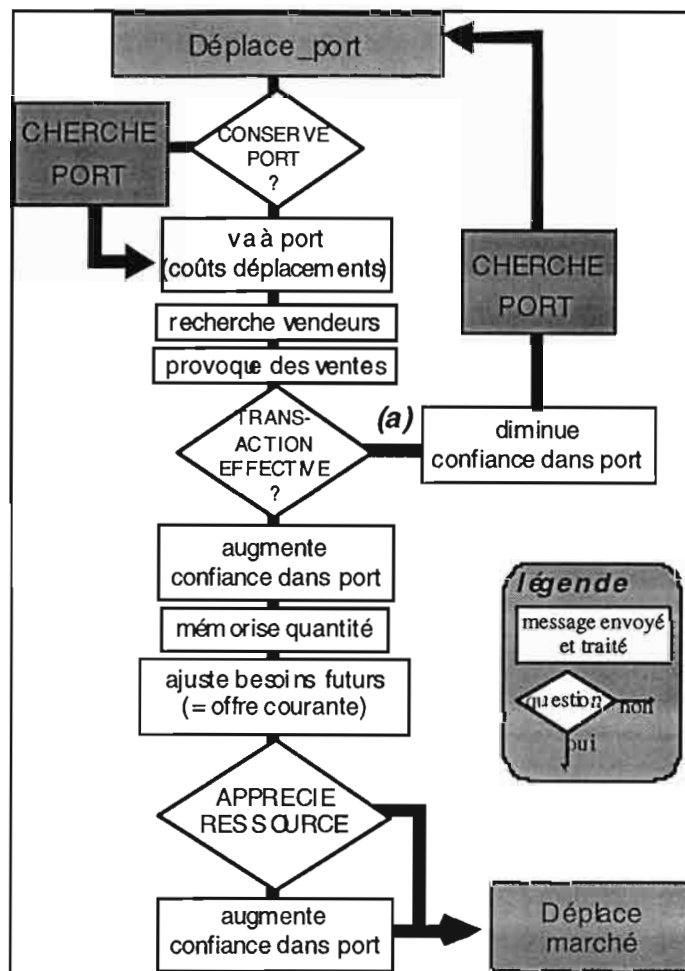


Figure 4 Modèle d'action et de décision d'une phase de la simulation: un mareyeur vient s'approvisionner dans un port.

La communauté, selon le résultat de l'action qu'elle vient d'entreprendre et en fonction du contexte dans lequel elle se trouve, prend ou non la décision du déplacement. Ici, il y a une alternative mais le critère est simple et sans ambiguïté: si l'agent dispose encore de poisson, il essaie de trouver un marché pour le vendre, sinon il vise à s'approvisionner. On se place dans ce deuxième cas (Figure 4). Selon le formalisme multi-agents, chaque action reflète un ensemble de messages que la communauté de mareyeurs s'envoie à elle-même.

Si l'agent est satisfait du dernier port pratiqué, il s'y tient et ne prend donc pas de décision. S'il ne veut pas le conserver ou ne s'est pas encore déterminé, il va chercher un port qui lui convienne selon le modèle décrit en Encart 1.

Encart 1 Modèle de choix d'un port par un mareyeur

L'agent recense tout d'abord les alternatives qui s'offrent à lui en considérant les ports pour lesquels il dispose d'une connaissance soit parce qu'il les a déjà fréquenté, soit que l'information lui ait été donnée. Pour chacune de ces alternatives, l'agent dispose d'un ensemble de critères qu'il peut quantifier. Dans cette version du modèle, pour ce type d'agent et ce type de décision, trois critères d'évaluation sont retenus: l'offre en poisson, la confiance acquise par la fréquentation du site, le coût de transport. Ces critères correspondent à des objectifs de nature différentes soit respectivement, remplir son camion, ne pas prendre de risque, minimiser des coûts⁶⁰. Ils ne sont donc pas comparables les uns avec les autres. Pour obtenir un critère global, les valeurs obtenues par chaque port sont centrées réduites pour chaque critère. Exprimées en écart-type et cumulées par port, elles constituent des scores multi-critères pour chaque alternative. Une correction est apportée pour rendre compte des critères dont les grandes valeurs rendent l'alternative moins intéressante (ex: plus les coûts de transport sont importants, moins le site est intéressant) et éliminer les sites pour lesquels la non satisfaction du critère interdit de remplir l'objectif (ex: si l'offre en poisson est nulle, le port en question est éliminé automatiquement). Des valeurs d'opportunité sont ainsi élaborées pour chaque site. La décision finale retiendra le site ayant obtenu le meilleur score.

La standardisation des valeurs évite de faire des hypothèses qui privilégient un critère par rapport à un autre. Il est cependant possible de raffiner ce processus en donnant un poids pour chacun de ces critères. Cela permet d'instancier des communautés ayant des caractéristiques différentes (ex: prendre des risques, gagner de l'argent, remplir son camion). L'intérêt de cette formalisation supplémentaire n'existe cependant que dans la mesure où l'on dispose de la connaissance permettant de caractériser et distinguer l'un ou l'autre type de communauté.

Si le meilleur port retenu est le port dans lequel se trouve l'agent mareyeur, la décision est 'pas de changement'. L'agent ne trouvant pas de meilleure alternative, la seule solution à sa disposition est de rester au port et de se mettre en attente pour se déplacer vers un port ce qui correspond à attendre que les conditions dans l'un ou l'autre port s'améliorent vis à vis des exigences de cette communauté.

Ce processus peut-être appliqué alors que la communauté se trouve déjà dans un port (si elle n'a pas obtenu de poisson par exemple). A ce stade, soit elle ne trouve pas de meilleur port et reste à attendre le retour d'autres pêcheurs; soit elle se détermine pour une meilleure alternative et se déplace alors vers ce nouveau port.

Arrivé au port, l'agent recherche les pêcheurs qui disposent des espèces qu'il recherche. Il provoque alors la vente de ces pêcheurs. Inter-

⁶⁰ D'autres critères ont été testés tels que les prix des espèces, les dépenses à prévoir en fonction des besoins, le nombre de mareyeurs déjà présents (i.e., la demande), etc. Les critères sont ajoutés et supprimés de façon empirique. Leur maintien ou leur suppression sont basés sur des critères liés à la parcimonie et la cohérence du modèle général de l'exploitation.

vient ici un autre processus de négociation qui vise à représenter le marchandage entre l'acquéreur et le vendeur, comme cela se passe sur les centres de débarquements de la pêche artisanale au Sénégal. Ce modèle, non représenté ici, est décrit dans d'autres documents (Le Fur, 1994b, 1996b). Il fait intervenir des décisions (accepter, proposer un prix) qui sont formalisées sous la forme du choix d'un mode dans une distribution de probabilité.

Si une transaction a pu avoir lieu entre l'agent mareyeur et des pêcheurs, le mareyeur procède alors à diverses évaluations. Sa confiance pour le site augmente, il mémorise la quantité acquise (e.g., il le note sur son carnet), il réajuste ses besoins ultérieurs en fonction de l'offre qu'il a observé dans le port, apprécie globalement la ressource (i.e., compare la quantité de poisson acquise au temps t à la quantité acquise au temps $t-1$). Il modifie de nouveau sa confiance pour le site en conséquence de cette appréciation. Ces évaluations réalisées, il se met alors en attente pour se déplacer vers un marché.

Quand la communauté de mareyeurs n'est pas parvenue à s'approvisionner ((a) Figure 4), sa confiance dans le site diminue et elle tente de trouver un nouveau port selon le schéma indiqué dans l'Encart 1. Si elle trouve une meilleure alternative, elle s'y déplace. Par cette action, la communauté déplace son centre d'activité vers ce nouveau port. Elle remet donc en cause (pour des raisons géographiques) le marché dans lequel elle ira vendre. Le déplacement vers un nouveau port conduit à reproduire l'ensemble du schéma décrit.

Il y a donc des décisions qui impliquent des choix parmi plusieurs possibilités et des décisions de type binaire (oui/non) où l'évaluation est directe et le choix immédiat. Ces décisions sont le plus souvent liées à la satisfaction d'une seule contrainte (avoir/ne pas avoir de poisson) alors que les choix mettent en oeuvre et combinent plusieurs critères (coûts, confiances, gains). En reproduisant ce type d'algorithme pour les déplacements vers les marchés ainsi que pour les déplacements des pêcheurs, on aboutit globalement à la simulation d'une exploitation dans laquelle divers types d'agents agissent et interagissent.

Le scénario simulé sur la Figure 5 traite de l'exploitation artisanale de la côte Nord du Sénégal. Il se compose de 9 communautés de mareyeurs, 7 de pêcheurs, 10 populations de consommateurs. L'exploitation porte sur 4 espèces. 3 engins de pêche sont disponibles ainsi que 6 types de véhicules, bateaux ou automobiles. Les acteurs peuvent évoluer dans 15 sites: 3 zones marines, 2 ports et 10 marchés. Ce scénario a été obtenu par modifications successives de cette composition jusqu'à obtenir une exploitation dont les indicateurs

globaux restent stables. On reprend alors les mêmes agents dans un environnement neuf c'est à dire sans tenir compte de l'évolution des prix, des prises, des consommations. Une nouvelle simulation est alors effectuée sur 160 pas de temps d'une durée théorique de 15 jours.

Lorsque l'exploitation se stabilise, elle est composée d'agents qui ont rencontré ou trouvé les conditions satisfaisant leurs besoins (ressources, gains) et leur survie (déficit). On peut alors observer divers types de comportements (Figure 5): En (a), un agent mareyeur approvisionne successivement les marchés de Richard Toll, Podor et Louga (il réalise une tournée). A Kayar (en bas à gauche), un pêcheur vend toujours au même mareyeur: ils réalisent mutuellement suffisamment d'échanges pour que leurs critères de satisfaction respectifs (*évalue_ressource*, *évalue_gains*) soient satisfaits à chaque fois. A Saint-Louis, un autre agent attaché à son site ne trouvera pas de vendeur pour les espèces qu'il recherche. Il restera au port sans rien faire pendant toute la durée de la simulation; il ne gagnera pas d'argent, il n'en perdra pas.

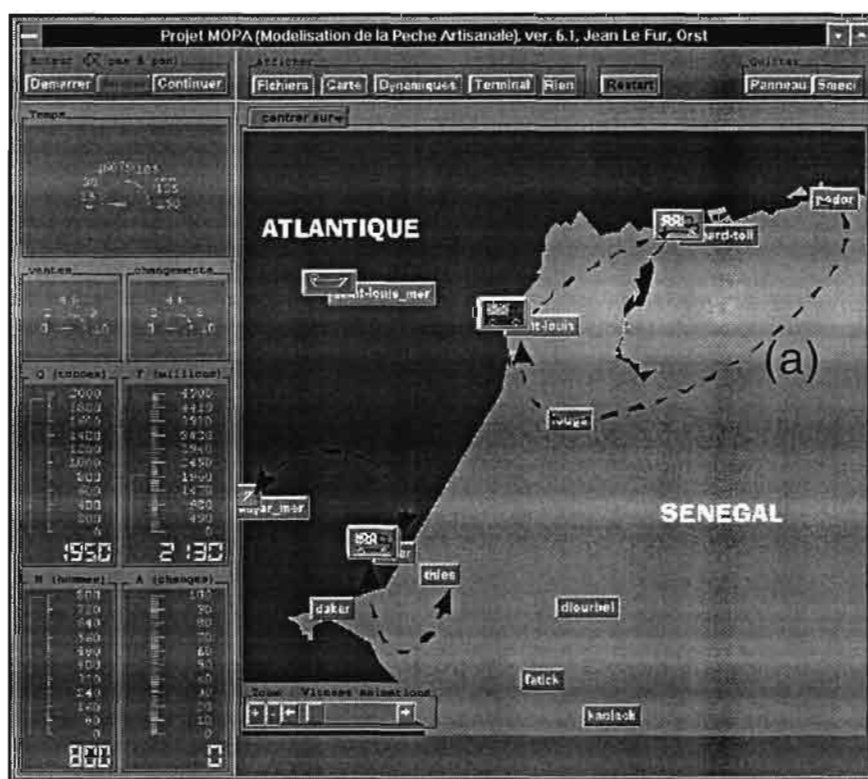


Figure 5 Représentation d'un écran du simulateur. Sur cette copie d'écran est présenté un fond de carte de la côte nord du Sénégal. Les objets représentés dans l'exploitation sont posés sous la forme de boutons réactifs à la souris. Les objets ports, marchés et zones marines sont figés cependant que les agents mareyeurs (camions) et pêcheurs (pirogues) se déplacent au gré des choix et des actions qu'ils décident. Divers indica-

teurs sont tracés à gauche soit, de haut en bas, le temps, le nombre de ventes et le nombre de changement des agents au cours du pas de temps courant, les flux qui circulent dans l'exploitation c'est à dire les poissons, l'argent, les communautés et le travail (Cf. projet initial, Le Fur, 1994a). les boutons au sommet de l'écran donnent accès au moteur de la simulation et à d'autres éléments de l'interface.

Au fur et à mesure des actions et des décisions, la connaissance des agents s'améliore. Ce changement (qualitatif et quantitatif) va permettre aux agents de faire de meilleurs choix. Un résultat de simulation est présenté sur la Figure 6.

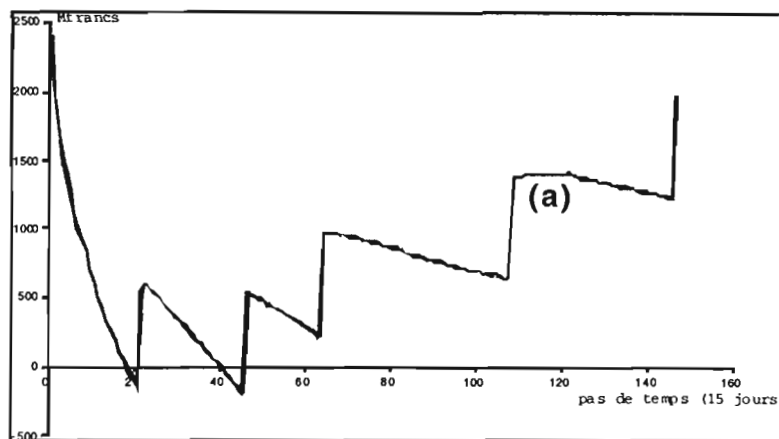


Figure 6 richesse totale de l'exploitation simulée (tiré de Le Fur, 1996b).

Le total de l'avoir en francs de chaque agent est représenté au cours du temps. Cette variable globale permet d'apprécier si l'exploitation est déficitaire ou bénéficiaire. Au début de la simulation, Les agents perdent beaucoup d'argent et l'exploitation est déficitaire. A t_{21} , la variable remonte brutalement. Une règle stipule qu'à partir du moment où un agent dépasse un certain déficit (1E5 Francs), il quitte l'exploitation (chômage, transfert vers la filière agricole, ...). A t_{21} , un agent, le plus déficitaire, quitte l'exploitation. La richesse globale de l'exploitation augmente, allégée de ce déficit. Elle recommence ensuite sa chute. Au cours du temps, plusieurs agents quittent l'exploitation; ce sont les plus déficitaires ou, autrement dit, les moins bien adaptés à leur environnement. La population s'affine ainsi au cours du temps. La pente déficitaire devient plus faible, jusqu'à devenir positive en (a) (puis rechuter ensuite). La diminution de la pente de déficit peut traduire une meilleure adaptation de l'ensemble des agents à leur environnement. Ce résultat traduit l'effet de l'action collective dans un environnement). Dans ce phénomène global d'auto-adaptation de l'exploitation à son environnement, la qualité des décisions est importante mais la pression et la qualité de l'environnement sur et dans lequel sont prises ces décisions le sont probablement autant.

Discussion

Le moment où est pris la décision constitue un élément important de l'adaptabilité de l'agent: selon Cury (1994), le comportement de retour à leur lieu de naissance par certains animaux migrateurs (homing) s'expliquerait par une stratégie de réplication à l'identique des conditions de leur naissance. Le point important ici est le caractère obstiné de ce comportement. Dans le deuxième modèle, nous avons transposé ce principe au cadre de la décision individuelle d'agents humains: soit un critère de satisfaction donné (e.g., l'agent mareyeur cherche à acheter du poisson), tant que ce critère est satisfait, l'agent reproduira ce comportement (i.e., la prochaine fois, il reviendra s'approvisionner dans le même port) sans rechercher s'il existe des ports où la réalisation du critère est « meilleure ». Ce n'est que lorsque l'action souhaitée a échoué (pas de vente), donc en situation de crise, que l'agent recherche une alternative à son choix ((a), Figure 4) .

Dans le modèle précédent, avant chaque action, les agents effectuent un inventaire de la situation puis, systématiquement, un choix de l'alternative optimisant les critères. Les agents cherchent à chaque fois la meilleure zone de pêche, le meilleur marché, la meilleure tactique, etc.

Lorsque l'on observe le comportement de l'exploitation, ses performances économiques et l'adéquation des interactions construites par l'un ou l'autre modèle, les différences obtenues ne permettent pas de discerner si une stratégie est meilleure que l'autre. A l'alternative qui consiste à prendre une décision dès qu'un choix apparaît s'oppose celle qui trie et sélectionne les décisions à prendre en fonction de l'importance du contexte et de l'enjeu. En d'autres termes, le choix optimal préalable à toute action ne constitue pas forcément un comportement plus efficace que le choix optimal utilisé uniquement en situation de crise⁶¹. Une décision prise au bon moment constituerait donc une alternative « économe » à des décisions systématiques et répétées.

Importances comparées du processus de décision et du contexte dans lequel il s'opère: La modélisation, de par sa nature (et sa fonction) simplificatrice, ne traite que de comportements rationnels. Cette réduction constitue-t-elle un biais important pour répondre aux objectifs que l'on se fixe à travers la modélisation ? Il nous semble que

⁶¹ Bien que les pêcheurs sénégalais discutent beaucoup, ils ne passent pas leur temps à se demander ce qui est le mieux pour eux.

non. En effet, il est d'abord vain de viser à représenter un agent dans toute sa complexité humaine à l'aide d'un programme informatique. Par contre, les systèmes multi-agents permettent de produire une connaissance sur l'effet collectif de comportements, même simples et rationnels. A travers les processus de décision très simples qui ont été représentés, on a pu observer, à un niveau global, des comportements qui sont habituellement perçus comme le résultat de processus intellectuels beaucoup plus sophistiqués que ceux représentés (ex: effectuer une tournée). Toute la connaissance produite par ce type de modèle n'est donc pas issue d'une représentation correcte ou suffisamment sophistiquée du processus de décision mais plutôt de la prise en compte de la décision dans un contexte, dans un environnement, à un moment particulier. L'opportunité (spatiale, temporelle et contextuelle) de la décision serait donc tout aussi importante que le déroulement du processus lui-même.

III. Conclusion

L'approche dynamique rend compte des agents et de leur action en tant que composants et processus individualisés placés en un point sur l'axe du temps. L'approche systémique rend compte de l'exploitation comme un ensemble de composants en interaction à un temps donné et dans un état donné. Cependant, la complexité observée de ces domaines et des acteurs qui y agissent est le produit d'une évolution (Legay, 1986, Allen and McGlade, 1987). Cette évolution pourrait se traduire par une accumulation d'événements en interdépendance sur l'échelle du temps. Chaque événement conditionne les suivants et ne s'explique que par la réalisation cumulée des précédents. Le produit de cette accumulation (peut-être cyclique) de décisions, d'actions et de résultats produit l'organisation de l'exploitation halieutique: une construction. Selon cette perception un modèle de décision doit aussi prendre en compte les processus qui ont conduit l'acteur à ce point où il doit prendre une décision. Un modèle apte à formaliser cette organisation doit pouvoir représenter la mémorisation par ces agents de leur action passée. Cette approche inter-temporelle reste à développer.

