



fondamentales de végétation, ont été sélectionnées et repérées pour cette étude. Dans la mesure du possible, une parcelle soumise à un pâturage intensif sera associée à une parcelle dépourvue de bétail ou soumise à un pâturage léger. La végétation de ces parcelles sera comparée, au moyen d'une analyse multivariée, à celle qui croît dans l'ensemble de la zone de recherche et à l'extérieur, de manière que les extrapolations soient plausibles.

L'échantillonnage des sols est terminé. Une liste des espèces est en cours d'élaboration et la production herbacée, représentée par la récolte maximale sur pied, est mise en corrélation avec la composition des espèces, au type de sol, au type de végétation, aux essences d'arbres, et à leur taille, à leur densité et au couvert forestier. On évalue l'activité des vers de terre et des termites et l'on surveille tout au long de l'année l'activité du bétail et des grands animaux, y compris leurs préférences en matière de pâturage et de broutage. L'intensité et la fréquence des brûlages, ainsi que la saison à laquelle ils sont effectués, sont étudiées à la fois dans les parcelles pilotes et ailleurs et on les met en corrélation avec le sol et la végétation.

La recherche porte aussi sur d'autres domaines où elle peut contribuer à améliorer la gestion : sélection des essences et contrôle de leur densité, augmentation de la fixation d'azote due à la présence de légumineuses et croûtes à algues bleues, possibilité de semer des légumineuses locales utilisables dans la savane naturelle pour encourager la production de fourrage à haute teneur en protéines, et possibilité de récolter l'herbe et de l'emmagasiner en vue de sa consommation pendant la saison sèche.

Le projet n'en est encore qu'à ses débuts et d'autres problèmes peuvent se poser. Les plans et les directions de recherche peuvent évoluer en fonction des données des recensements des animaux et des études sur l'environnement. Mais le principe directeur général du projet est établi et peut s'énoncer comme suit : obtenir des informations de base que l'on pourra extrapoler à d'autres régions de savane tropicale humide et sur lesquelles on pourra se fonder pour rationaliser la gestion des pâturages extensifs de la savane et maintenir leur production. □

12 OCT. 1983

O. R. S.

N° : 3326

Cote : B n ex 1

Recherches sur les lagunes ivoiriennes

J.-R. Durand

Dans le cadre du Projet 5 du MAB et en collaboration avec la Division des sciences de la mer de l'Unesco, la Côte-d'Ivoire, grâce à son budget spécial d'investissement et d'équipement, élargit sa participation aux recherches lagunaires du monde. Les activités de son Centre de recherches océanographiques à Abidjan ne cessent de s'étendre depuis 1973. La Côte-d'Ivoire est particulièrement bien pourvue en milieux saumâtres lagunaires, qui s'étendent sur près de 300 kilomètres le long de son cordon littoral et représentent une superficie totale de l'ordre de 1 200 kilomètres carrés. Il s'agit de milieux à régime complexe, soumis aux influences conjuguées des eaux continentales et marines et ce, suivant des modalités diverses, tenant à la fois au régime des fleuves — côtiers ou soudaniens — et à l'importance et l'origine, naturelle ou artificielle, des communications avec le milieu marin.

Ces milieux saumâtres tropicaux n'avaient jamais fait l'objet d'observations systématiques et généralisées, malgré leur importance, remarquable à plus d'un titre, pour nombre d'activités humaines : communications, échanges commerciaux, pêche, tourisme. Ces activités entraînent elles-mêmes la concentration des peuplements sur le littoral et, progressivement, l'urbanisation et les diverses atteintes de l'environnement qui en sont la conséquence habituelle. Cette évolution est tout à fait caractéristique et particulièrement spectaculaire dans le cas de la lagune Ebrié avec le canal de Vridi et le développement accéléré de l'agglomération abidjanaise. Les lagunes tropicales constituent donc des écosystèmes particulièrement sollicités et justiciables de programmes de recherches spécifiques.

On peut distinguer trois grands domaines d'intervention.

Connaissance du milieu physico-chimique. Il s'agit-là de la description initiale du milieu à la fois d'un point de vue statique (bathymétrie) et d'un point de vue dynamique (importance et rythme des apports, variations spatio-temporelles de facteurs physico-chimiques tels la salinité, la température...).

