

BAOBAB FARM LTD

OU

que faire d'une carrière après exploitation ?

par Michel BAUMER, Ika DARNHOFER et Sandrine GUANDALINO

SUMMARY

WHAT TO DO WITH AN EXHAUSTED QUARRY ?

Near Mombasa, along the Kenyan coast, wide pits were opened up in fossil coral reefs to supply a cement works.

To restore the landscape and bring back some life into it, a Swiss agricultural engineer designed a method based on the planting of Casuarina equisetifolia. Over a few years the latter have built up a close stand underneath which other plant and animal species have developed on the humus, thus speeding up the process for soil reconstitution. At the same time, Tilapia breeding was started; it uses the thin layer of fresh water held as a wedge above the sea water; a red variety of Tilapia was created. The fish is sold to the inhabitants and the hotels along the coast; the waste and the individuals rejected by selection are used as food for crocodile breeding. The crocodiles eggs are produced locally and their skins make an important contribution to foreign currency revenue. Fresh water, enriched with the faeces of the fish and crocodiles, is used for the irrigation of paddies and other crops, such as banana trees. In some enclosed areas, wild animals (e.g. hippopotamuses, gazelles, oryx, elks, birds, ...) have been introduced and they reproduce.

This site, now famous, welcomes 40 000 visitors each year. This achievement might serve as a model along the fossil coral reef and it could contribute to the supply of animal proteins to feed a rapidly-increasing population.

RESUMEN

¿ QUE SE PUEDE HACER CON UNA CANTERA CUANDO SU EXPLOTACION COMERCIAL HA TERMINADO ?

Cerca de Mombasa, en las costas de Kenta, existen unas canteras que fueron abiertas en los bancos coralíferos fósiles para proveer de materia prima a una fábrica de cemento.

Al cabo de varios años de explotación, un ingeniero suizo diseñó y puso en ejecución un plan de recuperación del terreno y de la vida natural salvaje del lugar que comenzó con el establecimiento de una plantación de filaos. En pocos años, estos árboles se convirtieron en un bosque cerrado bajo el cual crecen otras especies vegetales y animales que han enriquecido el humus, acelerando de esta manera el proceso de reconstitución del suelo. Al mismo tiempo, se inició un programa piscícola para la cría de Tilapia utilizando la fina capa de agua dulce retenida por el ángulo de inclusión salada; y se creó una variedad de Tilapia roja. Estos pescados se venden a la población local y hoteles de la costa y los residuos o peces rechazados durante el proceso de selección, son utilizados como alimento para la cría de cocodrilos, cuyos huevos se producen en el mismo lugar. Las pieles de cocodrilo constituyen una importante fuente de divisas para la empresa. El agua dulce enriquecida con las heces de los peces y de los cocodrilos es utilizada para la irrigación de arrozales y de otros cultivos, como por ejemplo, el banano. En ciertas parcelas se han introducido y se reproducen animales salvajes, tales como hipopótamos, gacelas, álcas, pájaros, etc.

En las actualidad, cerca de 40 000 personas visitan este lugar cada año gracias a la fama alcanzada por sus logros. El proyecto puede servir de modelo para el desarrollo de planes similares en bancos de coral fósil, que contribuyan a la producción de proteína animal para consumo de una población humana que crece rápidamente.

La BAMBURI PORTLAND CEMENT FACTORY a été fondée en 1954 par la Compagnie suisse CEMENTIA-HOLDING AG. L'usine est située près de la côte de l'Océan Indien, à une dizaine de kilomètres au nord de Mombasa et les terrains dont elle a la concession s'allongent parallèlement à la côte. Elle est passée sous contrôle financier du Groupe français LAFARGE depuis que celui-ci a racheté plus de 60 % des actions de la CEMENTIA-HOLDING, pour assurer un approvisionnement en ciment prioritaire et régulier au Groupe SPIE-BATIGNOLLES pendant qu'il construisait le barrage de Turckwel, dans l'ouest du Kenya. La production de ciment, de l'ordre de 1 million de tonnes par an, est supérieure aux besoins courants de ce pays.