IV. Bibliographie

Allen, P.M., and J.M. McGlade (1987) Modelling complex systems; fisheries examples. Cranfield international ecotechnology research center; rep. from the third united nations university global learning division workshop,

- Cranfield, UK, 26-30th oct., 1987, 125p. et *European J. of Operational Research*, 30, 1987:147-167.
- Bousquet, F. (1994) *Des milieux, des poissons, des hommes: étude par simulation multi-agents. Le cas de la pêche dans le delta central du Niger*. Thèse de Doctorat, Univ. Cl. Bernard, LYON I, 175p.
- Chaboud, C. (1995) *Risques et incertitudes dans les pêches: le point de vue de l'économiste*. In: *Questions sur la dynamique de l'exploitation halieutique*. Laloë, F., Durand, J.L. et Rey, H. (Eds.), Orstom, coll. *Colloques et Séminaires*, 1995: 297-330
- Crozier, M., et M. Friedberg (1977) *L'acteur et le système*. Seuil (Ed.), coll. *points*, Paris 498p.
- Cury, P. (1994) *Obstinate nature: an ecology of individuals. Thoughts on reproductive behavior and biodiversity*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1994, pp.
- Ferber, J. (1989) - *Objets et agents: une étude des structures de représentation et de communication en intelligence artificielle*. Thèse doctorat, Univ. Paris VI, 498p.
- Ferber, J. (1995) *Les systèmes multi-agents. Vers une intelligence collective*. InterEditions, 522p.
- Gaye, A.B. (1992) - *Analyse documentaire sur le thème: déterminants socio-culturels des tactiques de pêche des communautés léboues et guet-ndariennes sur la côte nord du Sénégal*. Rapp. Stage C.R.O.D.T., juillet 1992.
- Lambert, P. (1996) *Développement d'un simulateur multi-agents pour l'étude de la migration estuarienne des civelles en Gironde*. Mémoire stage DEA Environnement, Temps, Espaces, Sociétés, Univ. Orléans, sep. 1996, 40p.
- Lauriol, J. (1994) *Approches cognitives de la décision et représentations sociales*. *Rev. Internat. Systémique*, vol.8(2), 1994: 139-166.
- Le Fur, J. (1994a) - *Dynamique du système pêche artisanale et intelligence artificielle: le projet MOPA*. In: Barry-Gérard, M., Diouf, T. et Fonteneau, A. (Eds.) *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*. Orstom Ed., coll. *Colloques et séminaires*, t.2:405-417.
- Le Fur, J. (1994b) - *Modeling fishery activity facing change: Application to the Senegalese artisanal exploitation system*. In: *Global vs local changes*, Cury, P, Durand, M.H., Mendelhsson, R. and C.Roy Eds., (in press).
- Le Fur, J. (1995a) - *Apports et difficultés d'une modélisation systémique des exploitations halieutiques*. In: Gascuel, D., Durand, J.L. et Fonteneau, A. (1995) *Les recherches françaises en évaluation quantitative et modélisation des ressources et des systèmes halieutiques*. Orstom Ed., coll. *Colloques et séminaires*, 375-405.

- Le Fur, J. (1995b) - *Modeling adaptive fishery activities facing fluctuating environments: an artificial intelligence approach*. *AI Applications in Natural Resources, Agriculture, and Environmental Sciences*, 9(1): 85-97.
- Le Fur, J. (1996a) - *Simulation de la dynamique d'une exploitation à l'aide de modèles multi-agents: le cas de la pêche artisanale au Sénégal*. *Lettre du Programme Environnement, Vie et Sociétés*, n°15, juin 1996, 15-19.
- Le Fur, J. (1996b) - *Simulating a fishery exploitation: Application to the small-scale fishery in Senegal*. In: IIFET'96, *proc. Sym. Marrakech, Morocco*, jul.1996, 15p.
- Legay, J.M. (1986) *Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes*. *Les cahiers de la recherche, développement*, n°11, aout 1986, 6p. (introduction présentée au colloque national du ministère de la recherche et de la technologie: "diversification des modèles de développement rural: questions et méthodes").
- Saint Paul, L. (1992) *Eléments de cybernétique*. In: *Systémique: théorie et applications*. Le Gallou, F., et B. Bouchon-Meunier (coordonnateurs), Lavoisier TecDoc (Ed.), Paris, 1992:25-45.

DECISIONS ET STRATEGIES DANS LA GESTION DES RESSOURCES NATURELLES

QUELS SONT LES MODES DE GESTION INDIVI- DUELS ET COLLECTIFS MIS EN OEUVRE DANS L'EXPLOITATION DES RESSOURCES RENOUVELA- BLES ? ELEMENTS POUR UNE CONTRIBUTION

Francis Laloë⁶²⁶³

Notre participation⁶⁴ (Hélène Rey, J.L. Durand et moi même) à l'Action Incitative DURR a consisté en l'organisation d'une table ronde sur le thème « Question sur la dynamique de l'exploitation halieutique ». Les actes de cette table ronde sont disponibles dans la collection « Colloques et séminaires » des éditions de l'Orstom. Une introduction générale retrace notre démarche commune lors de cette action, ainsi que le déroulement de la réunion et la description de son apport. De même chacun d'entre nous a donné une contribution relative à sa démarche personnelle dans cette action commune, dont l'un des intérêts résidait peut-être dans la « pluridisciplinarité » des organisateurs (sciences de la nature, sciences sociales, sciences de la modélisation). Il nous a donc paru utile de ne pas « lisser » cette diversité que je ne pourrai pas ici présenter de façon satisfaisante en répondant à la question de l'AI de mon point de vue personnel.

Plusieurs bibliothèques sont remplies de livres sur les stratégies, les décisions, les modes de gestions. Cependant, la diversité des pro-

⁶²HEA (Laboratoire Halieutique et Ecosystèmes Aquatiques, Centre Orstom de Montpellier

⁶³Cellule de Biométrie et Statistique , Centre Orstom de Montpellier

⁶⁴Il s'agissait donc d'une opération commune que je ne restituerai ici donc de façon incomplète. Par ailleurs le présent document est provisoire, incomplet (avec en particulier l'absence de références bibliographiques). Il doit être considéré comme une des introductions à un réflexion plus générale.

grammes et des actions soutenues par l'Action Incitative devrait lui permettre une contribution globale significative et originale dans ces domaines à l'issue des présents exercices.

Je vais donc aborder cet exercice de mon point de vue personnel de statisticien en rappelant les raisons pour lesquelles l'organisation d'une table ronde thème « Question sur la dynamique de l'exploitation halieutique » est apparue utile pour un statisticien dont le métier est d'accepter les questions que d'autres posent et de tenter d'y répondre au moyen de synthèses d'information.

Ces synthèses doivent d'abord contenir des réponses satisfaisantes aux questions posées. Satisfaisantes signifie ici que les différences entre jeux d'informations qui conduisent à une réponse identique à une question ne contiennent pas d'éléments de réponse à cette question. Ces synthèses doivent donner aux observations disponibles la plus grande vraisemblance possible dans le contexte d'un modèle. Ce modèle n'est pas généralement entièrement explicité et sa construction repose sur l'examen des questions posées, sur l'analyse des données et sur la cohérence entre ces deux aspects. Ce modèle consiste en la distribution de la variable aléatoire dont l'information disponible est une réalisation ; on ne peut pas en effet accorder un degré de vraisemblance à une information sans faire une hypothèse explicite ou implicite sur la distribution dont elle est issue. L'analyse des données (au sens large du terme) est un moyen de construire et/ou valider cette hypothèse et conduit à la construction des opérateurs de synthèse adaptés. Dans la mesure où ces opérateurs font apparaître des réponses à certaines des questions posées, une absence de réponses à d'autres questions posées ou enfin des réponses à des questions qui n'ont pas été posées, l'analyse des données contribue ainsi à la construction et à la validation du questionnement et de la représentation des systèmes étudiés.

Dans ce contexte, *pouvoir répondre* à une question implique que la vraisemblance de l'information disponible dépende de la réponse à cette question. La situation idéale est celle où la vraisemblance de l'information s'exprime selon la réponse au questionnement qui a prévalu à sa collecte, c'est le but atteint dans la planification des expériences de l'époque fisherienne (les expériences n'étant alors plus « toutes choses égales par ailleurs », mais plutôt « toutes choses indépendantes par ailleurs »). Dans les analyses de systèmes d'exploitation halieutiques, il est évident que l'information ne peut pas être collectée selon un protocole parfaitement maîtrisé. Par ailleurs chaque question redéfinit les systèmes étudiés et, dans la mesure où on accepte l'existence d'un système réel, il ne peut y avoir de représentation ni de questionnement définitif à son sujet. On peut

par contre s'intéresser à la diversité des questions posées et à celle des informations collectées auprès de la réalité.

Il existe une dialectique entre l'information et les questions et il est nécessaire, pour un statisticien qui s'implique dans le domaine général halieutique, de s'intéresser globalement aux questions et aux informations que les uns et les autres affirment comme relatives à la pêche. La table ronde « questions sur la dynamique de l'exploitation halieutique » était donc une contribution utile à la perception générale des systèmes halieutiques.

I. La décision....

La décision, les stratégies et leurs conséquences en terme de gestion et d'usage des ressources renouvelables peuvent être abordées en identifiant dans les représentations l'existence de centres de décision associés à l'existence de gammes de choix, aux descriptions et/ou aux analyses des règles qui conduisent à faire un choix et aux conséquences des choix réalisés. Il convient donc de repérer dans les informations disponibles, dans les représentations et dans les synthèses proposées, l'existence de ces centres, de ces gammes de choix, des règles de décision et des impacts associés aux choix réalisés. Il convient de décrire comment sont définies et caractérisées les typologies selon ces divers aspects.

Le thème général de la décision peut ainsi être abordé de trois façons au moins, pouvant être illustrées par des exemples dans le domaine halieutique.

- La première consiste à examiner dans le contexte d'un modèle donné, « qui » décide, et comment l'impact de sa décision est représenté.
- La seconde consiste à identifier des centres de décision dans les questions posées.
- La troisième est d'examiner de quelle manière l'existence de décideurs et les modalités des choix peuvent être précisés par l'analyse de l'information, en recherchant la capacité d'accorder une vraisemblance aux observations.

Qui décide dans un modèle donné

Si l'on prend l'exemple du modèle de Gordon Schaefer, on constate que de nouveaux pêcheurs entrent dans l'exploitation tant qu'ils gagnent de l'argent. Mais ils ne décident pas de la façon dont ils pêchent, l'impact de chaque pêcheur étant considéré identique à celui des autres, éventuellement à une constante près. L'existence d'un décideur est implicitement faite en donnant des indications sur des niveaux de pêche (mortalité, ou nombre de pêcheurs) qui permettraient d'atteindre tel ou tel objectif. Ce décideur devrait donc avoir le choix du nombre de pêcheur. Mais il n'est pas décrit, en ne restant qu'à l'état de variable explicative. Avec les données classiques utilisées pour estimer de tels modèles, c'est-à-dire des séries de prises et d'efforts effectifs, et des coûts, il n'est pas possible de modifier la vraisemblance de ces données en fonction d'un centre de décision. Ces données utilisées sont en fait elles mêmes des synthèses d'informations qui pouvaient quant à elles contenir des éléments de réponses. Leur préparation en vue de leur utilisation dans une représentation donnée peut donc s'avérer source d'insuffisance.

Des centres de décision

L'examen des contributions à la table ronde montre une grande richesse sur l'existence de centres de décisions et sur de multiples aspects liés à la décision. Ceci pourra faire l'objet d'un développement spécifique dans le document final de l'AI

L'identification et l'estimation

Il est possible d'introduire de façon explicite des décideurs dans une représentation, et de rechercher les cadres qui permettent d'accorder une vraisemblance à des observations disponibles. Il s'agit alors d'un problème d'identification, pouvant par exemple porter sur le nombre minimal de tactiques nécessaires pour rendre compte des observations, en termes de restitution de changements, de tendances... dans l'activité et les résultats d'ensembles de pêcheurs. Une fois un modèle ainsi identifié, il est possible d'en estimer les paramètres. Un exemple sera présenté, à partir d'une simulation permettant entre autres de montrer comment des hypothèses faites sur certains aspects du système (accessibilité de la ressource par exemple) peuvent avoir des conséquences considérables sur l'identification du type de comportement des pêcheurs, et sur leurs capacités d'*adaptation*.

THEME 4 : SCIENCE ET AMENAGEMENT

Coordinateurs : Christian Mullon et Philippe Cury



LES LITTORAUX A MANGROVE, DES REGIONS FRAGILES ?

ELEMENTS DE REFLEXION A PARTIR DES CON- CLUSIONS DU PROGRAMME DUM ? (DYNAMIQUE ET USAGES DE LA MANGROVE DANS LES PAYS DES RIVIERES DU SUD)

M.C. Cormier-Salem

A l'encontre des discours dominants, scientifiques ou populaires, qui présentent les mangroves comme des milieux fragiles, soumis à de multiples pressions anthropiques et en voie de dégradation irréversible, la thèse ici soutenue est que les littoraux à mangrove sont des milieux remarquablement robustes.

La remise en cause de la fragilité des mangroves est une des principales conclusions du programme de recherche pluridisciplinaire mené sur les littoraux à mangrove des Rivières du Sud en Afrique de l'Ouest (cf. Tableau de présentation du programme DUM "Dynamique et Usages de la Mangrove" et carte de situation des littoraux à mangrove des Rivières du Sud . cf. Actes de l'atelier DUM in Cormier-Salem, 1994).

Cette thèse, fondée sur les travaux empiriques menés dans les différents pays des Rivières du Sud, est étayée par un large inventaire bibliographique visant à faire l'état de la question sur les autres régions du monde. L'ouvrage intitulé "Sociétés et mangroves des Rivières du Sud" (en prep.) en fournira diverses illustrations.

A propos de la fragilité des mangroves, trois points prêtent à discussion :

- l'état de la mangrove
- la définition de la mangrove
- la fragilité de la mangrove sur les plans à la fois écologique et socio-économique.

Donner des éléments de réponse à ces questions à partir des travaux de réflexion et de publication du programme DUM est un des premiers objectifs de cette contribution. Le deuxième objectif est de discuter des notions de fragilité versus robustesse, stabilité vs instabilité, irréversibilité vs adaptabilité, entre sciences de la nature et sciences de la société, à travers le programme sur les littoraux à mangrove mais aussi d'alimenter le débat avec les autres programmes de DURR dans une démarche comparative entre écosystèmes et entre usages.

I. L'état de la mangrove en question

Les statistiques montrent qu'à l'échelle mondiale, les mangroves reculent. Des études fines, comparant l'état des mangrove à différentes périodes, concluent au contraire à la progression des mangroves, ou, à tout le moins, à leur remarquable dynamique.

Des données peu fiables

Les littoraux à mangrove occupent environ 17 millions ha. Il faut cependant souligner à quel point les chiffres varient selon les spécialistes de la mangrove, de quelques 23 millions ha selon Snedaker (1982) à moins de 14 millions ha selon Gosselink and Maltby (1990 : 297). D'après Saenger (*et al*, 1983) et l'UNESCO (1987), les mangroves couvrent 16 670 000 ha et se répartissent ainsi selon les continent :

Asie tropicale : 7 487 000 ha

Amérique tropicale : 5 781 000 ha

Afrique tropicale : 3 402 000 ha

L'évaluation de la superficie occupée par la mangrove est faite principalement à l'aide de l'imagerie satellitaire, dont l'échelle de résolution permet de dresser des cartes au mieux au 1/200 000. Cette échelle n'est pas satisfaisante pour vraiment connaître l'état de la mangrove, évaluer la "santé" de l'écosystème forestier et saisir les interfaces avec les écosystèmes limitrophes.

En fait, si les données sont disponibles sur certaines zones bien délimitées, s'il existe des études parfois très poussées de l'état des mangroves sur certaines portions du littoral, il manque des données à l'échelle globale, nationale, voire même régionale. Les mangroves sont dites en voie de régression. Or les évaluations systématiques et

globales font défaut. La généralisation des conclusions pessimistes, voire alarmistes, à partir de travaux empiriques sur des zones limitées, n'est pas une méthode d'évaluation scientifiquement fondée. On ne dispose donc que de présomptions sur la dégradation généralisée des mangroves.

La conclusion de cet article (Wentz, 1988 : 52) est révélateur des enjeux écologiques, qui biaisent le débat sur la gestion des zones humides : *"Although the debate over the rate of wetlands is academically interesting, it is not especially important since we know that wetlands are being destroyed at a rate that is unacceptable"* .

Des données partielles

A l'encontre de ces présomptions, des études à plus grandes échelles, comparant l'état de la mangrove à différentes périodes, concluent non au recul des mangroves, mais au contraire à leur progression, ou à tout le moins leur remarquable dynamique.

Ces conclusions doivent être nuancées compte tenu du pas de temps considéré :

- Sur des pas de temps longs, les spécialistes de la mangrove s'accordent à reconnaître la remarquable stabilité de cette formation végétale, (formation qui est relativement jeune) et les changements mineurs qui ont affecté son extension géographique à l'échelle du millénaire.
- Sur des pas de temps courts (intra or inter annuels), les changements peuvent être très rapides.

Les Pays des Rivières du Sud en donnent une bonne illustration. La combinaison de différents facteurs (la sécheresse, l'élévation du niveau de la mer, les échecs des aménagements) a conduit localement à une dégradation spectaculaire de la mangrove, allant de la suppression pure et simple de la forêt de mangrove (comme en témoignent les palétuviers relictuels du Delta du Sénégal) à la perte de la biodiversité par diminution du nombre et de la variété des espèces. Ainsi, en Casamance, la composition et la zonation floristique de la mangrove ont tout particulièrement subi les effets de la sécheresse : les Rhizophorae, très sensibles à l'augmentation de la salinité, ont pratiquement disparu ; les Avicenniae dominant la strate arborée, constituant de minces liserés le long des bolons ; les "tannes", étendues herbeuses ou le plus souvent nues, hypersalées et stériles, occupent de vastes superficies de l'immédiate "arrière-mangrove". La faune s'est également appauvrie. Si les crocodiles et lamantins ont quasi-

ment disparus et ce, depuis les années 1950 davantage à cause de la chasse que de la sécheresse, les poissons ont du s'adapter à des taux de salinité extrêmes (jusqu'à 170‰ en juin 1986 à l'amont de Goudomp en Moyenne Casamance). Leur taille, leur nombre et leur richesse spécifique ont diminué.

Mais, à l'échelle régionale (les Rivières du Sud ou de Haute-Guinée), les superficies colonisées par les forêts de mangrove et les formations végétales associées n'ont guère changé. Le long du littoral guinéen, les vasières à mangrove régressent ou progressent à un rythme très rapide d'une année sur l'autre, avançant ou reculant en fonction de divers facteurs, tels les vents, les courants littoraux, les précipitations. Cette remarquable dynamique hydrosédimentaire, décrite sous les termes de "respiration de la mangrove" par Ruë en Rép. de Guinée, est également relevée par Anthony en Sierra Leone : le développement des plaines à chenier traduit l'alternance entre progradation et régression sédimentaires. Selon Anthony (1990), la formation de cheniers est liée à la conjonction de plusieurs facteurs, incluant le cadre géomorphologique local et les apports sédimentaires qui varient en fonction du climat et des oscillations relatives du niveau de la mer depuis le milieu de l'holocène.

Pour des zones bien délimitées comme les Rivières du Sud, l'évolution de l'état de la mangrove est relativement bien connue. Il n'en est pas de même pour les autres régions du monde, où les connaissances sur l'état actuel et passé de la mangrove sont bien souvent partielles.

Un inventaire des impacts bien connu

En revanche, les raisons de la dégradation des mangroves sont mieux connues, faisant parfois l'objet de travaux très spécialisés. Le recul des mangroves est dû principalement à des modifications de nature physique ou chimique et au développement des activités humaines.

Parmi les principaux impacts d'origine physico-chimique, il faut citer : l'élévation du niveau de la mer, les changements des apports sédimentaires, eux-mêmes soumis aux variations des conditions de l'environnement local ou global (comme la péjoration climatique en Afrique de l'Ouest à partir de la fin des années 60), les variations périodiques de la force et de la direction des vents, les changements épisodiques des régimes hydrologiques, les changements des taux de salinité ou d'acidité etc. Il faut souligner que ces différents facteurs interagissent entre eux et qu'il est bien souvent illusoire de vouloir

identifier le facteur déclenchant, d'autant que ces facteurs dits "naturels" interagissent également avec les facteurs "humains".

Les impacts des établissements humains sur la mangrove se sont modifiés à travers le temps, tant les activités littorales et les formes d'exploitation de la mangrove ont changé. Un rapide historique montre que jusqu'au 19^e siècle, les forêts de mangrove étaient essentiellement exploitées pour fournir du bois d'oeuvre et de construction, du charbon de bois et du tanin. Usage bien spécifique de l'écorce des palétuviers *Rhizophorae*, le tanin faisait même l'objet de commerce à longue distance depuis Madagascar, les Indes anglaises ou néerlandaises à destination des pays du bassin méditerranéen, où il était utilisé pour le travail du cuir ou encore pour rendre plus résistant les filets en coton.

La mise en valeur à des fins agricoles des vasières à mangrove n'est réellement significative que dans les premières décennies du 20^e siècle, même si dans certaines zones, comme les Rivières du Sud, des terroirs diola aux terroirs бага, l'aménagement de rizières endiguées dans les mangroves est relevé par les premiers navigateurs portugais à la fin du 15^e siècle. Il est vrai que les sols de mangrove, lourds, fluides, potentiellement sulfatés acides, sensibles à l'acidification et à la salinisation, apparaissent impropres à l'agriculture, sinon au prix d'un investissement en travail très important. La pression démographique et les progrès technologiques lèvent un certain nombre de ces contraintes, conduisant à reconsidérer les vasières maritimes comme de vastes réserves de terres arables (cf. l'article de 1962 au titre révélateur "Les marécages à palétuviers de l'Afrique occidentale pourraient devenir de vastes rizières").