Les transferts d'énergie dans l'écosystème lagunaire. Ce domaine englobe d'une manière générale tous les aspects de production, qu'il s'agisse de la production

J.-R. DURAND est chercheur de FORSTOM et directeur du Centre de recherches océanographiques à Abidjan.

primaire, secondaire ou terminale. Le bilan des transferts aux principaux niveaux de la pyramide trophique devrait permettre d'analyser les mécanismes et de mettre en évidence les principaux facteurs de la productivité des lagunes tropicales.

Les stocks exploités. Tous les aspects pouvant aider à la compréhension des pêcheries lagunaires — traditionnellement très productives — doivent être abordés : mise au point de méthodes d'enquêtes des techniques artisanales, récolte des statistiques, biologie et écologie des principales espèces (poissons et crustacés), dynamique des populations, aspects socio-économiques.

LE STADE ACTUEL

Les recherches ont jusqu'à présent été consacrées à la lagune Ebrié qui constitue le sous-ensemble le plus vaste (560 km²), encadré par la lagune de Grand-Lahou à l'ouest (150 km²) et par la lagune Aby à l'est (430 km²). Ces trois lagunes, échelonnées le long de la moitié orientale du rivage ivoirien, représentent 95 % des eaux saumâtres de la Côte-d'Ivoire.

Cinq sous-programmes peuvent être distingués.

Hydroclimat

La description physico-chimique du milieu lagunaire est un des rares domaines où l'on dispose de données anciennes, antérieures à 1951, date de l'ouverture du canal de Vridi. A ces données historiques (1946-1956) s'ajoutent des observations sporadiques (entre 1955 et 1972). Il manquait toutefois une récolte systématique des principaux paramètres dans l'ensemble de la lagune pendant un cycle annuel complet, lagune qui a été comblée en 1975 avec 55 stations visitées tous les mois sur l'ensemble du système Ebrié en mesurant salinité, température, oxygène, transparence, nitrites et nitrates, phosphates, chlorophylle, à des profondeurs espacées de 3 mètres de la surface au fond. Les variations saisonnières et régionales observées sont décrites et en cours de publication.

Production primaire

L'étude de la production primaire planctonique a débuté en 1975 avec des mesures systématiques d'oxygène et de biomasse végétale planctonique aux mêmes stations et avec la même périodicité que les observations se rapportant à l'hydroclimat. Puis des mesures intensives ont été effectuées en 1976 et 1977 lors de cycles de 24 heures dans quelques stations caractéristiques.

Plusieurs notes viennent de paraître : utilisation des traceurs radio-actifs en écologie aquatique, assimilation du phosphate minéral dans une lagune tropicale, éléments nutritifs limitant la biomasse phytoplanktonique.

Par ailleurs, plusieurs études ponctuelles se sont intéressées à la production végétale : production primaire benthique; peuplements phytoplanktoniques de l'ensemble de la lagune Ebrié; étude de la production primaire et des peuplements phytoplanktoniques en zone urbaine.

Les travaux en cours devraient permettre de présenter une vue globale de la production primaire d'une lagune tropicale et des facteurs qui la contrôlent.

Production secondaire

Zooplankton. Une étude préliminaire de la production globale par la méthode « physiologique » a été réalisée avec pour objectifs l'évaluation des biomasses et des taux de production nette, d'excrétion et d'ingestion et ce aux trois saisons caractéristiques et en quatre stations déjà choisies pour l'étude de l'hydrobioclimat. Les résultats semblent mettre en évidence des taux de transfert élevés et des biomasses faibles. Les travaux en cours consistent à comparer la production d'*Acartia clausi* (espèce généralement prépondérante) évaluée, d'une part, par la méthode physiologique, d'autre part, par la méthode structurale classique (croissance individuelle en poids et structure de la population).

Benthos. La phase de terrain est pratiquement terminée et les observations concernent l'ensemble du système lagunaire Ebrié (faune benthique et sédiments). Deux publications sont prévues en 1979 (biocoenotique, répartition bathymétrique des espèces) ainsi qu'une note sur la répartition d'*Arca senilis* (bivalve consommé par l'homme). La synthèse de l'ensemble des données récoltées sur le benthos lagunaire devrait être terminée début 1980.