L'assèchement et le comblement des marais maritimes à des fins à la fois sanitaires (luttés contre les miasmes des marécages et la malaria) et économiques trouvent une nouvelle impulsion avec le développement maritime et l'urbanisation. Les zones humides littorales deviennent les sites privilégiés des ports et des industries lourdes. Cette pression est particulièrement forte à partir des années 1950 avec le gigantisme industrialo-portuaire. Dans les pays du Sud, il faut également souligner l'attraction exercée par les littoraux sur l'arrière-pays (et/ou la répulsion vis-à-vis des régions de l'intérieur). Toutes les grandes villes sont littorales. Dans la région considérée (les Rivières du Sud), les migrations de population de l'intérieur vers la côte s'amplifient avec la péjoration climatique de la fin des années 1960 et la crise des systèmes agraires anciens. Bissau, Conakry, Freetown, Banjul et, dans une moindre mesure, Ziguinchor, sont autant d'illustrations de villes portuaires, dont les aménagements ont été réalisés aux dépens des zones de mangrove. En outre, il faut souligner la

pression exercée par la croissance des marchés urbains sur la consommation du bois de feu, fourni en priorité par le bois de mangrove (tel n'est pas le cas pour d'autres mangroves ouest-africaines, par exemple du Nigeria ou du Cameroun, pays qui disposent à proximité du littoral de vastes forêts, faciles d'accès, approvisionnant de ce fait les villes littorales). Aux impacts directs de la conversion des vasières en terres fermes, s'ajoutent les impacts indirects de la pollution d'origine urbaine et industrielle sur les écosystèmes de mangroves.

De nos jours, l'impact majeur vient du développement de l'aquaculture, et plus précisément de la crevetticulture, aux dépens des zones humides littorales. Les mangroves sont un ainsi devenues les principaux sites d'aménagement des bassins d'élevage. A cet égard, les Rivières du Sud font exception, restant encore largement à l'écart d'un tel engouement pour la crevetticulture (quoique des essais aient été réalisés, puis abandonnés par la filiale de l'Ifremer, France-aquaculture, en Casamance à la station du Katakolousse bolon et qu'une entreprise aux capitaux japonais est en cours d'action à Koba en Rép. de Guinée).

Ce rappel met en avant l'évolution des usages mais aussi du statut de la mangrove, tour à tour considérée comme une forêt, une vasière littorale, un marais maritime, une zone humide, un écosystème aquatique. Ces diverses définitions répondent à la variété des ressources potentielles de la mangrove (du bois des palétuviers aux crevettes). Elles répondent également aux différentes représentations des usagers, qu'ils soient exploitants, agents du développement ou encore chercheurs.

Ainsi, il apparaît que les connaissances sur l'état des mangroves sont très inégales selon la région et le champ disciplinaire et que la définition même de l'objet de recherche "la mangrove" prête à discussion.

II. La définition de la mangrove en question

L'hétérogénéité des sources de données et la diversité des définitions de la mangrove rendent malaisées toute évaluation de l'extension de la mangrove : comment distinguer la mangrove des autres marais maritimes et zones humides littorales sans palétuviers ? Quelles sont les limites de la mangrove en mer et à terre ? où commence-t-elle ? où finit-elle ?

De fait, selon l'entrée disciplinaire privilégiée, les mangroves sont définies de façon plus ou moins restrictive depuis le palétuvier jus-

qu'à l'espace amphibie (cf. schéma). Quelle est la définition la plus adéquate ? Celle du palétuvier (espèce d'arbre toujours vert, le plus souvent de la famille des Rhizophorae, poussant dans les zones intertidales) ? de la forêt de mangrove (association végétale) ? de l'écosystème forestier ou encore aquatique ? du système d'usage multiple ?

De la définition retenue dépend l'évaluation de l'état de la mangrove, en quantité (extension, densité) et en qualité. En ce qui concerne l'étendue des mangroves des Rivières du Sud, les estimations varient du simple au triple en fonction de la définition des mangroves. Selon Diop (1990), les mangroves des Rivières du Sud au sens strict, c'est-à-dire la formation arborée actuelle, couvrent 1 000 000 ha ; mais, au sens large, c'est-à-dire y compris les tannes, les zones d'arrière-mangrove (très souvent converties en rizières) et le plateau continental, la superficie atteint 3 000 000 à 3 500 000 ha. La comparaison de ces superficies à différentes périodes (cf. tableau) indiquent moins l'évolution (dans un sens ou dans un autre) de l'état des mangroves que l'hétérogénéité des sources de données. Par ailleurs, d'un auteur à l'autre, d'une année à l'autre, ces évaluations changent et il est très difficile de faire le départ entre ce qui relève de la dynamique propre des mangroves ou de la déficience des données.

Au total, le manque de données homogènes ne permet pas de conclure à la dégradation généralisée des mangroves des Rivières du Sud. Cette assertion doit, à tout le moins, être nuancée en fonction de l'espèce végétale et animale, du faciès écologique, du site d'étude.

III. La fragilité économique et écologique des mangroves en question

Le programme DUM s'est efforcé de confronter les points de vue des spécialistes des mangroves relevant des sciences de la nature et de la société. Deux questions ont tout particulièrement fait l'objet de débats :

- quelles forces sont-elles les plus puissantes, les forces de changement ou de conservation ?
- les mangroves des Rivières du Sud sont-elles fragiles ou robustes ?

Les débats concernant la première question (débats, qui ne peuvent être développés dans le cadre de cette contribution, même s'ils don-

ment des éléments de réponse à la seconde question) ont souligné la diversité des évolutions des pays des Rivières du Sud et le contraste marqué, aussi bien du point de vue des caractéristiques biogéographiques que des grandes tendances socio-économiques, entre une zone septentrionale (du Saloum au Rio Geba) et une zone méridionale (du Rio Geba à la Sierra Leone).

Les débats concernant la seconde question ont mis en avant la faculté des systèmes à la fois écologiques et socio-économiques à répondre rapidement aux changements de l'environnement et à s'adapter aux contraintes et ressources (ou opportunités) locales et extérieures.

Sur le plan écologique, les mangroves manifestent une grande sensibilité :

- aux variations pluviométriques au nord de la zone (du Saloum au Rio Geba),
- aux variations des apports sédimentaires au sud de la zone (du Rio Geba à la Sierra Leone).

Dans l'une et l'autre zone, la très rapide réaction des écosystèmes à mangrove est soulignée. Dans un environnement instable, le maintien de ces écosystèmes passe par le remaniement constant de ses composantes (grâce à leur plasticité), le ré agencement des faciès. Il ne s'agit donc pas d'un maintien à l'identique ou d'un retour à un quelconque "état stable" (tout aussi an-historique que le climax). De nouveaux "équilibres" dynamiques se mettent en place.

Reste à identifier quel est le seuil de tolérance au delà duquel les composantes de l'écosystème mangrove sont à ce point modifiées qu'un nouvel écosystème se met en place et, ce, de façon irréversible (?). Un tel seuil n'a pas été atteint dans les pays des Rivières du Sud, même dans les zones de mangrove les plus profondément perturbées.

Sur le plan socio-économique, les systèmes d'usage multiple développés en zone de mangrove font également preuve d'une remarquable flexibilité. La diversité des ressources de la mangrove, leur complémentarité dans l'espace (en fonction des sites exploités, depuis les zones inondables soumises à la marée jusqu'à la mer) et dans le temps (notamment, compte tenu de la force de travail disponible selon le calendrier des activités et la composition de l'unité d'exploitation) sont à l'origine de multiples combinaisons. Face aux modifications de l'environnement, les paysans peuvent ainsi développer diverses stratégies innovantes. Par exemple face au recul de la

riziculture de mangrove du fait de la sécheresse mais aussi du manque de main d'oeuvre disponible (par suite de la pénibilité des travaux de labour, de l'attrait des villes, du développement de l'économie de marché etc.), les paysans se sont davantage investis dans l'exploitation des ressources aquatiques de la mangrove. Les paysans riziculteurs des Rivières du Sud, qu'ils soient diola, balant, бага, nalou ou temne, ont ainsi des marges de manoeuvre bien plus étendues que celles des paysans du Sahel par exemple.

Reste à savoir, pourtant, dans quelle mesure le développement des relations à longue distance (telles les migrations urbaines) ou encore la conversion (de riziculteurs à pêcheurs, par exemple) et la spécialisation risquent de leur faire perdre leur identité de "paysans des Rivières du Sud". Fait significatif, le riziculteur бага, quand il devient pêcheur, s'identifie comme soussou. Mais autre fait significatif, les revendications d'indépendance des Diola ont éclaté avec une particulière violence au tournant des années 1980-90 alors même que les migrations des étrangers en Casamance s'amplifiaient et que les Casamançais étaient plus nombreux à migrer en ville ou à abandonner la riziculture. Autrement dit la diversification des activités n'a pas pour corollaire l'éloignement du terroir et l'acculturation et, bien souvent, les migrations conduisent au renforcement des particularités des communautés.

Cette analyse à propos de la dynamique des sociétés et mangroves des Rivières du Sud appelle deux remarques d'ordre plus générale :

1) la notion d'irréversibilité est pleine d'ambiguïtés. D'un point de vue strictement écologique, plus exactement hydroclimatique, et sur un pas de temps limité d'une décennie, la dégradation de la mangrove (notamment celle de Casamance) a pu paraître comme irréversible. Pourtant, une approche plus globale des processus de changement et sur un pas de temps plus long (de plusieurs générations) conduit à remettre en cause ces conclusions alarmistes. Les systèmes à mangroves apparaissent ainsi comme remarquablement robustes ou résilients. Les pas de temps considérés sont de première importance pour conclure à la réversibilité ou non des processus, à la fragilité ou à la robustesse des systèmes. Ainsi, d'après Desaiques (1990 : 280), "*a change that may appear irreversible on the scale of a decade may correct itself over the course of centuries*". Cet auteur rappelle l'exemple fameux des saumons dans les rivières françaises. Ces poissons, qui avaient pratiquement disparu au début du 20^e siècle à cause de la pollution, sont de nos jours à nouveau très abondants.

2) De nombreux travaux en écologie tendent à démontrer que la viabilité ou la résilience des écosystèmes est fonction de leur complexité,

elle-même fonction de la diversité biologique (Pearce, 1996). Des travaux en socio-économie arrivent à une conclusion similaire : la viabilité des systèmes agraires (leur capacité à répondre aux changements, leur adaptabilité) est fonction de la diversité des ressources, en comprenant les ressources au sens large c'est-à-dire non seulement les ressources naturelles mais aussi les institutions, les techniques, les infrastructures etc.

Les mangroves, écosystèmes et systèmes d'usage multiple, sont conformes à ce modèle : de leur diversité et complexité dépend leur co-viabilité.

Schématiquement, on pourrait ainsi opposer deux systèmes ou espaces :

1) les systèmes ou espaces de transitions (les marges, les frontières, les interfaces, les écotones) sont caractérisés par la variabilité, la diversité, la complexité et manifestent une remarquable flexibilité et adaptabilité face aux changements. Ce sont des systèmes résilients. La conservation de la biodiversité, la viabilité des systèmes d'usage multiple, la diversification des stratégies des acteurs sont parmi les thèmes majeurs des études les concernant.

2) les systèmes et espaces artificialisés, strictement spécialisés et à forts intrants, sont caractérisés par leur stabilité et leur forte dépendance vis à vis d'une seule ressource exploitée (agricole, aquacole, sylvicole). Ces systèmes fragilisés n'ont que de faibles capacités d'adaptation. Les processus de changements sont difficilement réversibles. Les risques de crises ou rupture sont élevés.

Cette opposition, quelque peu déterministe, à critiquer et nuancer, devrait permettre d'ouvrir des pistes de réflexion et d'échanges entre programmes de DURR.

IV. Conclusion

Le programme DUM permet d'apporter des éléments de réponse à propos de l'état et de la dynamique des mangroves en soulignant :

- que les chercheurs relevant des sciences de la nature ou de la société ne disposent pas de preuves de la dégradation irréversible des mangroves,

- que les données sont partielles et hétérogènes, notamment parce que les définitions des mangroves varient selon l'entrée disciplinaire privilégiée,
- que les systèmes à mangroves ne sont pas fragiles, mais plutôt sensibles ou robustes.

La notion de sensibilité paraît préférable à celle de fragilité car elle qualifie des objets (ou systèmes) rapidement perturbés, facilement affectés par des changements mais aussi aptes à intégrer ces perturbations (dans la mesure où elles sont de faible ampleur). De même, la notion de résilience paraît plus adéquate pour qualifier la dynamique de ces systèmes que celle d'irréversibilité.

Il va sans dire que ces conclusions à propos de la robustesse des mangroves n'emportent pas l'adhésion de tous les acteurs de la mangrove. Ces divergences suggèrent la complexité de ces systèmes et de leur dynamique, liée à une combinaison de facteurs, locaux et globaux, d'origine naturelle et anthropique. La mise en oeuvre de programme de recherche DUM sur d'autres littoraux à mangrove devrait permettre d'approfondir les notions de sensibilité, robustesse, instabilité, variabilité, complexité. Il apparaît ainsi comme une priorité de la recherche sur la dynamique des interactions sociétés-mangroves, de prendre en compte toutes les composantes des systèmes, à travers une approche pluridisciplinaire et comparative et d'analyser les processus, identifier les acteurs, expliciter les enjeux (politiques, économiques, sociaux etc.) autour de la gestion de ces milieux en fonction de différents pas de temps et échelles spatiales.

L'APPORT DE LA MODELISATION AUX QUESTIONS D'AMENAGEMENT DE LA PECHE DANS LE DELTA CENTRAL DU NIGER

Pierre MORAND et François BOUSQUET

I. 1-Introduction: Origines et ambitions de la modélisation dans le cadre du processus de recherche du GP DCN.

Le projet de l'A.I. DURR de « modélisation de la ressource ichthyque et de la pêche dans le Delta Central du Niger » trouve son origine au sein d'un processus de recherche bien précis: le GP DCN. Initié en 1986, ce programme a été défini par Quensière (1989) comme « un programme pluridisciplinaire de recherche, finalisé vers le développement [...] [car visant à] répondre à une inquiétude des autorités nationales maliennes quant au devenir de la pêche dans le Delta Central du Niger ».

Précisons cependant que la branche « modélisation » du GP DCN n'a pas été suscitée, elle, par une demande pressante des « gestionnaires »⁶⁵. C'est pourquoi d'ailleurs elle n'a été initiée qu'en 1990, soit quatre ans après le début du GP DCN, et c'est pourquoi aussi les fonds ont dû être trouvés ailleurs, en l'occurrence du côté de l'A.I. DURR. C'est tout ceci qui a permis à ce projet de modélisation de se développer assez librement, sans que lui soit imposée une exigence immédiate de résultat précis par rapport à telle ou telle question d'aménagement ou de développement. Notons que cette situation contraste fortement avec celle dans laquelle se trouve souvent

⁶⁵ Par commodité, on conviendra d'appeler « gestionnaires » tous les décideurs et acteurs intervenant sur le secteur pêche, et qui sont donc supposés être intéressés par les résultats de la recherche dans ce domaine: ce sont par exemple les bailleurs de fond, les autorités nationales (ministères concernés), les organismes publics de l'encadrement et du développement (avec ou sans compétence de police), les ONG de terrain, les associations de producteurs...

placée la modélisation en recherche halieutique marine - où la fonction d'expertise directe au plus près des préoccupations du décideur est souvent obligatoire (Gascuel, 1995). Voici donc, de façon résumée, les circonstances bien particulières dans lesquelles le projet de « modélisation de la ressource et des pêches du DCN » a vu le jour.

On peut donc dire que les ambitions de ce projet de modélisation étaient avant tout des ambitions « de recherche ». Ajoutons que ces ambitions peuvent être groupées en deux niveaux:

- un premier niveau d'ambition, formulé dans le document de projet (1991, p.6) sous les termes « modélisation dynamique d'une ressource subissant des impacts halieutiques, à échelle fine » ressortait essentiellement de la problématique de la « dynamique des populations exploitées » (Laurec et le Guen, 1978) et des objectifs traditionnellement rattachés, à savoir, en priorité, l'étude de la réponse de la production (les captures) à l'intensité de l'exploitation (l'effort ou mortalité imposée). Il s'agissait simplement de « faire mieux » que l'existant en la matière, et surtout de parvenir à intégrer dans cette problématique classique les connaissances que l'on a de la richesse structurelle des pêches artisanales continentales et de leur environnement: fragmentation de l'espace en milieux différents plus ou moins interconnectés, changements saisonniers de la « taille » de ces milieux, mobilité des poissons entre ces milieux, répartition très contrastée de l'effort de pêche en fonction des saisons et des milieux etc... Et les souplesses simulatoires permises par l'I.A. (*versus* les rigidités des modèles basés exclusivement sur des structures mathématiques) offraient des horizons techniques nouveaux dans ce sens...
- un deuxième niveau d'ambition, que nous qualifierons de plus élevé mais aussi de plus hasardeux, était de favoriser la rencontre (*i.e.* « la mise en interaction ») de connaissances issues de plusieurs champs disciplinaires, à savoir, principalement, les Sciences de l'Environnement et de la Vie d'une part, et les Sciences de la Société d'autre part (plus précisément: l'économie et l'anthropologie). Cette rencontre pose de nombreux problèmes, liés notamment à l'hétérogénéité des types de connaissances produites (de part et d'autres, mais aussi à l'intérieur de chacun des deux champs). Par exemple, certaines connaissances s'expriment sous forme de lois mathématiques alors que d'autres restent sous formes de règles qualitatives, certaines tendant à la globalisation, en agrégeant les propriétés de nombreux comportements (ou objets) alors que d'autres préfèrent s'attacher à une compréhension fine des singularités. Il y a aussi des connaissances que l'on trouve rarement exprimées, mais dont l'existence se révèle indispensable

pour la compréhension : elles sont qualifiées de connaissances de "bon sens". Il s'agissait donc de développer, d'utiliser et discuter des outils et des méthodes de simulation servant à représenter ces différents types de connaissances et ensuite à simuler un écosystème anthropisé, plus précisément une « bi-dynamique ressource/pêcheur » (selon les termes du document de projet). Là aussi, c'est la souplesse et la puissance des représentations permises par l'I.A. (et en particulier les simulations multi-agents) qui semblaient autoriser des avancées importantes par rapport aux travaux menés antérieurement dans la même voie (notamment ceux de Laloë et Samba - 1989- pour ce qui concerne les pêches artisanales).

II. 2- Réalisations et résultats du projet de modélisation.

Nous allons voir maintenant, de façon résumée, comment ces deux ambitions ont été poursuivies à travers les réalisations et les résultats successifs du projet, puis quelles en ont été les retombées en termes de réponse aux préoccupations de la gestion et du développement.

2.1. Le simulateur et le contenu de base du modèle.

Nous avons élaboré un générateur de simulations. Ce n'est pas l'écosystème que nous avons voulu représenter mais l'écosystème vu par différents chercheurs. Les systèmes multi-agents nous fournissent des méthodes de modélisation, à la fois pour simuler les différents agents de l'écosystème anthropisé et pour représenter différents points de vue disciplinaires sur le fonctionnement de cet écosystème. Le générateur de simulations que nous avons créé est séparé en trois parties:

- un monde artificiel qui représente différentes parties de l'espace dans lequel on place des agents qui se déplacent et interagissent.
- des sources de connaissances (Knowledge Sources: KS). Il s'agit d'ensembles de règles de production qui représentent une partie des connaissances expertes sur le fonctionnement du monde artificiel. Ces règles s'appliquent au monde artificiel et le modifient. Ces sources de connaissances peuvent aussi s'exprimer sous forme de modèles mathématiques.

- une structure de contrôle. Cette structure est séparée en deux niveaux: la stratégie et les tâches. Chacun de ces niveaux est informé des changements du monde artificiel. Lors de certains changements, la stratégie active des tâches, qui activent elles mêmes des sources de connaissances. Celles-ci transforment le monde artificiel. Les agents vont réagir à ces changements et certaines de ces réactions constitueront des événements pour la structure de contrôle et ainsi de suite...

Totalement implémenté en langage orienté-objet Smalltalk sur station de travail Unix ce générateur de simulations peut être utilisé pour modéliser et simuler des écosystèmes anthropisés. Il permet de notamment de simuler des interactions entre des agents.

C'est ainsi que le DCN a pu être représenté dans ses caractéristiques essentielles, à savoir une mosaïque de milieux, ou plutôt un kaléidoscope de milieux qui changent au cours des saisons.