Recherches liées à la production terminale

Biologie et écologie des principales espèces. Une dizaine d'espèces ou genres de crustacés et poissons ont paru devoir être retenus soit à cause de leur rôle actuel dans les pêches lagunaires, soit pour leur intérêt potentiel ou actuel en aquaculture. Elles peuvent se répartir en trois catégories :

Espèces estuariennes : on y trouve les trois *Cichlidae* les plus communs : *Tylochromis jentinki*; *Tilapia*



heudelotii et *T. guineensis*; les deux espèces de *Chrysichthys*, et *Macrobrachium*.

Espèces mixtes mer-lagune mais se reproduisant en lagune : deux surtout, *Ethmalosa fimbriata*, espèce de loin la plus abondante dont la phase lagunaire est bien connue, et le crabe *Callinectes latimanus*, le crustacé le plus commun en lagune.

Espèces à phase juvénile lagunaire et se reproduisant en mer : essentiellement un crustacé, *Penaeus duorarum* et trois espèces de poissons : *Elops lacerta*, *Pomadasys jubelini* et *Liza falcipinnis*. Les crevettes ont fait l'objet d'observations suivies et l'ensemble du cycle est bien connu. On ne peut en dire autant des poissons dont la phase adulte pose un problème d'échantillonnage en mer.

Stocks exploités. La synthèse des recherches sur *Penaeus duorarum*, commencées depuis 1969, a conduit à l'élaboration d'un modèle de gestion des stocks ivoiriens.

Des données quantitatives sur les prises de *Callinectes* ont été récoltées en 1975 et 1976 et devraient permettre de mieux situer l'importance — considérable — des crabes en lagune. Pour les stocks de poissons, la connaissance des techniques artisanales de pêche en lagune et le recensement des engins correspondants ont représenté une phase particulièrement importante et délicate. La phase de recensement préliminaire a eu lieu en 1973 et 1974. Les premières enquêtes fiables datent de 1975 et 1976 et les premières estimations globales de 1977. Au plan des méthodes, la pêche collective est bien appréhendée tant pour le travail de terrain que pour l'exploitation automatique des données qui pourra être faite mois par mois en temps réel à partir de 1979. La pêche individuelle, hétérogène, dispersée et relativement moins importante, reste difficile à cerner.

Aspects socio-économiques. Dans le contexte lagunaire, l'étude ethno-socio-économique s'est avérée particulièrement féconde de plusieurs points de vue. Suivant le groupe et les terroirs, la pêche constitue une activité annexe ou essentielle, selon l'importance des revenus agricoles (plantations). Historiquement le mode d'exploitation de la lagune était basé sur des pêches collectives communautaires et les pêches individuelles y étaient beaucoup plus actives, cela allait de pair avec une prédation très sélective basée sur une bonne connaissance de l'écologie et du comportement des espèces cibles. L'irruption récente des pêches collectives non communautaires (main-d'œuvre allochtone, capital détenu par un propriétaire unique), aboutit à des tensions — voire des conflits — entre les techniques collectives récentes

et les techniques individuelles. Ces oppositions aboutissent à une division du terroir lagunaire et une intensification de l'exploitation qui retentit sur la composition et le volume des captures.

Pollution

Les conséquences des pollutions sur l'écologie de la lagune Ebrié ont été étudiées dans le cadre du projet d'assainissement de la lagune dans la zone urbaine d'Abidjan. La lagune est en effet l'objet d'agressions croissantes dues en particulier à des rejets d'origines diverses, domestiques, industrielles ou agricoles qui peuvent à terme compromettre l'implantation humaine à ses abords.

Les recherches entreprises sont terminées sur le terrain et comportent quatre volets : a) pouvoir autoépurateur des eaux à l'égard des matières organiques; b) flore bactérienne réductrice et pollution fécale; c) influence des pollutions sur la production primaire; d) modifications du milieu physico-chimique lagunaire et ses conséquences.

PERSPECTIVES

Le développement des recherches sur les milieux lagunaires devrait comporter deux grands volets : a) compléments indispensables dans le cadre d'un projet global et intégré : il s'agit de terminer l'étude de la lagune Ebrié dans l'optique des trois grands thèmes initialement définis (hydrobioclimat, transferts d'énergie, production terminale); b) extension à un cadre « sous-régional » : étude de la lagune Aby, voisine orientale de la lagune Ebrié, à forte productivité et pratiquement vierge de toutes investigations.