Dans un premier temps, nous avons créé un écosystème artificiel composé de deux fragments d'espaces; l'un des deux représente un bras de fleuve permanent, l'autre représente une plaine d'inondation. Les milieux de type plaine offrent beaucoup de nourriture à la crue, et très peu à l'étiage, car il ne reste alors que quelques mares éparses. Le cycle est le même pour le fleuve mais l'amplitude est beaucoup moins forte: en étiage le fleuve est plus riche que la plaine d'inondation, et c'est l'inverse lors des hautes eaux. Le nombre d'espèces de poissons dans le DCN approche la centaine, mais nous n'en avons modélisé que trois « fictives », dont les caractéristiques ont été définies pour être représentatives des grands types de stratégies adaptatives adoptées par les poissons pour manger, grandir et se reproduire dans l'environnement variable des fleuves tropicaux (Benech et Quensièrre, 1987). La première espèce (A) est de petite taille: elle pond et migre en fonction du signal de crue (vers la plaine à la montée des eaux, puis vers le fleuve à la décrue). Ses oeufs sont nombreux et petits. La seconde espèce (B) est un prédateur ichtyophage qui se reproduit systématiquement en début de crue mais migre de façon opportuniste (elle quitte l'endroit où elle se trouve lorsqu'elle n'y trouve pas assez de proies). La troisième espèce (C) est plus grande, elle se reproduit lorsqu'elle est en bonne condition trophique, ce qui peut arriver plusieurs fois par an. Sa ponte n'est pas numériquement abondante, mais les oeufs sont gros. En cas de disette ou de surpopulation locale, elle va chercher ailleurs de meilleures conditions trophiques sans se soucier de la saison ni du signal de crue.

Au début de toutes les simulations, on laisse s'établir un équilibre dynamique stable entre ces trois espèces et leur environnement saisonnier (c'est-à-dire les cycles « d'offre de nourriture » que nous avons évoqués plus haut). On peut ensuite commencer des expériences simulatoires plus intéressantes, en faisant subir à cet écosystème un (ou des) *stress* anthropique(s).

2.2. Les scénarios simulés: résultats commentés.

Toutes ces expériences ont été menées autour d'une même idée de scénario: l'intensification d'exploitation (par unité de surface s'entend). Cette intensification est en effet le dénominateur commun des conséquences des différents changements et des nouvelles contraintes qui ont affecté la pêche durant ces dernières décennies: changements climatiques avec la sécheresse (réduction de la surface des milieux aquatiques), changements sociaux (affaiblissement relatif des modes de gestion coutumiers), évolution démographique et développement des échanges (accroissement de la demande), politiques développementalistes successives (crédits à l'équipement...), changements techniques mettant à profit de nouveaux matériaux et de nouveaux engins plus efficaces.

En modifiant les formes sous lesquelles cette intensification est représentée, nous avons effectué plusieurs jeux d'expériences simulatoires.

Le premier groupe de simulations consiste à étudier un écosystème auquel on impose un « effort de pêche » qui est traduit par une simple quantité de mortalité imposée aux poissons. Cette mortalité par pêche augmente d'année en année. En résultat on obtient une courbe d'évolution des captures (la somme des poissons « morts par pêche ») qui suit une forme très caractéristique et robuste: après une montée, les captures plafonnent, atteignant un « plateau » qui se prolonge sur une large gamme d'accroissement d'effort. Pendant tout la durée de ce plateau, les seules phénomènes halieutiques qui trahissent la progression du processus d'intensification d'exploitation sont la diminution de la taille moyenne des captures et (bien sûr) la chute des captures par unité d'effort. Et s'il est vrai qu'il y a bien pour finir un effondrement, cela n'arrive que tardivement, c'est-à-dire à un niveau très élevé de l'effort (deux à six fois plus élevé que le niveau qui permet d'atteindre le plateau). Ce genre de forme réponse est effectivement celui observé par les halieutes et écologues qui travaillent sur les fleuves africains (Welcomme, 1989) ou même, d'ailleurs, sur les lagunes tropicales (Laë, sous presse). On peut donc dire que la simulation, réalisée essentiellement à partir de connais-

sances portant sur un niveau d'organisation assez fin (les individus poissons) conduit à une réponse validée à un niveau supérieur, que l'on peut définir comme « l'assemblage des populations exploitées » de l'écosystème Delta.

La validation précédente ne concerne cependant que les indicateurs « captures globales » et « structure de taille des captures » car, en ce qui concerne la richesse spécifique, on doit déplorer la disparition de deux espèces (sur trois) au cours de cet expérience d'intensification d'exploitation. Et ceci ne correspond pas du tout à ce que disent les écologues, qui observent au contraire un maintien d'une très grande biodiversité et aucune disparition d'espèces au cours des dernières décennies. Une hypothèse d'explication de cette robustesse écologique invoque le mécanisme suivant: dans la plupart des zones humides, l'espace naturel est très fragmenté et hétérogène, ce qui fait qu'il existe toujours des refuges dans lesquels peuvent se maintenir un certain nombre d'individus d'une population, même lorsque celle-ci est globalement effondrée. Et ces individus peuvent ensuite recoloniser tout l'espace si les conditions s'y prêtent.

Il fallait donc compliquer légèrement la simulation pour tenir compte de ce mécanisme. Nous avons donc fragmenté davantage l'environnement en distinguant deux sous-ensembles fleuve-plaine, de proportions respectives 3/4 et 1/4, connectés l'un à l'autre par leurs portions de fleuve respectives. Précisons que le plus petit de ces deux sous-ensembles n'est pas accessible à la pêche. En simulant à nouveau un effort de pêche croissant, les résultats montrent cette fois que la richesse spécifique est conservée (les trois espèces subsistent même à des niveaux d'efforts très élevés). D'autre part, l'indicateur « capture global », bien que montrant encore un plateau puis une rupture en fin de ce plateau, présente des formes globalement plus douces, surtout au niveau de la chute, qui est plus progressive et non absolue (elle tangente finalement un plancher non nul).

Dans un deuxième groupe de simulations, nous représentons des pêcheurs avec des processus de prise de décision. Il ne s'agit plus alors d'une augmentation d'un effort de pêche global (un vecteur mortalité) mais d'une augmentation de la population de pêcheurs. Nous envisageons trois scénarios de simulation qui correspondent à trois hypothèses (*assumption*) portant sur le type de processus de décision des pêcheurs par rapport à la mise en oeuvre de l'action de pêche (choix de la technique et choix du lieu de la pêche). Ces trois types de processus de décision correspondent à différentes façons d'envisager la relation entre les hommes et les ressources renouvelables :

- accès libre (chacun des pêcheurs cherche à maximiser ses profits et toutes les actions sur le milieu sont autorisées. Seule la capacité d'investissement détermine l'accès à la ressource)
- règles sociales identitaires contrôlant l'accès aux portions d'espace: la population est séparée en deux groupes qui n'ont pas les mêmes règles d'accès. Un des groupes n'a pas accès aux biotopes de type « plaine ». L'autre n'a pas accès au fleuve à l'étiage
- aires relativement protégées: deux portions d'espace (sur quatre) ne peuvent recevoir plus de 5 pêcheurs à la fois. Une fois ces places occupées, les autres pêcheurs ne peuvent plus y « entrer » et doivent pêcher ailleurs.

Ces expériences de « pêche dynamique » se déroulent sur le même fond de processus écosystémique (environnement + poissons), que celui défini précédemment, à savoir quatre milieux différents, deux de type permanent (plaine) et deux de type temporaire (fleuve), où vivent les trois espèces de poissons précédemment décrites. Pour chacune des trois sortes de processus de décision, nous avons effectué des expériences simulatoires multiples (*i.e.* répétées en série) de façon à vérifier la robustesse des résultats - en rappelant que des événements stochastiques (représentés par des tirages aléatoires dans des lois) interviennent à de multiples étapes dans les simulations. Nous avons ensuite analysé les résultats en comparant les résultats de ces trois séries d'expériences selon plusieurs critères:

- le critère « captures globales »: la durée de vie de la pêcherie est plus longue pour les simulations à accès socialement différencié que pour un accès totalement libre. Quant aux simulations à places limitées, elles montrent des captures durables à un niveau élevé.
- le critère « revenus des ménages de pêcheurs » : ils sont homogènes dans la simulation à accès libre mais par contre lorsque l'accès est socialement réglé les deux groupes G1 et G2 se séparent très nettement. Dans la dernière série (l'accès « à place »), le caractère aléatoire et renouvelé du choix des accédants aux bonnes places crée une légère hétérogénéité des trajectoires. [Il n'en aurait pas été de même avec un accès « payant » aux bonnes places, car alors on aurait sans doute observé des trajectoires de revenus plus divergentes.]

D'autres critères (comme la composition spécifique des captures) peuvent être utilisés pour comparer l'évolution des captures lors des trois séries d'expériences simulatoires. Nous ne détaillerons pas ici les résultats de ces analyses.

Au-delà des différences décrites ci-dessus, un trait commun est partagé par toutes les expériences simulatoires: il y a dans tous les cas à un appauvrissement général (baisse du revenu moyen) de la population de pêcheurs, et cela est dû au fait que les pêcheurs sont toujours plus nombreux et ne peuvent pas sortir de la pêcherie⁶⁶. Cependant, dans le cas où il y a une différenciation sociale d'accès à l'espace, ce processus d'appauvrissement est globalement ralenti; mais on observe en contrepartie une plus grande hétérogénéité de la distribution des revenus en situation de "crise avancée".

III. 3- Les résultats de la modélisation utilisés pour répondre aux préoccupations des gestionnaires.

Comme nous l'avons déjà (implicitement) avoué plus haut, il serait fort exagéré d'affirmer que les expériences simulatoires ont été conçues pour répondre précisément à des questions particulières qui nous auraient été préalablement posées par les « gestionnaires ». Il eût d'ailleurs été difficile de faire autrement, dans la mesure où, d'une façon générale, la communauté des gestionnaires explicite assez peu les questions qu'elle se pose (alors qu'elle est par contre prolixe sur le registre du « ce qu'il faudrait faire »). Nous parlerons donc plutôt de « préoccupations » présentes dans le discours des gestionnaires et nous allons tenter de montrer quels nouveaux éclairages nos simulations ont apporté par rapport à ces préoccupations.

La préoccupation dominante des textes administratifs (émis par les politiques, experts et gestionnaires) traitant de la pêche au Mali concerne la question de la conservation ou de la « protection » de la ressource (voir notamment Fay, 1993). Cette préoccupation se fonde sur une inquiétude née de constats hâtifs de « diminution des ressources ichtyologiques » (la plus vieille citation remonte à plus d'un demi-

⁶⁶ De ce point de vue, il manque à ces simulations les mécanismes régulateurs (économiques et démographiques) susceptibles de ralentir ou contrôler le processus d'intensification d'exploitation. Et il est clair que, dans la réalité, ces mécanismes arrêtent le processus avant que la majorité des revenus annuels ne deviennent négatifs.

siècle!) et elle aboutit à mettre en avant la nécessité de prendre des mesures pour « préserver le potentiel existant ». Associée à cela revient de façon récurrente (surtout depuis l'Indépendance) l'idée d'une « gestion rationnelle » qui pourrait être mise en place de façon à concilier les nécessités productivistes (il faut que le secteur se développe) et le souci conservationniste. On rejoint ainsi la traditionnelle problématique biface de l'halieutique, que l'on retrouve dans le monde entier: « comment développer la pêche tout en conservant la ressource qui est la condition première de la perpétuation de la pêche ».

Sur tous ces points, l'écologie (et en particulier la modélisation à base de connaissances écologiques) nous a permis d'apporter des éléments utiles de réponse et de clarification, actualisés par rapport au contexte précis du Delta Central du Niger et de ses pêcheries.

Pour commencer, revenons à quelques définitions de la modélisation halieutique ou « dynamique des populations aquatiques exploitées » (Laurec et le Guen, 1981). Cette discipline introduit le concept de « stock », masse vivante qui subit un prélèvement (par l'homme) d'un côté tout en se renouvelant de l'autre par croissance et par reproduction. Elle introduit aussi la « gestion rationnelle » qui consiste à faire en sorte que le prélèvement appliqué au stock soit élevé (ou même maximal) sans toutefois dépasser les capacités de renouvellement, de telle façon que l'exploitation à venir ne soit pas compromise. Bien sûr, les écologues et les halieutes savent depuis longtemps (cf. modèle de Schaefer, 1954) qu'un stock amenuisé par la pression de pêche réagit positivement en accélérant son renouvellement, ce qui fait que l'on peut pêcher beaucoup (et même davantage) sur un stock amenuisé, et ce de façon tout à fait équilibrée, c'est-à-dire durable. Cependant, l'accélération du renouvellement du stock ayant des limites, il existe un seuil de pression (ou effort) de pêche à ne pas franchir car, au-delà, le stock devient tellement affaibli qu'il fournira au contraire de moins en moins de captures, et ceci quelques soient les nouveaux surcroûts d'efforts déployés: c'est la situation de surexploitation, que l'on cherche à éviter en confinant l'effort au-dessous du seuil d'effort précité..! (voir aussi Gascuel pour une revue de l'évolution des idées sur ce thème, 1995).

Nos simulations ont « revisité » cette problématique en l'actualisant au contexte d'une ressource produite par un écosystème fluvial tropical: environnement fragmenté, présence de zones peu ou pas accessibles à la pêche, périodes de l'année où les poissons sont moins faciles à capturer, forte saisonnalité. Nos résultats ne bouleversent pas totalement le schéma classique exposé plus haut, mais ils introduisent des éléments nouveaux lourds de conséquences: à partir du

seuil d'effort pour lequel on atteint le maximum de captures, on peut encore *et encore* obtenir la même quantité de captures avec un effort toujours plus grand. Tout se passe en effet comme si l'écosystème montrait une grande capacité à fournir à la pêche un flux de captures approximativement constant⁶⁷, et cela quelque soit l'effort déployé ou presque: c'est la réponse « en plateau » (et non pas en forme de parabole comme dans la théorie classique). Et l'on comprendra que si le plateau est vraiment long (c'est-à-dire si les captures restent quasi-constantes pour une gamme d'effort s'étendant sur un facteur X3 à X6, comme nous l'avons observé dans maintes simulations), alors le contrôle de l'effort ne s'impose plus comme la clé d'une « gestion rationnelle » définie dans les termes décrits plus haut. Un autre résultat important apparaît lorsque l'environnement est fragmenté avec la présence de zones peu ou pas accessibles (et il y en a toujours dans une région comme le Delta Central). Dans ce cas de figure, on observe que, même quand les captures finissent par diminuer (au terme du plateau), cette diminution ne prend pas la forme d'un effondrement drastique et définitif: les espèces sont toujours là et il suffirait d'un coup de pouce (une petite baisse de l'effort par exemple) pour revenir à la situation du plateau.

A partir de ces résultats, nous aboutissons à deux conclusions, qui peuvent servir de recommandations pour la gestion et l'aménagement des pêches. Nous les détaillons dans les paragraphes suivants.

La première conclusion est que, dans un contexte fluvio-tropical tel que le DCN, vouloir définir et faire respecter une limite quantitative d'effort ne présente guère d'intérêt du point de vue de la stricte problématique de gestion de la ressource (que ce soit pour maximiser les captures ou pour garantir la conservation de la ressource). Nos résultats du deuxième groupe de simulations confirment d'ailleurs que, en cas de forte intensification de l'exploitation, les pêcheurs commencent à rencontrer de graves problèmes de revenus individuels bien avant que les captures totales ne chutent et, *a fortiori*, bien avant que le « potentiel » de reconstitution de la ressource ne soit sérieusement atteint par la pêche (si tant est qu'il puisse l'être). Dans la réalité, ces problèmes de revenus sont encore aggravés par de vai-

⁶⁷ Cette « constance » du flux de captures est bien-sûr relative à la taille de l'écosystème et, plus généralement, aux conditions environnementales. En améliorant ces dernières (par exemple en augmentant l'offre de nourriture) on obtient très facilement (par simulation) un plateau plus élevé (voir Morand et Bousquet, 1994).

nes escalades d'investissement ou de courses à la ressource: les pêcheurs s'équipent et travaillent de plus en plus (la campagne de pêche s'allonge) sans finalement que leurs prises totales ne puissent augmenter (où alors, ils prennent davantage mais au détriments de leurs voisins, ce qui n'est pas mieux). Les gestionnaires devraient donc se soucier en priorité du revenu moyen et de la paix sociale chez les pêcheurs, en les incitant à ne pas entrer dans l'engrenage des investissements/endettements croissants ni dans un jeu d'interconcurrence débridée pour l'accès aux zones de pêche. Pour cela, les gestionnaires peuvent aider les pêcheurs à instaurer ou à réinstaurer, entre eux, des systèmes de gestion par régulation qualitative du déploiement de l'effort⁶⁸, de façon à favoriser un partage moins conflictuel et plus économique (pour eux) du flux annuel de production (flux qui est donné et fixé par l'environnement). Le deuxième groupe de nos simulations, dans lesquels interviennent des pêcheurs actifs et prenant des décisions, apportent d'ailleurs des indications complémentaires sur la façon dont peut se concevoir ce partage et sur les conséquences que cela entraîne sur les revenus des pêcheurs:

- avec un accès totalement libre, il n'y a pas du tout de régulation et les pêcheurs se lancent dans un suréquipement effréné qui les appauvrit tous rapidement.
- des règles « identitaires » fixes d'accès à l'espace et aux technologies permettent un meilleur maintien des revenus mais avec d'importantes hétérogénéités. Et celles-ci seront tôt ou tard sources de tensions et de remises en cause des règles de partage.
- des règles d'accès « à places limitées » permettent un maintien intermédiaire des revenus, mais avec une plus grande homogénéité. Ceci à condition que l'accès aux « places limitées » fassent l'objet d'un retirage fréquent au cours du temps.

La deuxième de nos conclusions part de la constatation que les remarquables propriétés dynamiques de la ressource que nous venons de décrire sont apparues (dans nos simulations) grâce aux caractères structurels de cette zone humide et de son écosystème: ces caractères sont d'ordre biologique (la diversité des espèces et leur souplesse

⁶⁸ La Direction Nationale des Ressources Forestières Faunistiques et Halieutiques (DNRFFH) et l'Opération Pêche de Mopti (OPM) réalisent actuellement dans le Delta deux projets de ce type, en bénéficiant de l'appui et des conseils de plusieurs chercheurs de l'ex GP DCN.

adaptative), écologique (la diversité des milieux), géomorphologique et hydrologique (car c'est de là que naissent les processus qui entretiennent la richesse des milieux). C'est tout cela qui détermine le « potentiel de production », lequel se matérialise notamment par le niveau du plateau (*i.e.* le volume du flux annuel de captures en situation d'exploitation intensive quelconque , *cf. supra*). On peut donc considérer ces caractères structurels comme un véritable patrimoine⁶⁹ et préciser que c'est cela qui doit être protégé et conservé. Ainsi, pour éviter que ce patrimoine soit endommagé et que les qualités dynamiques de la ressource face à l'exploitation s'en trouvent diminuées à l'avenir, les gestionnaires doivent porter une attention inquiète à toute chose susceptible de modifier de façon importante le fonctionnement de l'écosystème: les grands barrages amont qui atténuent l'amplitude du cycle des crues, les éventuels projets de chenalisation du fleuve, les petits aménagements hydroagricoles qui se multiplient et dont les effets sur la surface d'inondation utilisable par les poissons sont mal connus, les pollutions chimiques éventuelles (qui peuvent provenir notamment de la riziculture), la construction de nouvelles routes ou ports qui réduiraient l'enclavement de certaines zones et encourageraient de fait une homogénéisation vers le haut de la répartition de l'effort⁷⁰, mais aussi les processus naturels d'ensablement (liés à la désertification des régions environnantes) qui peuvent isoler trop fortement certaines parties de l'hydrosystème et gêner la mobilité des poissons etc...

En prenant appui sur les résultats de la modélisation, on a donc pu hiérarchiser la question de la gestion et de l'aménagement des pêches du DCN en deux niveaux bien distincts:

- une « gestion intra-annuelle » qui consiste à arbitrer le partage du flux fini de production donné chaque année par l'écosystème (ou du moins à aider les pêcheurs à établir et à maintenir les règles de ce partage), et ceci dans le souci de limiter les débauches excessives d'efforts et d'investissements, sources de pertes de revenus..

⁶⁹ Un patrimoine est un capital transmis de génération à génération. De toute évidence, le stock de poissons « dans l'eau » ne peut pas en être un, puisque les poissons ne vivent guère plus de quelques mois à quelques années. L'écosystème Delta et ses mécanismes producteurs a par contre tous les attributs d'un patrimoine.

⁷⁰ Si la situation évoluait effectivement vers une telle homogénéisation spatiale (à la hausse) de l'effort, alors la solution de la mise en place de réserves devrait être envisagée. Cette solution a d'ailleurs déjà été expérimentée dans le Delta.

- une gestion « à long terme » qui consiste à veiller sur les structures productives de l'écosystème, sur leur conservation, sur leur entretien (voire sur leur amélioration), de façon à ce que le volume annuel de flux à partager reste aussi important (ou augmente même) dans les années à venir.

Quant à la gestion à moyen terme, celle qui se soucie de préserver les captures de l'an prochain en limitant l'effort de pêche d'aujourd'hui, nous avons vu qu'elle était largement hors de propos dans le contexte actuel du Delta Central du Niger.

IV. 4- Le rôle de la modélisation et de ses résultats illustrés pour mieux communiquer en direction des gestionnaires.

Indépendamment de l'appui à la réflexion des chercheurs, qui ressort ensuite dans leurs conclusions scientifiques et leurs recommandations aux gestionnaires, il faut souligner que la modélisation et ses résultats « illustrés » ont joué dans le cadre du GP DCN un rôle beaucoup plus direct d'appui à la communication. Ainsi, lorsque les questions « de ressource » ont été affichées à l'ordre du jour de l'atelier final de remise des résultats devant les autorités maliennes et le bailleur de fond, c'est la modélisation qui a été désignée pour exposer, avec ses moyens de communication propres, et notamment la présentation de courbes simulées.

Il s'agissait d'introduire d'abord les notions de biomasse naturelle « B » (stock), de productivité écologique (P/B), de captures et de captures par effort, de phénomènes compensatoires... Il s'agissait ensuite de faire comprendre à l'auditoire pourquoi il est possible d'accepter comme valides des propositions apparemment aussi contradictoires que « il y a effectivement moins de poissons dans l'eau, et aussi moins de poissons capturés par filet posé, et bien sûr moins de poissons capturés dans la région toute entière (par rapport aux années antérieures à la sécheresse), mais cela ne veut pas dire qu'il y a surexploitation car la quantité totale de poissons capturés par an et par unité de surface aquatique est très élevée et se trouve sans doute actuellement au maximum jamais atteint ».

On a aussi utilisé l'augmentation continue de la productivité P/B tout au long des simulations d'intensification d'exploitation pour faire passer cette idée « étonnante » selon laquelle la nature est plus généreuse qu'une banque et qu'elle augmente généreusement les taux d'intérêts lorsque l'on entame un « capital » (le stock B), ce qui

fait que les intérêts se maintienne en masse et que l'on n'a donc pas, dans une certaine mesure, à se préoccuper du « juste » niveau des prélèvements.

Il est intéressant d'utiliser ainsi la modélisation pour combattre certaines évidences intuitives et pour amener certains gestionnaires à s'interroger sur la validité des métaphores moralisatrices dont ils aiment souvent se servir pour conforter leurs options ultra-règlementaristes (qui ont tendance, heureusement, à reculer depuis quelques années).

Et il s'agissait enfin, plus généralement, de montrer que l'on peut rechercher des idées pour améliorer la situation de la pêche et des pêcheurs sans forcément mettre en avant la question de la protection du stock de poisson.

V. 5- L'utilisation des résultats de la modélisation pour concevoir un outil d'aide à la gestion: un observatoire...

Dans les années 50 et 60, les pêcheurs étaient les habitants les plus « riches » du Delta (Fay, 1994). Mais depuis les années 1979, marquées par un déficit pluviométrique persistant, ces mêmes pêcheurs se plaignent constamment de la dégradation des prises et de leurs revenus. Un organisme public de développement et d'encadrement comme l'OPM (présent en permanence sur les zones de production depuis vingt ans) confirme cette évolution globalement négative de la situation des pêcheurs. Les analyses de Bauman (1994) expliquent cela en montrant que la hausse relative de la valeur du poisson (+ 40 % en regard des autres denrées alimentaires) entre 1962 et 1986 n'a pas pu compenser, loin de là, la chute des prises par pêcheur. Cette chute a dû atteindre un facteur 4 environ, puisque la production totale est tombée de 90000 à 45000 t pendant que la population de pêcheurs passait de 100000 et 200000 personnes. Pourtant, les études du GP DCN des années 86-92 ont montré que le Delta restait, toutes choses égales, une très grande région de pêche, non seulement par les sommes de quantités « débarquées » mais aussi et surtout par la production rapportée à la surface durablement inondée (0,12 t/ha - Laë et al., 1994). D'ailleurs, dès qu'une bonne crue est revenue, fin 1994, on a vu la production faire un bon remarquable (avec des prises moyennes par sortie qui sont passées par exemple de 15-20 à 75-80 kg pour les filets dérivants en décrue, IER - 1996), bon qui a été malheureusement contrecarré l'année suivante (1995) par une crue plus faible, laquelle a entraîné une certaine rechute des captures par effort

(27 kg par sortie pour les filets dérivants en décrue, IER - *ibid.*). Toutefois, cette variation négative récente se trouvait largement compensée, aux dernières nouvelles, par le quasi doublement des prix payés au producteur entre 1995 et 1996 (IER, *ibid.*), et ceci en relation, sans doute, avec le développement rapide de la filière de commercialisation.

Cette brève rétrospective montre que la pêche deltaïque est un secteur en évolution rapide et permanente, animé d'un fort dynamisme propre mais aussi très dépendant des fluctuations de l'environnement et de la conjoncture macro-économique régionale. Or les décideurs et gestionnaires maliens ont besoin de connaître année par année cette évolution pour mesurer l'impact réel de leurs projets et, plus généralement, de leurs politiques de développement. D'autant plus que celles-ci sont aujourd'hui en évolution rapide, avec le vote de nouvelles lois sur la gestion des ressources naturelles dans le cadre de la décentralisation d'une partie des pouvoirs de l'état aux collectivités locales.

C'est pourquoi, à la suite des recommandations formulées par l'équipe du GP DCN (Quensière et al. 1994), nous avons participé à la mise en place d'un Système de Suivi permanent de la Pêche dans le DCN, basé au centre IER⁷¹ de Mopti, et ayant pour objectif d'acquérir et de traiter de l'information sur la pêche, puis de la restituer et de la diffuser sous forme d'un bulletin périodique auprès des gestionnaires et instances de décision. Compte tenu du fait qu'un suivi des quantités commercialisées au départ de Mopti existait déjà (grâce à l'OPM), nous avons choisi de nous intéresser tout particulièrement à l'étape de production et à tous les processus qui, localement la décrivent. Ce choix d'objectif (Morand et Kodio, 1996) nous place en première ligne pour observer tout ce qui se déroule au niveau de la « gestion intra-annuelle » telle que nous l'avons définie à la suite des résultats de modélisation (§ 3).

Il s'agit notamment d'évaluer, année après année, les changements dans la façon dont les pêcheurs s'accaparent (ou, plus raisonnablement, se partagent) le flux annuel de production qui leur est littéralement *mis à disposition* tout au long de la décrue et de l'étiage par les phénomènes successifs de concentration du poisson. Pour ce suivi, tous les objets, variables et processus qui étaient essentiels dans les simulations (et plus particulièrement dans les simulations du deuxième groupe) reviennent logiquement à l'ordre du jour: choix

⁷¹ IER: Institut d'Economie Rurale (en charge de la recherche agronomique *lato sensu* au Mali).

des techniques et des engins, lieux et milieux utilisés, renouvellement (ou non) des occupants des places sur certains sites privilégiés (lieux de passage ou de grande concentration du poisson), partage objectif de l'espace de pêche entre différents groupes, durée des phases ou saisons de pêche (par rapport à une technique ou par rapport à une zone). Tous ces objets et toutes ces variables sont suivis de façon factuelle, c'est-à-dire en privilégiant l'observation directe. Quant à la synthèse agrégée de tout cela, c'est tout d'abord l'effort en tant que nombre total de sorties de pêche, dont nous avons vu qu'il était une des variables principales d'entrée dans la théorie halieutique (et dans toutes nos simulations), et c'est aussi les captures moyennes par unité d'effort, dont nous avons montré par simulation que, toutes choses égales par ailleurs, la baisse pouvait indiquer un certain manque de régulation dans le comportement des pêcheurs et leurs interactions plutôt qu'une atteinte réelle et durable à la ressource. Finalement, un recueil d'information sur les prix d'achat du poisson pratiqués par les commerçants-collecteurs auprès du producteur permet de compléter l'évaluation de l'évolution du revenu des pêcheurs. Comme ce suivi a lieu sur des zones où se déroulent des expériences de développement (« tests de gestion décentralisée ») mais aussi autour de ces zones et ailleurs, les informations analysées et restituées doivent intéresser au plus haut point les organismes gestionnaires pour leur permettre d'évaluer la pertinence et la réussite de leurs interventions.

VI. Conclusion

En matière de gestion des ressources renouvelables, la modélisation s'est longtemps cantonnée dans un rôle d'appui à la théorisation la plus généralisante (et donc la plus éloignée des situations toujours singulières du monde réel). A travers la réalisation et les résultats de ce projet, il apparaît que de nouvelles approches, plus souples, plus riches et privilégiant la simulation sur la résolution analytique, pouvaient au contraire explorer des situations bien concrètes et précises ainsi que des questions actualisées par rapport à ces situations. Tout en gardant une certaine distance (épistémologiquement nécessaire) entre modélisation et examen du monde réel, nous pensons avoir ainsi montré que les retombées qualitatives possibles de la modélisation ne sont pas minces dans un programme de recherche finalisé, et ce tant pour formuler de nouvelles recommandations en matière de gestion que pour élaborer de nouveaux outils tels que des observatoires.

VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baumann E. (1994): *Systèmes de production et d'activités: le Kewa*. in *La Pêche dans le Delta Central du Niger*. J. Quensière (ed). IER-ORSTOM-Karthala. pp. 349-361.
- Benech V. et J. Quensière (1987): *Dynamique des peuplements ichtyologiques de la région du Lac Tchad (1966-1978). Influence de la sécheresse sahélienne*. Thèse Doc. d'Etat de l'Université des Sciences et Techniques de Lille.
- Fay Cl. (1993): *Pêcheurs, administrateurs et chercheurs dans le Delta Central du Niger*. Comm. au Coll. de Bergen, Août 1993 (Norvège)
- Fay Cl. (1994): *Organisation sociale et culturelle de la pêche: morphologie et grandes mutations*. in *La Pêche dans le Delta Central du Niger*. J. Quensière (ed). IER-ORSTOM-Karthala. pp 191-207
- Gascuel, (1995): *Dynamiques complexes et relations simples: limites et pertinence des modèles de dynamique des populations pour la gestion des systèmes halieutiques*. in *Questions sur la Dynamique de l'exploitation halieutique*, F. Laloë, H. Rey et J.L. Durand (eds). pp. 353-386
- IER (1996): *Suivi de la Pêche dans le Delta Central du Niger: premiers résultats*. in *P.V. de la 5eme Session du Comité Technique Régional de la Recherche Agronomique: Programme Ressources Halieutiques*. pp. 2-17

- Laë R., M. Maïga, J. Raffray et J.J. Troubat (1994): *Evolution de la pêche*. in *La Pêche dans le Delta Central du Niger*. J. Quensière (ed). IER-ORSTOM-Karthala. pp 143-163
- Laloë F. et A. Samba (1989): *La pêche artisanale au Sénégal: ressource et stratégies de pêche*. Editions de l'ORSTOM. Coll. Etudes et Thèses 395 pp . 1990.
- Laurec A. et G. Le Guen (1978 et 1981): *Dynamique des populations marines exploitées. t.1: Concepts et modèles*. Public. CNEXO, *Rapports Scientifiques et Techniques n°45*, 118 pp.
- Morand P. et A. Kodio (1996): *Mise en place d'un Système de Suivi de la Pêche dans le Delta Central du Niger: concepts et méthodes*. Doc. multigr. IER-ORSTOM. 50 p. + annexes
- Quensière (1989): *L'étude de la pêche dans le Delta Central du Niger: une approche pluridisciplinaire*. in *Symp. Int. ORSTOM-IFREMER, J.R. Durand, J. Lemoalle et J. Weber (eds). La recherche face à la pêche artisanale*. ORSTOM editions, 1991.
- Quensière J et al. (1994): *Conclusions et recommandations*. in *La Pêche dans le Delta Central du Niger*. J. Quensière (ed). IER-ORSTOM-Karthala. pp. 439-447.
- Welcomme R.L., R.A. Ryder et J.A. Sedell (1989): *Dynamics of fish assemblages in river systems - a synthesis*. pp. 567-577 in D.P. Dodge (ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium*. can. Spec.Publ. Fish. Aquat. Sci., 106.

L'EXTRACTIVISME ENTRE CONSERVATION ET DEVELOPPEMENT

Florence Pinton

Catherine Aubertin

La généralisation des références à l'environnement dans l'élaboration des politiques nationales et internationales modifie les relations qu'entretiennent les hommes avec leur territoire et plus généralement avec la nature. A ces nouvelles constructions sociales de la nature correspondent des dispositifs de gestion de l'environnement dont la légitimité se réclame du développement durable. Ainsi, la combinaison des impératifs de développement et de protection de l'environnement se traduit localement par la question de la gestion des ressources naturelles. Cette notion de gestion peut relever d'une logique qui privilégie la reproduction de l'écosystème, mais elle peut aussi traduire une revendication des populations locales pour maîtriser leur développement et pour intégrer leur système de production au marché. La perception de la "conservation" a ainsi considérablement évolué, en rompant d'un côté avec la préservation stricte qui exclue l'homme de l'espace protégé et en rejoignant de l'autre les objectifs de développement qui imposent une certaine rationalité économique. Cet éventail de perceptions alimente les débats internationaux sur la conservation des forêts et plus encore les polémiques qui présentent l'extractivisme comme un modèle de développement durable; les uns se référant d'abord à ses potentialités marchandes, les autres à sa valeur conservacionniste. La construction politique et sociale de la réserve extractiviste, au Brésil, témoigne de cette versatilité.

I. L'extractivisme, quel modèle?

L'extractivisme renvoie à une pratique universelle, celle de l'exploitation de ressources naturelles spontanées. L'extractivisme n'est pas lié à une technique, à un milieu ou à un système de production. Il désigne une grande diversité de situations et de milieux où se combinent ressources biologiques, techniques d'exploitation et

systèmes de production. Popularisé dans les luttes sociales engagées par les *seringueiros*, les collecteurs de caoutchouc, de l'Acre, au Brésil, il évoque aujourd'hui les milieux forestiers tropicaux même si, dans la réalité, cette pratique est présente aussi bien en forêt primaire qu'en milieu fortement anthropisé et couvre une grande variabilité de rapports entre l'homme et le milieu, sur tous les continents.

L'évolution des activités extractivistes témoigne d'un rapport dynamique entre les hommes et la plante convoitée, certaines espèces étant entrées dans des processus de domestication. Le statut de la plante défini par son mode de gestion s'inscrit ainsi dans un gradient qui relativise considérablement l'opposition entre le sauvage et le cultivé. Aussi, dans la réponse à l'action incitative DURR, l'équipe de recherche a proposé une classification des statuts (plante sauvage, plante protégée, plante entretenue, plante cultivée) avec, pour chacun, des modalités d'usage spécifiques. Cela nous a conduit à faire l'hypothèse méthodologique d'une **prise en charge sociale de la ressource**, à chaque fois spécifique, car liée à un réseau de détermination d'origines biologiques, sociales, économiques et politiques qu'il convient d'explicitier.

L'insertion de l'extractivisme dans la problématique du développement durable s'avère très délicate, puisqu'on ne sait pas à quel extractivisme il est fait référence. Peut-on extrapoler certaines des qualités de l'activité, observées dans des situations spécifiques, pour en faire un modèle de réservoir de biodiversité, de conservation de la forêt tropicale, d'aménagement de l'Amazonie, de développement économique, de substitut de réforme agraire ou faut-il se limiter à étudier une activité économique complémentaire et interstitielle? La question, mal posée, trahit la polysémie du concept de développement durable avec toutes ses filiations théoriques et intellectuelles, ce qui permet à chacun d'étayer ses convictions et d'en faire un modèle de sous-développement, ou d'équité sociale, ou encore un modèle de conservation ou d'aménagement de l'espace, etc.

Cette mobilisation interdisciplinaire sur fond de controverses nous a conduit à construire une typologie des différentes formes que pouvait prendre l'extractivisme et à réfléchir, dans chaque cas de figure, sur les possibilités évolutives, compte tenu des particularités biologiques de la ressource, de la spécificité des systèmes de production, de l'histoire locale, etc. (Lescure, Pinton et Empereur, 1994).

Une autre façon d'aborder le sujet est de se limiter à un modèle précis d'extractivisme. C'est le choix que nous faisons ici. Nous avons privilégié la notion de **réserve extractiviste** car elle s'inscrit parfaitement dans le débat mondial concernant les politiques à mener en

termes de conservation et de gestion des ressources naturelles renouvelables. Correspond-elle aux récentes politiques conservationnistes basées sur la participation des populations locales à la gestion d'un espace protégé ou à des politiques de développement durable intégrant la dimension environnementale dans une problématique économique? Notre objectif est de situer les représentations des différents acteurs et de s'interroger sur le processus qui a conduit la communauté internationale et l'État brésilien à reconnaître dans une activité forestière, très localisée dans l'espace et très spécifique par son histoire, un outil pour la défense de l'environnement.

Notre exposé s'articulera en trois parties.

De l'aviamo à " l'individualisme agraire "

L'aviamo est l'organisation sociale qui a permis à l'activité de collecte de produits de la forêt de se structurer. Son déclin a laissé place à un individualisme agraire destructeur des conditions de la poursuite de l'extractivisme : intégrité de la forêt et usage collectif des ressources.

De la réforme agraire à l'unité de conservation

La réserve extractiviste s'inscrit dans l'histoire récente de la construction des problèmes d'environnement. Elle témoigne du besoin de trouver un accord, entre les instances et les intérêts mondiaux, nationaux et locaux, sur les moyens à mettre en oeuvre pour la préservation de l'Amazonie. Si les trois niveaux de préoccupations ont pu converger pour présenter la réserve extractiviste comme une solution, c'est bien sûr au prix de quelques contorsions. On peut se poser la question de savoir comment un groupe de producteurs arrivent à défendre une relation spécifique entre pratiques, ressources naturelles et environnement, et comment cette relation gagne, à un moment donné, une légitimité universelle.

Au niveau local, la réserve extractiviste est d'abord la réforme agraire des seringueiros de l'Acre.

Relayée au niveau international, la revendication devient une façon local d'agir en conformité avec l'évolution de la pensée globale (patrimoine de l'humanité et ressources virtuelles).

Enfin, incorporée dans la politique de l'État brésilien, la réserve extractiviste apparaît comme un compromis entre solution politique et

solution environnemental, matériellement inscrite dans les interstices des grands axes de communication qui sillonnent l'Amazonie.

Une solution généralisable ?

La réserve extractiviste semble n'être envisageable que comme solution foncière et sociale aux régions autrefois sous l'emprise de l'aviamento. L'activité de collecte de produits de la forêt s'inscrit cependant comme une activité qui peut être étendue à d'autres systèmes de productions amazoniens. Une réflexion doit être menée pour savoir quelles sont les ressources (plantes commerciales, produits de l'agroforesterie, biodiversité en général...) et les populations (seringueiros, conservateurs de la forêts, agriculteurs des fronts pionniers...) visées par les politiques autour de l'extractivisme

La réserve extractivisme pose le problème du rôle de l'État dans les politiques de conservation et d'aménagement du territoire.

Décisions et stratégies dans la gestion des ressources naturelles

LES BASES DE DONNEES OCEANOGRAPHIQUES, CONCEPTION ET EXPLOITATION

L'EXEMPLE DE LA BASE DE DONNEES COADS DANS LE PROGRAMME CEOS

C. Roy et M. -H. Durand

L'océanographie physique a longtemps été le champs de l'observation et de la mesure, elle s'est ensuite orientée vers la compréhension et la description de la dynamique des océans. Aujourd'hui, l'océanographie prend une part importante dans les recherches menées sur le climat et s'oriente vers la compréhension de la dynamique couplée du système océan-atmosphère. Depuis le début du siècle, des échanges ont été entretenues avec la biologie marine dans le but de mieux comprendre l'impact des fluctuations de l'environnement marin sur la variabilité des populations marines. Plus récemment, la perception d'un changement climatique global et l'urgence de produire quelques résultats fiables en ce domaine a posé de façon nouvelle et cruciale la question de la disponibilité et de la qualité des données historiques. De longues séries de données sont nécessaires pour que l'évaluation scientifique puisse se faire convenablement et soutenir les décisions à prendre pour répondre à ce problème (Houghton *et al.*, 1990). Dans ce contexte, la constitution de bases de données historiques a pris une importance grandissante. Le coût élevé de collecte et de traitement et le caractère universel et fondamental de ces données a donné lieu à la mise en place de projets de grande envergure, rassemblant de nombreux laboratoires et s'appuyant sur des collaborations internationales.