Parmi toutes les opérations nouvelles, dans la lagune Ebrié, qu'il serait intéressant de mener à bien, deux ont paru plus particulièrement importantes : l'étude des relations trophiques, parce qu'elle peut permettre de connaître le degré d'utilisation des principales sources de nourriture, et la synécologie des peuplements de poissons, car elle suppose un effort de synthèse bio-écologique particulier.

Relations trophiques

L'étude des régimes alimentaires constitue une étape fondamentale dans la compréhension des relations entre les organismes de tous types de l'écosystème lagunaire. La quantification des transferts d'énergie correspondants pour certains maillons caractéristiques de chaînes ali-

mentaires représentatives permettrait d'évaluer les efficiences globales depuis l'énergie incidente jusqu'à la production terminale.

Les connaissances actuelles se réduisent à quelques données fragmentaires sur les principales espèces. Il faudrait procéder à une étude généralisée du réseau trophique et à des évaluations quantitatives sur deux ou trois chaînes alimentaires préalablement définies, par exemple celle conduisant aux Ethmaloses *via* le plancton (phyto et/ou zoo) et celle conduisant aux *Chrysichthys via* le benthos (et plus particulièrement les mollusques).

Peuplements ichthyologiques

Les aspects synécologiques n'ont pratiquement pas été abordés jusqu'à présent — en dehors du benthos — alors que ceux-ci sont indispensables à une compréhension globale de l'écosystème. Afin de préciser la nature et la structure des peuplements, il est indispensable de disposer de relevés taxonomiques précis et complets, ce que ne permettent pas les données actuelles axées sur les principales composantes, que ce soit du point de vue biologique ou de celui de l'exploitation.

Des pêches expérimentales périodiques devraient permettre de définir — en s'aidant d'un survol rapide de la biologie : reproduction et nutrition — les principaux spectres de peuplement, leurs variations spatio-temporelles (et le rôle de l'hydroclimat), la place des espèces dans le réseau trophique.

Une opération ponctuelle en baie de Cocody permettra de comparer les peuplements actuels en milieu urbain pollué à ceux rencontrés il y a plus de quinze ans (1962).

Le cadre d'un tel programme est nécessairement extensible à toutes les lagunes littorales de façon à cerner les facteurs susceptibles d'expliquer les différences de structure rencontrées (pollution, exploitation, nature de l'exutoire sur la mer, etc.).

En dehors de ces deux opérations nouvelles, réalisables dans les deux ou trois années à venir, il est nécessaire de continuer des observations de routine sur l'hydrobioclimat lagunaire afin de caractériser la variabilité interannuelle. Celle-ci pourra être reliée aux variations climatiques — au sens large — par l'intermédiaire d'indicateurs météorologiques ou hydrologiques (rivières et océan). Dans le même ordre d'idées, il est indispensable de donner une extension durable à la collecte des données de pêche afin d'obtenir une série assez longue permettant d'évaluer les modifications de production de l'écosystème lagunaire en fonction de l'évolution de l'exploitation et/ou de l'environnement.

Alors que la lagune Ebrié — malgré les lacunes qui

viennent d'être soulignées — représente maintenant un milieu bien exploré, la lagune Aby représente un système pratiquement vierge de toutes recherches aquatiques. Ce ne serait pas là une motivation suffisante en soi pour proposer de pallier au moins partiellement ce manque d'information s'il ne s'agissait d'un ensemble d'importance presque comparable à celle de la lagune Ebrié. Il y a donc un intérêt économique immédiat à connaître la production piscicole actuelle et les perspectives d'aquaculture.

Un autre argument, plus fondamental, réside dans l'intérêt d'une comparaison de deux systèmes lagunaires adjacents qui se ressemblent a priori à beaucoup de points de vue puisqu'il s'agit de la même zone climatique, de milieux saumâtres peuplés d'organismes proches et de structures d'exploitation artisanale analogues, mais qui diffèrent au plan écologique par le mode d'alimentation en eau, la morphologie des bassins lagunaires, la répartition des groupes humains riverains, ainsi qu'au plan socio-historique.