La base de données COADS (Comprehensive Ocean Atmosphere Dataset - Woodruff *et al.*, 1987) est un exemple, parmi d'autres, des produits issus de ces projets. Nous présentons ici un bref historique de la collecte de ces données et les différentes étapes de l'élaboration de cette base de données. Les motivations nous ayant conduit à sélectionner COADS pour le projet CEOS (Climate and Eastern Ocean Systems) sont ensuite brièvement soulignées (Bakun *et al.*, 1993). Le fonctionnement en réseau de CEOS nous a amené à développer, à

partir de COADS, un produit facilement diffusable et accessible à des laboratoires ne disposant pas de moyens informatiques lourds.

Des exemples illustrant les difficultés rencontrées dans l'utilisation de produits standards dérivés de cette base sont donnés. Pour s'affranchir de ces nombreux biais et erreurs, il s'est avéré indispensable de préserver l'accès aux données originales. Du fait du volume très important que représentent les 100 millions d'enregistrements contenus dans COADS, ce fut une contrainte majeure. Les développements technologiques récents ont cependant permis d'arriver à un compromis raisonnable offrant une souplesse d'utilisation inédite.

En parallèle au développement de cette base de données, une réflexion sur la nature et la caractérisation des changements climatiques à partir de séries temporelles a été menée. Des outils spécifiques, issus de l'économétrie, peuvent être appliqués à notre domaine de recherche.

Pour terminer et afin d'illustrer l'utilisation de COADS qui a été faite dans le réseau CEOS, quelques exemples et résultats sont brièvement résumés.

I. Un bref historique

1626: Le Capitaine J. Smith publie le premier code pour la codification du vent dans les livres de bord.

1775: B. Franklin utilise un thermomètre comme aide à la navigation et pour la cartographie du Gulf Stream.

1805: F. Beaufort définit un code pour quantifier la vitesse du vent. Des versions révisées de ce code sont toujours employées aujourd'hui.

1831: W. Marsden définit un système universel de codification des positions ("Marsden square") afin de faciliter l'archivage et l'analyse des observations réalisées par les bateaux.

1841: M.F. Maury publie une série de cartes de vent et de courant basées sur une première analyse des livres de bord qu'il distribue en échange d'informations météorologiques.

1853: Conférence Maritime de Bruxelles dont l'objectif est de mettre un place un système international de collecte et d'échange de données météorologiques sur les océans. Cette conférence est le premier pas vers l'établissement de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

Tableau 1: Chronologie des principales étapes ayant conduit à la mise en place d'un système mondial d'observation des océans.

Au temps de la marine à voile et jusqu'à l'avènement des outils modernes de navigations (DECCA, Radar, LORAN, TORAN et maintenant le GPS), les observations météorologiques réalisées à bord des bateaux étaient d'une importance cruciale pour entretenir l'estime (i.e. connaître sa position) et donc arriver à bon port. Ces observations étaient scrupuleusement consignées sur les livres de bord. La direction et la vitesse du vent, la pression atmosphérique, la température de l'eau et de l'air, l'état de la mer, la nébulosité, la visibilité, etc. étaient les paramètres les plus couramment archivés. D'autres informations, comme la vitesse et de la direction du courant, étaient non pas mesurées mais évaluées à partir de la différence entre les positions estimées et celles obtenues par la navigation astronomique (sextant). Rapidement, il est apparu que la compilation de ces informations était d'un intérêt considérable pour améliorer notre connaissance de ce vaste univers, les océans, qui représente

près de 70% de la surface totale du globe terrestre. Les principales étapes qui ont conduit à la mise en place, au niveau international, d'un système homogène de collecte de ces données sont résumées dans le tableau 1.

La conférence de Bruxelles en 1853 a jeté les bases de l'organisme qui supervise aujourd'hui la collecte, le traitement et la distribution des données météorologiques: l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) dont le siège est à Genève (Suisse). A l'initiative de M.F. Maury du service hydrographique de la Marine américaine, cette conférence avait pour objectif de discuter de la mise en place d'un système uniforme de collecte de données météorologiques et océanographiques sur les océans et de l'utilisation de ces données comme aide à la navigation. La conférence ayant approuvé les idées avancées par M.F. Maury, différents centres nationaux ont pris en charge la collecte et l'archivage des informations contenues dans les livres de bord. A partir de 1895, la mise au point des premières machines à cartes perforées par Hollerith va révolutionner l'archivage et le traitement de ces données. A partir de 1906, une autre étape importante est franchie par la généralisation progressive de la télégraphie sans fil à bord des bateaux. En 1921, un système de transmission des informations en temps réel à 0000, 0060, 1200, 1800 TU est mis en place. C'est à cette époque que l'archivage et le codage sous forme numérique (carte perforée puis par la suite supports magnétiques) se sont généralisés.

A partir de 1940, afin de fournir des informations à la flottille US opérant dans le Pacifique Ouest et pour préparer le débarquement des Alliés en Normandie, des collections de données ont été rassemblées. A la fin de la Seconde Guerre Mondiale, de gros efforts ont alors été consacrés pour combiner ces jeux de données sous un format unique. Ce travail était justifié par la nécessité de mieux connaître le climat à l'échelle mondiale, par les besoins de plus en plus importants exprimés par les services météorologiques afin d'affiner les prévisions météorologiques et le développement des premiers modèles. Dans les années 1960 aux Etats-Unis, 15 jeux différents de données ont été rassemblés par le National Climate Data Centre (NCDC) sous un format unique: Tape Data Family 11, plus connu sous l'abréviation TDF-11 (NCDC, 1968). La mise au point et la diffusion de ce premier jeu de données uniformisées, associée à la croissance exponentielle des moyens de traitement informatique, a montré l'intérêt que pouvait représenter la mise en valeur de ces bases de données historiques pour la recherche océanographique et pour la prévision météorologique. Cela a donné une impulsion considérable aux tâches de sauvetage et d'archivage des données historiques. Au cours des années 1970, de nombreux projets ont alors vu le jour afin de

compléter ces jeux de données avec des archives encore inexploitées et d'évaluer la validité des informations ainsi obtenues. De nombreuses biais et inconsistances ont ainsi été mis en évidence. Parmi ceux-ci, on peut citer le biais introduit dans les séries temporelles de Température de Surface de la Mer (TSM) suite aux modifications intervenues dans le mode de collecte des données au cours des années 1940. Jusqu'à la seconde Guerre Mondiale, la mesure de la TSM était réalisé à partir d'un échantillon d'eau de mer prélevé à l'aide d'un seau en toile ou en bois. Une fois sur le pont du navire, l'évaporation peut entraîner un refroidissement de l'échantillon et ainsi fausser la mesure. Dans l'Atlantique Nord, des études ont montré qu'en hiver, la correction à apporter aux séries de TSM peut atteindre 1°C (Folland and Hsiung, 1987; Folland and Parker, 1990, Jones and Wigley, 1992). A la fin des années 1940, l'apparition de seaux isolés et la mise en place progressive de thermomètres sur la prise d'eau des machines a supprimé ces problèmes ... mais d'autres sont apparus !

PRODUITS	TYPE	NOMBRE DE BANDES MAGNETIQUES
Long Marine Reports (LMR 5)	R	48
Decadal Summaries, Trimmed or Untrimmed	D	2
Compressed Marine Reports (CMR 5)	R	18
Monthly summaries Untrimmed	M	9
Monthly summaries Trimmed	M	18
NCDC TD-1129	R	115

Tableau 1 : Liste des différents produits de la base de données COADS ("release 1"). Le type de produit est identifié par : R = enregistrements individuels, M = moyennes mensuelles par carré 2°x2° de 1854 à 1979, D = climatologie décennale par mois et par carré 2°x2°. Le nombre de bandes magnétiques est basée sur une densité de 6250 bpi. LMR correspond à l'ensemble des observations individuelles enregistrées en ASCII de 1800 à 1979 (volume = 39,5 Gb). CMR est une sélection de 28 éléments les plus couramment utilisés, de 1854 à 1979, enregistrements individuels compressés en binaire comportants chacun des indicateurs de qualité (volume = 13,7 Gb). TD 1129 est le jeu de données initial à partir duquel COADS a été élaboré (volume 84.6 Gb).

Le projet qui a conduit à la création de la base de données COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data-Set) a vu le jour en 1981 à la suite d'une initiative conjointe de plusieurs laboratoires américains : le CIRES (Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences), le ERL (Environmental Research Laboratories), le NCAR (National Centre for Atmospheric Research) et le NCDC (National Climatic Data Centre). L'objectif du projet était de mettre en place une base de données, facilement utilisable, relatant l'histoire de la variabilité climatique des océans de 1854 à 1979. Plus de 100 millions d'observations météorologiques couvrant l'ensemble des océans de 1854 à 1979, provenant de sources diverses, ont été rassemblées. Diverses procédures visant à trier les enregistrements, éliminer les doubles, corriger et valider ce jeu de données ont été appliquées. Ce travail a été réalisé sur les super-ordinateurs du NCAR : CDC 7600 et CRAY 1, les seules machines pouvant traiter à cette époque une telle masse de données. L'ensemble des procédures de validation qui ont été mises en oeuvre constitue indéniablement le point fort et l'originalité de COADS. Ces procédures ont conduit à associer, à chaque enregistrement, différents indicateurs de la "qualité" de la mesure (mode de prélèvement, position par rapport à la moyenne climatique, etc.). Ainsi, avec une telle structure, chaque utilisateur peut lui-même définir ses propres critères de qualité pour sélectionner ses données. C'est un atout majeur par rapport à d'autres bases de données. La première version de COADS dénommée "COADS release 1" a été diffusée en 1985, après plus de 4 années de travail intensif. Les principaux paramètres accessibles dans COADS sont : température de l'air, de la mer, vitesse des composantes Nord-Sud et Est-Ouest du vent, pression atmosphérique, humidité, couverture nuageuse (Woodruff *et al.*, 1987).

"COADS release 1" est constitué de 14 produits différents couvrant la période 1854-1979: enregistrements originaux qui ont permis de constituer la base de données, enregistrements traités selon la procédure COADS sous différents formats (ASCII : LMR5, Binaire compressé: CMR 5), moyennes des différents paramètres calculées avec différents pas de temps incluant l'ensemble des données ("untrimmed records") ou une sélection basée sur des tests statistiques ("trimmed records") (Slutz *et al.*, 1985). Les principaux produits sont présentés dans le tableau 1. Pour la période 1981-1990, un jeu de données temporaire sur lequel une validation partielle a été réalisée fut diffusé en 1991. Seuls les formats LMR et CMR permettent l'accès à la donnée individuelle, les autres produits sont constitués de moyennes mensuelles ou de climatologies par carré 2°x2°. Ces derniers produits sont ceux les plus couramment utilisés du fait de leur maniement aisé et de leur volume relativement compact. Depuis la diffusion de COADS, plusieurs groupes de travail ont été organisés afin de discu-

ter de l'utilisation de COADS, des problèmes rencontrés et des améliorations à apporter (Woodruff, 1986; Diaz *et al.*, 1992, Diaz et Isemer, 1994). En 1993, une mise à jour de la période 1980-1992 (release 1a) a été diffusée avec des améliorations notables mais qui ont cependant entraîné une modification du format CMR. Une mise à jour partielle de la période 1947-1992 a été diffusée en 1995 (Release 1b). Le traitement de l'ensemble des données sous ce nouveau format, avec l'ajout de nombreuses données et de nouvelles procédures de contrôle, est prévue en 1996 (Release 2) (Woodruff *et al.*, 1993).

II. Motivations pour l'utilisation de COADS dans le programme CEOS.

Un des objectifs premiers du programme CEOS (Climate and Eastern Ocean Systems) était de rassembler et d'analyser en suivant une approche comparative, les données concernant les quatre grands écosystèmes d'upwelling au cours des quarante dernières années (Bakun *et al.*, 1993). Pour les aspects climatiques, il existe peu de bases de données avec une telle couverture spatiale et temporelle. Une des contraintes majeures était aussi de disposer d'un jeu de données homogènes spatialement et temporellement, afin de réaliser les analyses rétrospectives et comparatives envisagées par CEOS. Rapidement, il est apparu que seule COADS permettait de satisfaire ces besoins.

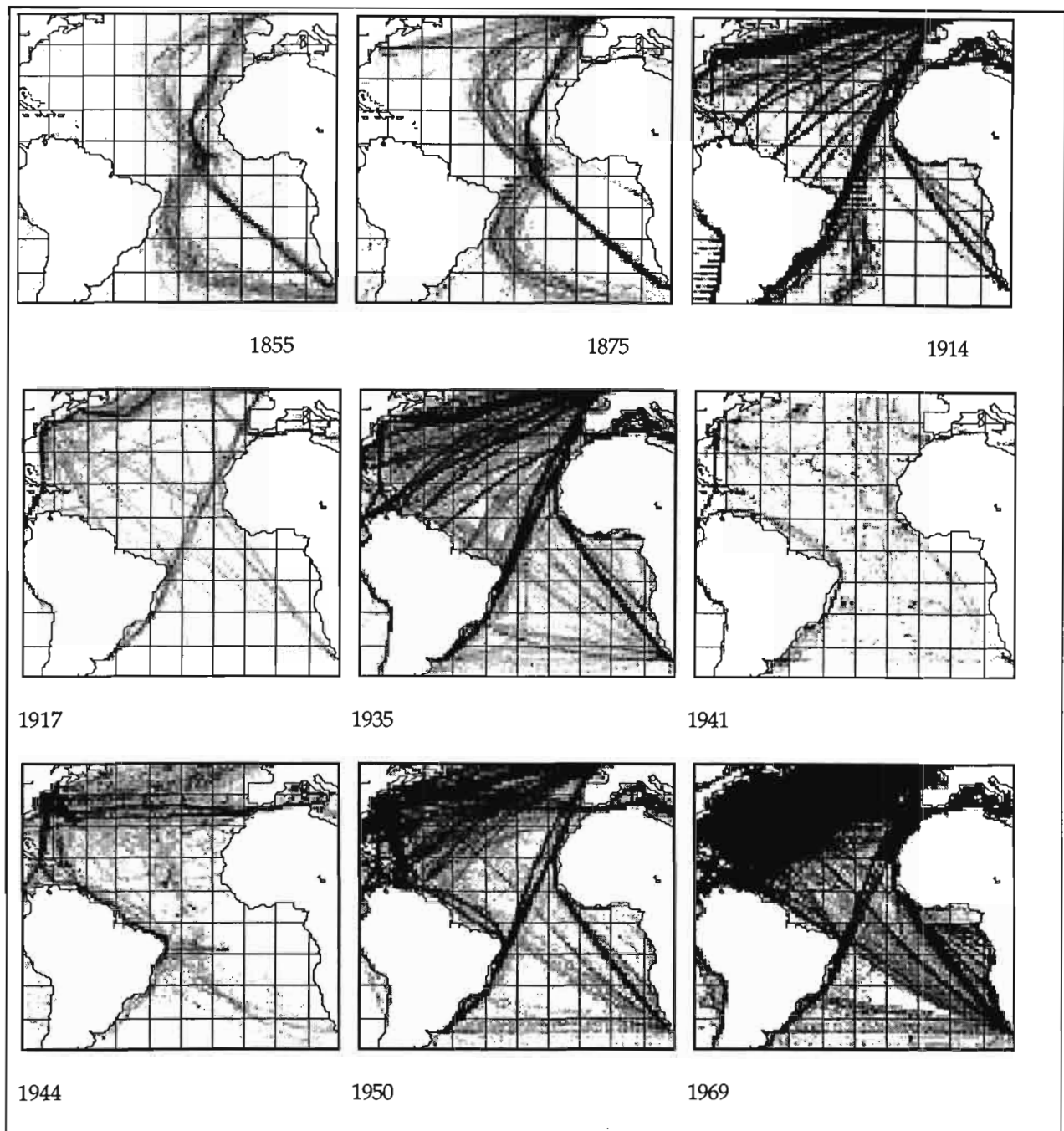


FIGURE 1 : Quelques exemples de cartes illustrant la densité spatiale des données COADS (TSM) dans l'Atlantique en 1855, 1875, 1914, 1917, 1935, 1941, 1944, 1950 et 1969. La densité des données est maximale le long des principaux rails de navigation. Au début du siècle, avec l'avènement de la marine à vapeur et la disparition des grands voiliers, les routes suivies par les navires deviennent rectilignes. À partir de la fin de la Seconde Guerre Mondiale, la densité des données est élevée sur l'ensemble de l'Atlantique Nord et dans l'Atlantique Est au nord de 10°N. Les façades maritimes de l'Afrique de l'Ouest, de l'Afrique du Sud, de la Namibie, du Brésil et de l'Argentine sont relativement bien échantillonnées par la présence de rails de navigation longeant ces côtes. La densité des données est faible dans le Golfe de Guinée et l'Atlantique Sud. Les conséquences, en terme de trafic maritime, de nombreux faits historiques sont repérables sur ces cartes. L'ouverture du Canal de Suez à la fin du siècle dernier, a entraîné une augmentation importante du trafic en Méditerranée au détriment du rail Dakar-Le Cap (Cap de Bonne-Espérance). L'activité des sous-marins allemands au cours des deux guerres mondiales a eu pour conséquence une diminution très forte du trafic maritime sur l'Atlantique. À partir de 1942, on observe cependant une augmentation significative du trafic entre les USA et la Méditerranée : cela marque l'implication des USA en Afrique du Nord et l'ouverture d'un deuxième front par le Général Patton (opération Torch). La fermeture du

Canal de Suez entre 1967 et 1975 a conduit à une forte augmentation du trafic maritime autour du Cap de Bonne Espérance.

COADS ne rassemble que des données de surface, c'est une limitation importante mais la densité des données océanographiques de subsurface disponible est encore faible et il est illusoire de vouloir baser des analyses rétrospectives sur de telles données, notamment dans les zones tropicales.

Pour CEOS, la base de données COADS présente donc de nombreux atouts. L'étendue spatiale échantillonnée par les bateaux marchands couvre la majeure partie des océans : dès la fin du 19ème siècle, il est possible de construire des chroniques de la variabilité climatique le long des rails de navigations qui s'étendent dans l'Atlantique Sud en direction du Cap Horn et du Cap de Bonne Espérance (fig. 1 et 2).

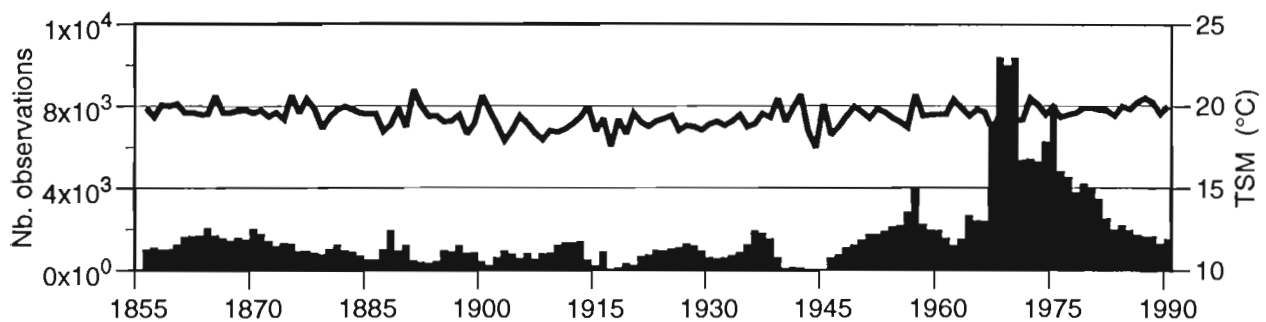


Figure 2: Evolution annuelle du nombre d'observations et de la Température de Surface de la Mer (TSM) dans l'Atlantique Sud, de 1854 à 1990 (zone : 20°S-30°S, 0-10°E).

Du fait de la relative uniformité des plates-formes d'observations et des méthodes de mesures (observations réalisées à partir de la passerelle des bateaux), il est possible de comparer d'une région ou d'un océan à l'autre, des séries temporelles obtenues à partir des observations rassemblées dans COADS. De telles comparaisons sont difficiles à réaliser avec d'autres types de données. Avec des stations côtières par exemple, les principales difficultés résident dans les modes de prélèvement et le pas d'échantillonnage qui diffèrent d'une station à l'autre; souvent, ces données ne reflètent que des conditions très locales qu'il est difficile d'étendre à l'ensemble d'une zone (influence du relief sur le vent, prélèvements réalisés dans les ports situés en général dans des zones abritées, ...). Les données satellites offrent une couverture mondiale mais qui ne remonte guère au delà des années 1980; pour ces données les problèmes liés à la calibration et la dérive des capteurs sont encore loin d'être entièrement résolus; dans de

nombreuses régions (zone équatoriale par exemple) la trop forte couverture nuageuse ne permet pas de disposer d'observations de manière continue (fig. 3). Les données COADS ne sont pas absentes de biais et d'erreurs, cependant les principales limitations sont connues et documentées du fait du travail de recherche réalisé par un grand nombre d'organismes et des échanges constamment entretenus entre les concepteurs et les utilisateurs de COADS. Pour les zones tropicales, COADS possède un atout majeur : ce sont très souvent les seules et uniques données disponibles ! Un autre élément essentiel est la présence de rails de navigation situés près des côtes avec une forte densité de données permettant ainsi un échantillonnage fin et régulier (fig. 1). En Afrique de l'Ouest, du Maroc au Sénégal, la densité des données avec un maillage de $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ est en général supérieure à une centaine d'observations par mois, permettant ainsi de bâtir des séries temporelles continues et relativement fiables depuis la fin de la Seconde Guerre Mondiale.