Il n'est évidemment pas envisagé de s'engager dans une étude identique à celle de la lagune Ebrié, mais tout au contraire de choisir des aspects prioritaires pour lesquels les méthodes mises au point et l'expérience acquise devraient permettre d'éviter les tâtonnements et de démarrer rapidement les programmes sélectionnés. Deux grands thèmes peuvent être retenus : milieu physique et production primaire, et pêche et poissons.

Dans le domaine des recherches en eaux saumâtres, l'expérience actuellement menée sur les lagunes ivoiriennes est originale à plus d'un titre. Elle mérite pleinement les épithètes de « globale » et d'« intégrée » et a en tant que telle une double spécificité, par la variété des disciplines mises en jeu — des biochimistes aux socio-économistes — et par l'imbrication étroite et indispensable de recherches fondamentales et de recherches à implications a priori plus immédiates. Sur ce dernier point, un exemple récent vient d'être fourni dans le domaine de l'aquaculture : celle-ci doit être basée dans le milieu lagunaire sur l'implantation d'enclos dans les hauts fonds; or des mortalités massives de poissons se sont produites récemment en lagune Ebrié, risquant ainsi d'hypothéquer l'avenir du projet. Une analyse des données de l'hydrobioclimat montre que le phénomène est probablement naturel et les recherches entreprises à ce sujet devraient permettre d'analyser les processus ayant conduit à cette intoxication du milieu et donc d'exclure certaines implantations.

L'expérience acquise sur les lagunes de Côte-d'Ivoire devrait servir dès maintenant au plan régional tant par l'information interne qui est souvent transposable à



d'autres milieux saumâtres tropicaux, qu'au niveau de la formation des spécialistes d'Afrique de l'Ouest appelés de plus en plus à s'intéresser au devenir de l'interface continent-océan. □

L'écologie dans la pratique — évaluation de dix années de recherches dans le domaine de la résolution des problèmes

Comme le suggère ce titre provisoire, la Conférence scientifique internationale, qui se réunira à Paris, au siège de l'Unesco, du 27 octobre au 3 novembre 1981, mettra l'accent sur les activités concrètes de terrain qui assurent la liaison entre la recherche en écologie et les besoins du développement. Organisée dans le cadre du Programme sur l'homme et la biosphère (MAB), la conférence sera centrée sur un certain nombre de grands thèmes, tels que : les approches interdisciplinaires d'un développement rural intégré, les approches écologiques de l'amélioration de la planification urbaine, la responsabilité de la science et de la société dans la mise sur pied d'une base pour la conservation des écosystèmes, le rôle du scientifique dans l'application des résultats de la recherche, et les buts, les structures et les méthodes d'une coopération scientifique internationale.

Les exemples seront le plus souvent choisis au sein du MAB. Les participants seront des spécialistes personnellement engagés dans les opérations, et l'on espère obtenir aussi la participation des responsables politiques et des décideurs, comme celle des journalistes scientifiques.

La communauté scientifique internationale doit jouer un rôle déterminant. Des entretiens informels ont eu lieu entre le secrétariat du MAB et des représentants du Conseil international des unions scientifiques (CIUS), en vue d'amener la communauté scientifique à une évaluation rigoureuse et substantielle des résultats préliminaires acquis par le MAB. La conférence sera complétée par une exposition de documents sélectionnés et fournis par les comités nationaux du MAB, illustrant les résultats acquis au cours des dix premières années du MAB, et visant à stimuler une prise de conscience de l'intérêt du programme de la part des responsables politiques, des scientifiques et du grand public. La conférence et l'exposition seront couplées avec la septième session du Conseil du MAB. □

La réserve de biosphère de Montes Azules (Chiapas)

La réserve de biosphère de Montes Azules a été créée par décret présidentiel publié au Journal officiel du Mexique le 12 janvier 1978. Elle s'étend sur une superficie de 331 200 hectares, et un vaste éventail d'écosystèmes tropicaux terrestres et aquatiques y sont représentés.

Située au sud-est du Mexique, près de la frontière guatémaltèque, la réserve est pratiquement isolée et n'a presque pas subi l'influence de l'homme.

La recherche écologique ne cherche pas uniquement à garantir la conservation et la préservation du riche plasma germinatif tropical de la réserve; elle vise également à créer les bases d'une bonne gestion et d'une utilisation globale rationnelle des ressources biotiques au bénéfice des populations de la région. Ces études sont menées par l'Institut d'écologie avec le soutien financier du Conseil national de la science et de la technologie et l'aide du sous-secrétariat chargé de la faune et des forêts, organisme gouvernemental officiellement habilité à gérer la réserve.

Actuellement les travaux se concentrent sur le zonage de la réserve de façon à sélectionner les meilleurs sites pour les zones centrales et les zones tampons. Une étude en cours a pour but de créer un minimum d'infrastructures nécessaires à la recherche écologique de longue durée.

Une étude est déjà commencée sur l'avifaune, en particulier dans ses rapports avec la répartition des types d'écosystèmes, des habitudes alimentaires et des périodes d'activité.

Une autre étude traite de la faune terrestre et des animaux qui interviennent dans la dégradation de la matière organique. Ce type d'étude aidera à prévoir les conditions d'environnement auxquelles un écosystème donné doit répondre pour profiter au maximum de ses ressources biotiques et les modifier le moins possible.

À la suite de ces recherches, un certain nombre d'articles ont été publiés en espagnol au cours des trois dernières années ou sont sur le point de l'être.

REYES-CASTILLO, P.; HALFFTER, G. 1977. La selva tropical húmeda : un recurso que se extingue [La forêt tropicale humide : une ressource en voie de disparition]. *Supervivencia* 8, p. 54-62.

—; MARTÍNEZ, A. 1979. Nuevos Hyparini, neotropicales, con notas sobre su biología — Coleoptera, Scarabaeidae, Aphodiinae [Les nouveaux Hyparini tropicaux, accompagnés de notes sur leur biologie — Coléoptères, Scarabéidés, Aphoïdés]. *Folia Entomológica Mexicana* 41, p. 115-133.

Nature et ressources est le bulletin officiel du Programme sur l'homme et la biosphère, du Programme hydrologique international et du Programme international de corrélation géologique

Les articles signés expriment le point de vue de leurs auteurs et pas nécessairement celui de l'Unesco. Il est permis de reproduire des extraits de *Nature et ressources* à condition d'en indiquer la source

Adresse pour toute correspondance : *Nature et ressources*, Unesco, 7, place de Fontenoy, 75700 Paris (France)

Directeur de la publication : Michel Batisse

nature et ressources

Informations internationales sur les recherches relatives à l'environnement, aux ressources et à la conservation de la nature

Vol. XVI, n° 2, avril-juin 1980



Quelques perspectives de la géologie, par D. F. Merriam	2
Les glaciers et leurs fluctuations, par Fritz Müller	6
L'Atlas climatique de l'Amérique du Nord et de l'Amérique centrale, par B. W. Thompson et Lloyd Parsons	13

Bulletin du Programme sur l'homme et la biosphère

La savane humide du nord-ouest du Nigéria	16
Recherches sur les lagunes ivoiriennes	18
L'écologie dans la pratique — évaluation de dix années de recherches dans le domaine de la résolution des problèmes	22
La réserve de biosphère de Montes Azules (Chiapas)	22
Relations entre la population, les ressources et l'environnement	23
Séminaire sur les deltas méditerranéens	24
L'IPAL prend un nouvel essor	24
Modèles de consommation d'énergie	24
Conférence de Varna sur les pesticides et les engrais	24
Sol, végétation et faune	25
MAB Bloc-notes	25



Bulletin du Programme hydrologique international

Aspects particuliers de la seconde phase du PHI	26
Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement	27
Colloque et excursions préalables au Congrès de l'UGI	28
L'eau au XXI ^e siècle	28
Le PHI en Amérique centrale et aux Caraïbes	29
Le PHI au Ghana et au Malawi	29
Le PHI en Ouganda	29
PHI Bloc-notes	29



Bulletin du Programme international de corrélation géologique

Réunions PICG pendant le Congrès géologique	30
Les événements du Crétacé moyen — Projet 58 du PICG	30
Huitième session du Conseil du PICG	37
Réunion sur les latérites — Projet 129 du PICG	42
PICG Bloc-notes	43

Nouvelles	44
Publications reçues	50