L'intérêt de ces données pour les recherches halieutiques a été démontré lors d'un programme sur la variabilité et l'instabilité des ressources pélagiques côtières d'Afrique de l'Ouest, développé par l'ORSTOM et les partenaires régionaux (Maroc, Mauritanie, Sénégal, Côte d'Ivoire et Ghana) à partir du CRODT de Dakar (Cury et Roy, 1991) à la fin des années 1980. A cette occasion, nous avons utilisé un sous-ensemble du Fichier TDF-11 (Atlantique 30N-20S, de 1964-1984) pour quantifier la variabilité de l'environnement en Afrique de l'Ouest. Profitant des moyens informatiques disponibles au CRODT, nous avons pu développer un certain nombre de programmes d'interrogations et de traitement, tout d'abord sur le calculateur central du centre et ensuite nous avons assuré le transfert des données et des programmes sur des micro-ordinateurs de type PC. Ce produit a ensuite été diffusé aux partenaires régionaux, leur permettant ainsi d'avoir pour la première fois accès aux données récoltées devant leurs côtes.

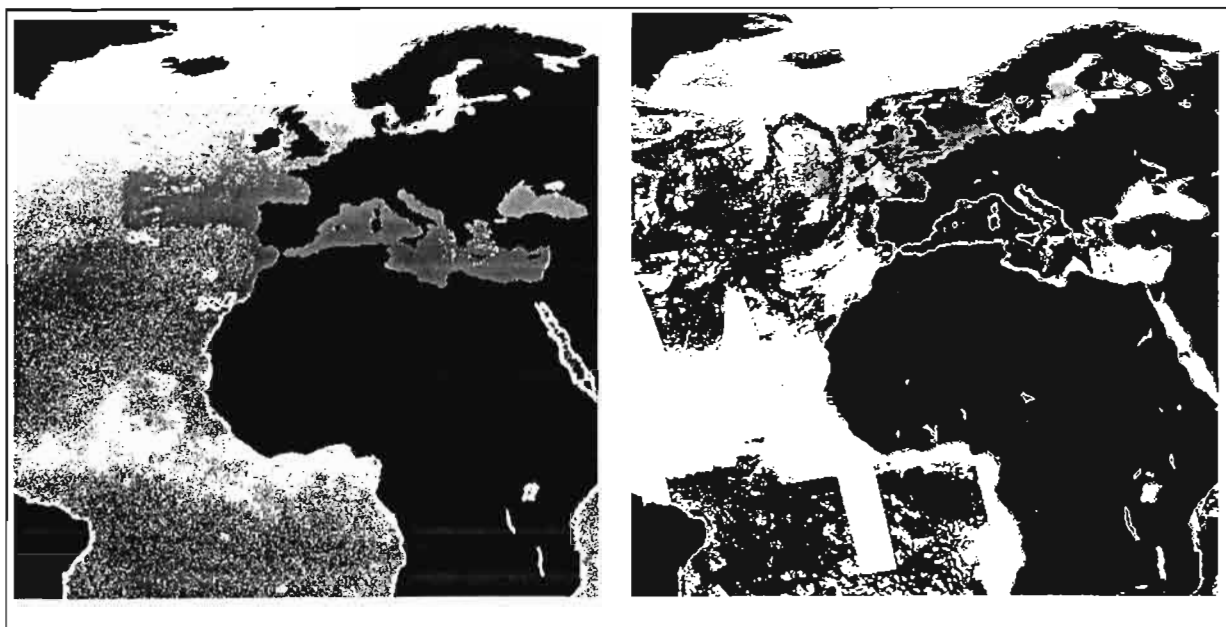
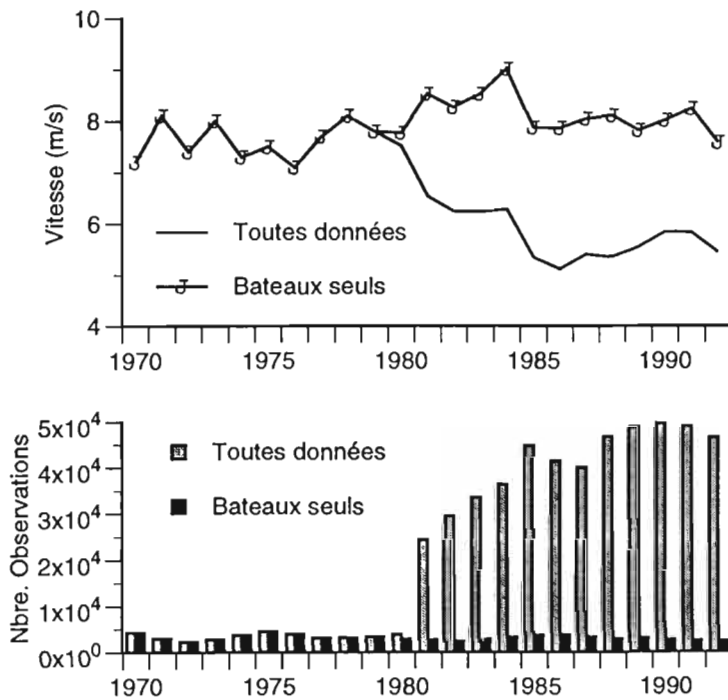


Figure 3: Synthèses mensuelles de la distribution spatiale de la TSM (janvier 1986) et de la chlorophylle (juin 1986) obtenue à partir des satellites NOAA dans l'Océan Atlantique. Malgré une répétitivité élevée, de larges régions ne sont pas échantillonnées, notamment en raison des difficultés rencontrées dans les régions à forte nébulosité. (Source : CD-ROM-NASA-JPL)

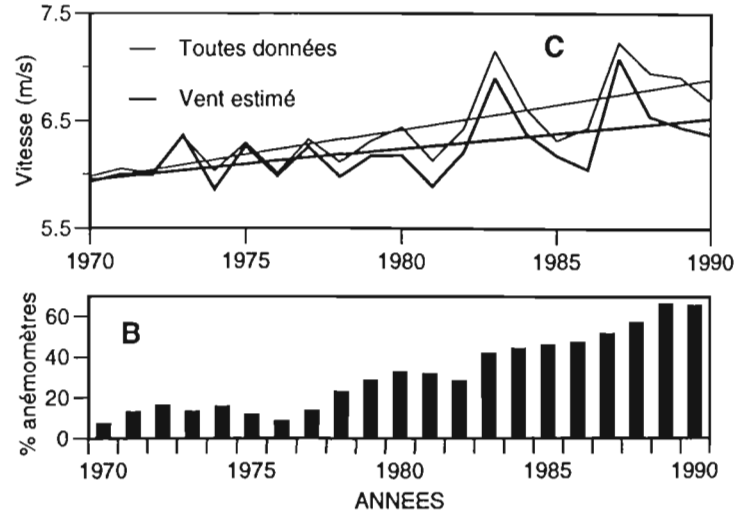
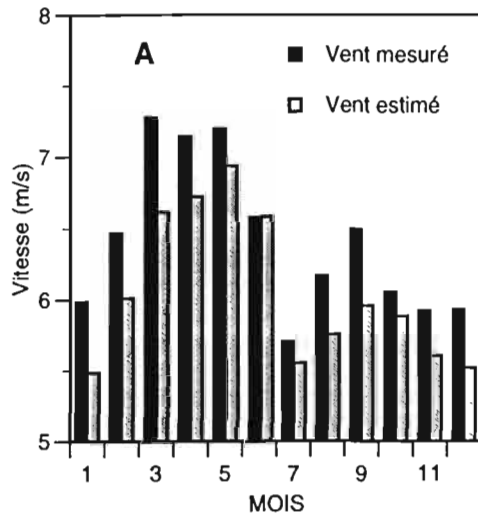
III. Conception et développement de la base de données

Lors de la mise en place de CEOS, un accord est rapidement intervenu entre les différents partenaires du projet (NOAA, ICLARM, ORSTOM) concernant la priorité à donner au développement d'une base de données climatiques basée sur COADS. Le réseau scientifique CEOS qui associe des pays en développement aux trois instituts leaders de CEOS était une composante majeure du projet. Il s'avérait donc indispensable d'assurer la diffusion de cette base de données à une communauté scientifique ne disposant pas de moyens informatiques lourds. La décision fut prise de développer l'ensemble de la base et les outils d'interrogation sur micro-ordinateur. Parmi les nombreux produits disponibles au NCAR, notre choix s'est évidemment porté sur le jeu de données pré-traités (moyennes mensuelles des paramètres les plus usuels par carré $2^{\circ} \times 2^{\circ}$). Le volume relativement faible de ces fichiers (environ 80 Mb) comparé à celui du jeu de données originales (environ 3,2 Gb sous le format CMR 5) et la facilité de mise en oeuvre ont constitué les éléments déterminants de ce choix.

Un premier prototype a été développé sur PC et Macintosh et les premières analyses ont démarré. Rapidement, nous nous sommes heurtés à de nombreuses difficultés. Le maillage spatial rigide (grille $2^\circ \times 2^\circ$) ne permettait pas de prendre en compte la topographie de la côte. Les rails de navigations sur lesquels la densité des observations est maximale se trouvaient parfois distribués sur deux éléments de la grille. Le problème majeur résulte cependant du calcul des moyennes mensuelles réalisées par le NCAR et qui intègre sans discernement l'ensemble des données disponibles.



COURANT DE CALIFORNIE



une table de conversion échelle beaufort-noeuds (ou m/s) est utilisée. Malheureusement, cette table de conversion élaborée au début du siècle, sous-estime les vents faibles et modérés. Comme le nombre de données de vent mesurées à l'aide d'un anémomètre s'accroît régulièrement depuis les années 1950 (fig. 5), le vent moyen calculé à partir de l'ensemble des données disponibles (estimées à partir de l'échelle Beaufort et mesurées à partir d'un anémomètre), présente un biais systématique se traduisant par une tendance positive, totalement fictive (fig. 5).

Utiliser les données pré-traitées par le NCAR sous forme de moyennes mensuelles présentait de nombreux attraits, cependant l'utilisation de ce type de produit s'est avérée dangereuse pour des études climatiques du fait des nombreux biais existants. Seule l'accès aux données individuelles permet de contourner certaines de ces difficultés. Après cette première tentative à partir des fichiers mensuels, la décision fut donc prise de développer notre base de données à partir des fichiers au format CMR5 qui permettent de conserver l'accès aux enregistrements individuels. Le volume important des fichiers au format CMR5 (3,2 Gb) constituait une contrainte majeure qui a pu être surmontée par l'émergence de nouveaux périphériques de stockage de grande capacité (disque optique). Pour la diffusion à travers le réseau, la solution adoptée fut le transfert des fichiers sur cinq CD-ROM dont une centaine d'exemplaires fut produite. Le transfert sur support optique s'est effectué après avoir restructuré et homogénéisé l'ensemble des fichiers CMR5. Un tri par secteur géographique fut réalisé. La structure choisie est la suivante : l'ensemble du globe terrestre est découpé en 648 carrés de 10° de latitude par 10° de longitude. Les carrés $10^\circ \times 10^\circ$ sont ensuite subdivisés en 25 carrés de $2^\circ \times 2^\circ$. A chaque carré $10^\circ \times 10^\circ$ est associé un répertoire contenant 25 fichiers, chaque fichier rassemble les données dans un carré de $2^\circ \times 2^\circ$. Cette structure permet de limiter la taille des fichiers à prendre en compte lors d'une interrogation de la base de données dans une région donnée : les seules données à traiter seront celles correspondant à l'ensemble des fichiers $2^\circ \times 2^\circ$ qui délimitent la région sélectionnée. Avec une telle structure, un utilisateur travaillant régulièrement dans une zone donnée peut envisager de ne prendre en compte qu'une portion relativement réduite de la base de données (par exemple, un utilisateur travaillant dans le Golfe de Guinée pourra s'affranchir des fichiers du Pacifique et de l'Atlantique Nord).

En parallèle avec le développement de la base de données, un module d'interrogation a été développé. Les tâches allouées à ce module ont volontairement été limitées à la sélection, l'extraction et le calcul de séries temporelles suivant différents pas d'espace et de temps. Cela privilégie bien sur la rapidité d'accès aux données mais surtout

cela laisse à l'utilisateur le libre choix des outils pour la visualisation et le traitement des séries. D'autre part, il aurait été inutile de se lancer dans une telle direction alors qu'il existe sur le marché de nombreux logiciels scientifiques extrêmement performants pour réaliser ces tâches. La sélection des données suivant différents critères : 1-critères géographiques (latitude-longitude) et temporels (année-mois), 2-critères relatifs à l'origine (bateaux, bouées, ...) et le type de données (données de vent estimées ou mesurées), 3-critères statistiques. Le dialogue entre l'utilisateur et la machine se fait à travers une interface dont les principales fenêtres de dialogue sont présentées sur les figures 6-A à 6-C.

Dans un premier temps, l'interface a été développée sur Macintosh, une version DOS a ensuite été mise au point mais, du fait de la complexité du code informatique, un système de développement spécifique a du être acquis auprès d'une compagnie privée, le coût de la licence multi-utilisateurs étant prohibitif, nous n'avons pu distribuer ce produit. Une nouvelle version destinée aux compatibles PC, utilisant l'environnement Windows 95, est en cours de développement au Centre ORSTOM de Brest et sera disponible début 1997.

The screenshot shows a 'Settings' dialog box with the following sections and controls:

- Space Settings:**
 - North Latitude: 34
 - East Longitude: -136
 - South Latitude: 30
 - West Longitude: -140
 - Space Interval: 2 Degrees (dropdown)
- Time Settings:**
 - Start Year: 1980
 - End Year: 1982
 - Time Interval: Year (dropdown)
- File Locations:**
 - Data Directory: MAC HD:CODE:COADS Data:
 - Output Directory: MAC HD:CODE:Results:
 - Output File Prefix: FILE1
- Selected Parameters:**
 - List box containing: SST, Air Temperature, Dew Point, Wind Components
 - Parameter Options button
- Output Format:**
 - ASCII
 - HDF
 - Map
 - NetCDF
- Buttons:** Quit, Extract

Figure 6.A : Fenêtre principale de l'interface.

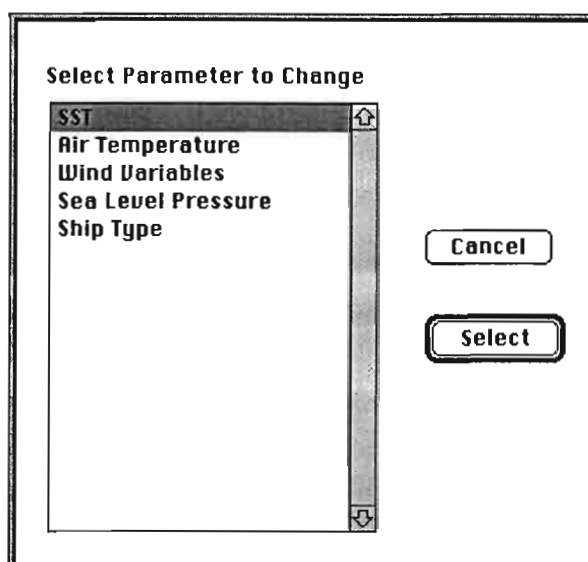


Figure 6 B : Fenêtre correspondant à la sélection des paramètres et le type de plate-forme : température de surface de la mer, de l'air, vent, pression atmosphérique et plate-forme.

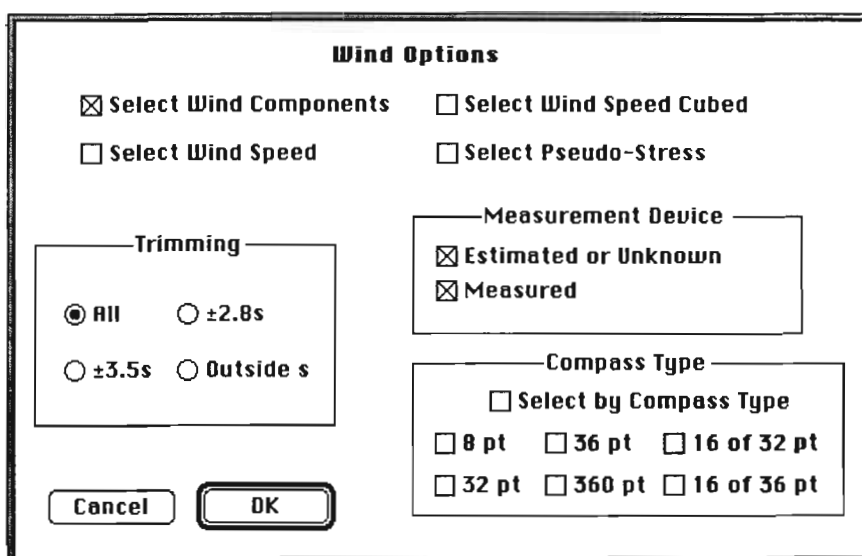


Figure 6-C : Fenêtre correspondant à la sélection des options pour le vent : composantes Nord-Sud et Est-Ouest, vitesse scalaire, variables dérivées (pseudo tension du vent, vent au cube), type de mesure (estimé, mesuré et type de compas) et indicateurs statistiques.

IV. Questions et méthodes d'analyse

L'étude de la variabilité climatique de l'environnement marin dans les systèmes d'upwelling est importante du fait de l'influence déterminante des fluctuations climatiques sur l'instabilité des espèces

pélagiques. Caractériser les changements qui surviennent réellement dans l'environnement océanographique est devenu un problème crucial. C'est une question difficile qui nécessite de considérer avec attention ce que l'on entend exactement par le mot "changement" et la manière dont les changements apparaissent dans les données océanographiques.

La détection des changements dans les données océanographiques a pris une nouvelle tournure depuis l'hypothèse émise par Bakun (1990) stipulant que le réchauffement global pourrait avoir un effet positif sur la tension des vents parallèles à la côte et en conséquence produire une intensification des upwellings côtiers. Les séries temporelles de tension de vent le long du bord Est des océans semblent montrer l'existence d'une tendance positive depuis le début des années 1950. Cette tendance semble être un trait commun partagé par ces différentes séries couvrant l'Atlantique et le Pacifique. Toutes autres manifestations de "changement" paraissent plus locales ou transitoires. Si ce phénomène s'avérait être effectivement généralisé, on devra lui imputer une cause générale avec des conséquences peut-être problématiques pour l'avenir à long terme de certaines pêcheries.

L'analyse des changements climatiques des upwellings côtiers s'articule autour d'un certain nombre de questions:

- le cycle saisonnier est-il constant ou changeant dans le temps ?
- observe-t-on réellement des tendances de long-terme ?
- les changements sont-ils permanents ou transitoires ?
- existe-t-il des ruptures de tendances, à partir de quel seuil ?

Pour expliquer ces changements, les océanographes cherchent également à savoir si des chocs autonomes, tels ceux produits par les phénomènes de type ENSO, ont des effets permanents ou transitoires sur la dynamique des océans, si les changements saisonniers ou les tendances convergent d'une quelconque façon pour différentes variables océanographiques, ou encore, analysant les évolutions communes d'une variable sur un large ensemble géographique, à partir de quel niveau de glissement est-il possible de parler de zone de rupture ou de transition ceci pouvant correspondre, par exemple, à un seuil écologique et établir un barrage écologique aux migrations de poissons.

Pour comprendre le comportement d'une variable et formuler quelques hypothèses, il est habituel de distinguer dans l'évolution générale d'une série différents mouvements caractéristiques: tendanciel, cyclique, saisonnier et résiduel. Cela suppose donc que l'on soit capable d'identifier et d'extraire ces diverses composantes d'une donnée observée et synthétique par nature. Détecter des "tendances" et statuer sur l'existence d'un "changement saisonnier" est loin d'être facile, les concepts de "tendance" ou de "saisonalité" n'ayant pas même de définition statistique précise et formelle. Il est maintenant usuel, lorsqu'on analyse une série temporelle tendancielle, de s'interroger au préalable sur le caractère stochastique ou déterministe de la tendance. Dans les échantillons finis, ces deux types de tendance ont la même apparence. Une batterie de tests, dits "tests de racine unité", ont été mis au point pour distinguer ces deux cas préalablement à toute représentation. En effet, les propriétés statistiques de ces séries et les modèles à utiliser sont radicalement différents. Sur les séries réelles, l'existence conjointe de ces deux types de tendance ou encore, plus fréquemment, l'existence de retournement ou de rupture de tendance, compliquent sérieusement la mise en oeuvre de ces tests et la fiabilité de leurs résultats.

En dépit d'une longue histoire de l'étude des saisonnalités, la littérature sur ce sujet offre une grande variété de définitions. La définition la plus simple est celle d'une saisonnalité déterministe autorisant la moyenne d'une série à varier à chaque saison. Ce modèle produit une saisonnalité fixe et régulière. Les autres définitions de la saisonnalité tels que la saisonnalité stochastique stationnaire, les processus saisonniers "intégrés", ou encore les processus périodiques sont plus intéressants à détecter dès lors que l'on cherche à mettre en évidence l'existence de "changements saisonniers" et à les caractériser. Les processus déterministes permettent quelques variations mais pas de véritables changements du cycle saisonnier, tandis que les processus périodiques et stationnaires stochastiques autorisent des changements transitoires et les processus intégrés sont caractéristiques de changements permanents du cycle saisonnier.

Comme pour la composante tendancielle, les propriétés statistiques de ces grands types de saisonnalité sont fondamentalement différentes, mais, dans les échantillons finis et en absence de chocs aléatoires, ils peuvent apparaître très similaires. Identifier les propriétés statistiques d'une série observée permet donc de caractériser les changements qui surviennent dans l'environnement océanographique. La méthode consiste à utiliser des tests de racines unités saisonnières. Les tests actuellement disponibles ne sont pas toujours satisfaisants et sont encore l'objet d'une recherche active en économétrie.

Si l'existence de racines unités dans une série chronologique est important pour comprendre quel type de tendance affecte le comportement de cette série et son mouvement saisonnier, cela a aussi d'intéressantes conséquences lorsqu'on examine conjointement un ensemble de séries. Des séries non-stationnaires dans leur tendance de long-terme ou dans leur cycle saisonnier ont parfois la propriété de devenir stationnaires lorsque on les modélise conjointement. On dit alors qu'elles sont cointégrées. Cette notion de cointégration est intéressante, car bien que statistique, elle peut fournir des interprétations utiles dans un cadre plus théorique. Les modèles de cointégration permettent de séparer, dans un ensemble de séries, les composantes tendancielle ou saisonnières qui leur sont communes de celles qui restent particulières à chaque série.

Une étape-clé dans la compréhension de la dynamique des upwellings est de pouvoir comprendre et distinguer les liens qui existent entre des évolutions ou des tendances communes qui affectent de la même manière une large zone géographique (changement global) et les mouvements cycliques, stationnaires ou non, qui restent propre à une zone particulière (dynamique et changement local). Considérés dans un contexte spatial, les modèles de cointégration peuvent permettre d'analyser la variabilité à différentes échelles spatiales et temporelles.

Ces notions et modèles d'analyses des séries chronologiques, dont on n'a présenté ici qu'une petite sélection, ont été développés ces dix à quinze dernières années par des économistes travaillant essentiellement dans le domaine de la finance. Ces méthodes sont encore très peu utilisés par d'autres disciplines, elles peuvent pourtant, à l'évidence, être d'un grand intérêt dans de multiples domaines. Les rares transferts disciplinaires qui se sont faits très récemment concernent les modèles Espace-Etat et l'utilisation du filtre de Kalman à des études climatologiques car seule l'existence de larges bases de données avec des séries de taille suffisamment longue permet de les mettre en oeuvre.

V. Quelques résultats

L'utilisation de la base de données COADS au sein de CEOS a été intensive. COADS a été sollicitée dans de nombreux domaines : études sur la climatologie des upwellings, sur la variabilité du recrutement en Californie et au Chili, sur les stratégies de reproduction dans les zones d'upwelling, sur les bouleversements écologiques dans le Golfe de Guinée, ...

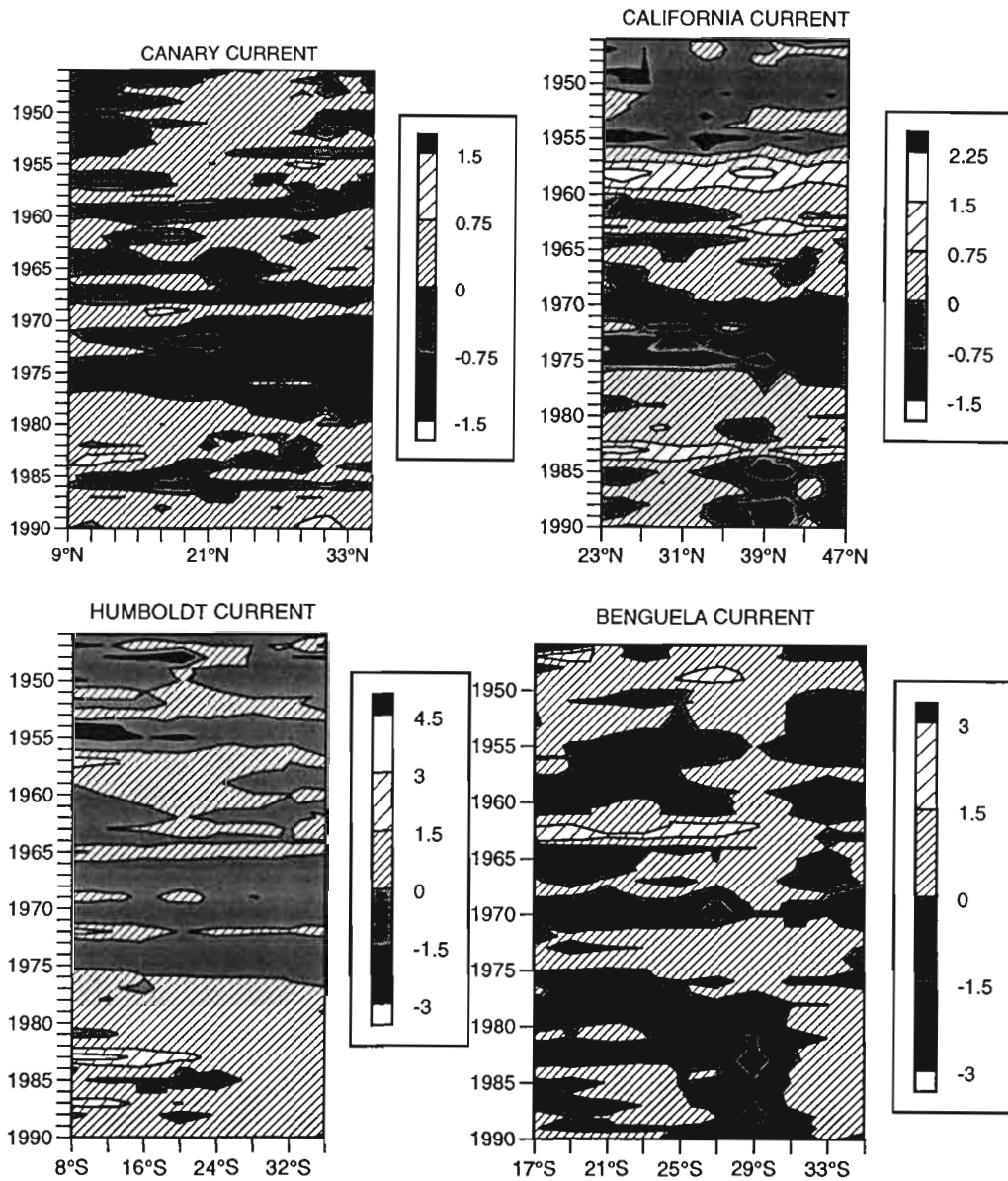


FIGURE 7 : Evolution spatio-temporelle des anomalies de température de surface dans les quatre grandes zones d'upwelling déterminées d'après les données COADS. Un élément remarquable est la présence d'une anomalie froide au cours des années 1970-1976 qui s'est développée simultanément dans trois de ces écosystèmes (Canaries, Californie et Humboldt). On peut aussi noter que l'amplitude de la variabilité interannuelle est faible dans le courant des Canaries par rapport à celle observée dans les autres régions qui sont dominées par des événements chauds de type ENSO (adapté de Laurent, 1996).

La première étape fut d'évaluer la qualité des informations contenues dans COADS et de cerner le degré de confiance que l'on pouvait accorder aux séries temporelles obtenues à partir des extractions

réalisées. La mise en évidence des biais introduits par la prise en compte de données issues des bouées devant les côtes californiennes (fig. 4) et les tendances artificielles dues à l'augmentation des données de vent collectées à l'aide d'un anémomètre (fig. 5) sont quelques exemples, parmi d'autres, du travail réalisé dans ce domaine.

Des études comparatives de la variabilité climatique des upwellings ont été réalisées. Pour ce type d'étude, l'atout majeur de COADS est de disposer d'une base de données homogènes sur l'ensemble des océans, permettant ainsi des études comparatives inter-écosystèmes. La figure 7 illustre le type d'analyses et de comparaisons qu'il a été possible de réaliser. Dans le même ordre d'idée, une synthèse des relations entre des paramètres de l'environnement et les stratégies de reproduction des poissons pélagiques, a pu être menée sur l'ensemble des écosystèmes d'upwelling (fig. 8).

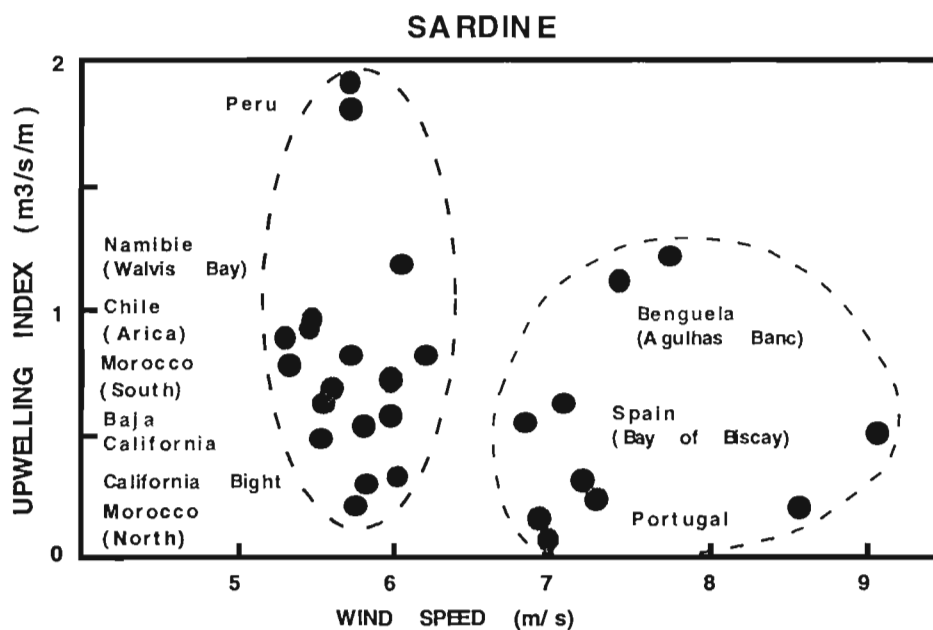


Figure 8: Vitesse du vent et indice d'upwelling observés au cours des saisons de ponte pour la sardine dans différents écosystèmes côtiers (d'après Shin, 1995).

Plusieurs travaux s'intéressant à la variabilité du recrutement dans différentes régions ont pu être réalisés à l'aide de COADS, permettant ainsi une généralisation de concept de la fenêtre optimale (Cury *et al.*, 1995; Roy *et al.*, 1992; Roy *et al.*, 1995). Concernant les bouleversements écologiques apparus au cours des années 1980 en Côte d'Ivoire, l'hypothèse émise par Pezennec et Bard (1992) a pu être confirmée (Roy, 1995).

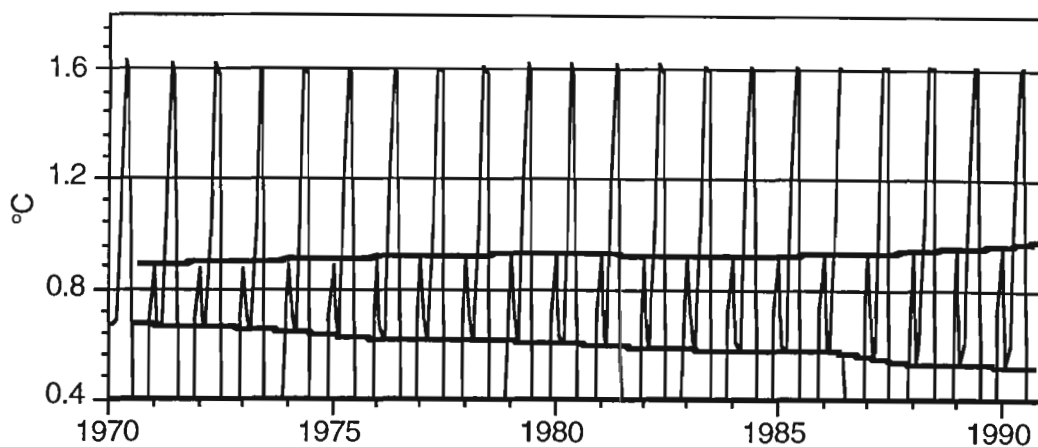


Figure 9 : Zoom de la série temporelle de TSM devant la Côte d'Ivoire (composante saisonnière) montrant l'intensification de l'upwelling au cours de la Petite Saison Froide depuis les années 1970. Cette intensification a contribué à l'établissement d'une seconde saison de ponte en début d'année, favorisant ainsi l'accroissement très important de la population de sardinelles (d'après Roy, 1995).

VI. Conclusion

L'ensemble des travaux ayant fait appel à COADS ne peut être détaillé ici, ces quelques exemples permettent d'illustrer quelques uns des domaines qui ont été abordés. De la climatologie à l'halieutique, les domaines d'applications de COADS à travers le réseau CEOS ont été extrêmement variés. L'apport de la base données COADS a été très important pour CEOS et ce jeu de données a stimulé de manière significative les activités scientifiques menées à travers le réseau CEOS.

Une centaine d'exemplaires du jeu de CD-ROM ont été produits. La distribution à travers la communauté scientifique a été assurée par la NOAA pour le Pacifique et par l'ORSTOM pour l'Atlantique et l'Océan Indien. Nous avons reçu de nombreuses demandes (plus d'une cinquantaine) pour cet outil, émanant de chercheurs individuels, de laboratoires de recherche ou d'organismes internationaux. Un frein important à la diffusion du produit a été de ne pouvoir diffuser une version PC de l'interface d'interrogation (les CD-ROM sont par contre accessibles à partir de nombreuses plateformes: PC, Macintosh ou Unix). Cette lacune sera comblée prochainement (début 1997).

La mise à jour de la base de données n'a pas été envisagée de manière concrète. Depuis le démarrage du projet, le NCAR a diffusé de nouveaux produits. Ce n'était évidemment pas du ressort de CEOS d'assurer la mise à jour des CD-ROM et de l'interface. Une activité minimale a cependant été assurée. La nouvelle version de COADS

pour la période 1980-1993 est accessible sur disque à la NOAA (PFEG-Monterey) et au centre ORSTOM de Brest. Le programme d'interrogation a été également modifié pour s'adapter au nouveau format des données. Un financement reste cependant à obtenir pour assurer le transfert sous CD-ROM et leur diffusion. Ces activités ne sont cependant pas du ressort de CEOS mais plutôt des activités d'animation et de valorisation scientifique de l'ORSTOM.

VII. Bibliographie

- Bakun, A. 1990. *Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling*. *Science*, 12 January 1990, Vol. 247: 198-201.
- Bakun A., V. Christensen, C. Curtis, P. Cury, M.H. Durand, D. Husby, R. Mendelsohn, J. Mendo, R. Parrish, D. Pauly and C. Roy. 1993. *The Climate and Eastern Ocean Systems project*. *Naga*, 15(4):26-30.
- Cury, P. and C. Roy, (eds). 1991. *Pêcheries Ouest-africaines: variabilité, instabilité et changement*. ORSTOM, PARIS, 525p.
- Cury P., C. Roy, R. Mendelsohn, A. Bakun and D. M. Husby. 1995. *Moderate is better: exploring nonlinear climatic effect on the Californian northern anchovy*. In R.J. Beamish [ed.] *Climate change and northern fish populations*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 121, p41-424.
- Diaz H.F., K. Wolter and S.D. Woodruff. 1992. *Proceedings of an international COADS Workshop, Boulder, Colorado, January 13-15 1992*. US Department of Commerce, NOAA, 390p.
- Diaz H.F. and H.J. Isemer, 1994. . *Proceedings of an international COADS winds Workshop, Kiel, Germany, 31 May-2 June 1994*. . US Department of Commerce, NOAA - Institut für Meereskunde, Kiel.
- Fletcher J.O., J. Slutz and S.D. Woodruff, 1983. *Towards a Comprehensive Ocean Atmosphere Data set*. *Trop. Ocean-Atmos. Newsllett.*, 20, 13-14.
- Folland C.K. and J. Hsiung, 1987. *Correction of seasonally varying biases in uninsulated bucket sea surface temperature data using a physical model*. *Met. Office Synoptic Climatology Branch Memo No. 154*.

- Folland C.K. and D.E. Parker. 1990. *Observed variations of sea surface temperature.*
In : *Climate-Ocean interaction*, M.E. Schlesinger ed., NATO workshop,
Oxford, Kluwer Academic Publishers, 21-52.
- Houghton J.T., Jenkins G.J. and J.J. Ephraums, eds. 1990. *Climate change, the IPCC
scientific assesment.* Cambridge University Press. 365p.
- Jones P.D. and T.M.L. Wigley, 1992. *Corrections to pre-1941 SST measurements for
studies of long-term changes in SSTs.* In : *Proceedings of the internatio-
nal COADS workshop, Boulder, Colorado, 13-15 January 1992*, H. F.
Diaz, K. Wolter and S.D. Woodruff Ed., US Department of Commerce,
NOAA. 227-237.
- Laurent C., 1996. *Détermination de la variabilité climatique (1945-1990) dans deux
principales zones d'upwelling à partir de la base de données COADS.*
Rapport de DEA. UBO Brest. 66p.
- National Climate Data Center, 1968. *TDF-11 reference manual.* NCDC, Asheville,
N.C., USA.
- Pezennec O. and F.X. Bard, 1992. *Importance écologique de la petite saison d'upwel-
ling ivoiro-ghananéenne et changements dans la pêche de Sardinella
aurita.* Aquat. Living Ressour., 5, 249-259.
- Roy C. 1995. *The Cote d'Ivoire and Ghana coastal upwellings : dynamics and
Change.* In : *Dynamique et usage des ressources en sardinelles de
l'upwelling côtier du Ghana et de la Côte d'Ivoire.* F.X. Bard et K.A.
Koranteng eds., ORSTOM éditions Paris. p346-361.
- Roy C., P. Cury et S. Kifani, 1992. *Pelagic fish recruitment success and reproductive
strategy in upwelling areas : environmental compromises.* In : *Benguela
Trophic Functioning.* Payne, A.I.L., Brink, K.H., Mann, K.H. and R.
Hilborn (Eds). S. Afr. J. mar. Sci. , 12 : 135-146.
- Roy C., C. Porteiro and J. Cabanas. 1995. *The Optimal Environmental Window Hy-
pothesis in the ICES Area: The Example of the Iberian Sardine.* in : *Dy-
namics of upwelling in the ICES area.* ICES coop. res. rep., 206. p57-65.

- Shin Y.J. 1995. *Stratégies de reproduction des Clupéoidés des zones d'upwelling côtier: tentative de généralisation. Rapp. DEA. ENSA Rennes.68p.*
- Slutz, R.J. S.J. Lubker, J. D. Hiscox, S.D. Woodruff, R. L. Jenne, D.H. Joseph, P.M. Steurer and J.D. Elms. 1985. *Comprehensive Ocean-atmosphere Data Set; Release 1. NOAA Environmental Research Laboratories, Climate Research Program, Boulder, CO, 268.*
- Woodruff S.D. 1986. *Proceedings of a COADS Workshop, Boulder, Colorado, January 22-24 1986. NOAA Environmental Research Laboratories, Climate Research program, Boulder, Colo., 218p.*
- Woodruff, S.D., R.J. Slutz, R.L. Jenne and P.M. Steurer. 1987. *A Comprehensive Ocean-atmosphere Data Set. Bull. Amer. Meteor. Soc., 68, 1239-1250.*
- Woodruff S.D., S.J. Lubker, K. Wolter, S.J. Worley and J.D. Elms. 1993. *Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (COADS) Release 1a: 1980-1992. Earth System Monitor. US. Dept. of Commerce. NOAA. 40p.*