L'ENVIRONNEMENT

L'usine exploite le calcaire des coraux fossiles du « vieux-reef », âgés de 50 000 à 300 000 ans, qu'elle transforme en ciment. Ce reef s'étend en bordure de la mer jusqu'à 3 km par endroits du rivage actuel de l'Océan Indien, depuis la Somalie jusqu'au Mozambique. Il forme une couche calcaire d'environ 8 à 10 m d'épaisseur au-dessus de la nappe phréatique. Depuis le début des travaux de la cimenterie de Bamburi, plus de 25 millions de tonnes de calcaire ont été transformés en ciment.

L'analyse du calcaire corallien fossile montre 85,95 % de Ca CO_3 et 10,69 % de Si O_2 . Les sols qui couvrent le corail fossile sont fortement sableux, pas ou mal structurés. Ils sont pauvres en azote, phosphore et potassium, ainsi qu'en soufre et en oligo-éléments. Leur contenu en

matière organique est très faible. Ils sont fortement lessivés et souvent acides, avec un pH compris entre 4,2 et 6,7 ; la roche-mère intervient peu en effet sur le degré d'acidité, sauf dans l'horizon inférieur ; ces sols ont une faible capacité d'échange et une faible capacité de rétention de l'eau. Ils sont faciles à travailler mais ils s'érodent facilement : le vent, pratiquement constant en bordure de mer, est souvent assez fort pour enlever les particules les plus fines. On estime que les pertes en sol sont de 4 à 15 t . ha⁻¹ . an⁻¹. Plus de 90 % de la population vit directement de l'agriculture et de l'élevage. Son taux d'accroissement est rapide, la tendance à la villagisation et à l'urbanisation est marquée.

Les principales cultures sont le maïs, le manioc et différents haricots. L'agriculture est compliquée par la présence et le vigoureux développement de nombreuses mauvaises herbes dont l'éradication peut occuper jusqu'à la moitié du temps de

travail annuel de l'agriculteur parce qu'elle est faite à la main. Avec des herbicides, elle pourrait prendre un peu moins de temps et être bien moins fatigante, mais une telle lutte chimique est très peu commune parce que l'eau, sans être très rare, n'est pas d'un accès facile et parce que les produits chimiques, quand ils sont disponibles sur le marché, sont généralement trop chers pour l'agriculteur. Malgré un environnement pédologique médiocre, les fruitiers suivants sont d'usage assez courant et fort appréciés des agriculteurs : anacardier (mais curieusement utilisé en systèmes agroforestiers alors qu'il concurrence fortement les cultures en Afrique de l'Ouest et qu'il exige un grand espace pour donner son maximum en pommes et noix de cajou), papayer, cocotier. On trouve aussi mais moins répandus : agrumes, manguier, avocatier, goyavier, tamarinier, chérimollier.

En effet, les conditions climatiques locales ne sont pas défavorables à la culture des ligneux. La moyenne annuelle de température est de l'ordre de 26,8 °C, variant de 19 °C en juillet à 35 °C en février. L'humidité est de l'ordre de 75 % et l'évapotranspiration mensuelle moyenne de 203 mm. Il tombe en moyenne par an environ 1 073 mm, avec d'importantes fluctuations d'une année à l'autre. Le régime pluvial est à tendance bimodale, avec un minimum très net en janvier-février et un second minimum, moins marqué, en août. Un tiers au moins des précipitations de l'année tombe pendant le seul mois de mai, qui est nettement le plus arrosé. On a enregistré les résultats suivants à la station de recherche agricole de la côte, toute proche, à Mtwapa. En 1982, la pluviosité y fut de 1 738 mm mais seulement de 1 267 mm l'année suivante. La pluviosité du mois le plus humide varie aussi beaucoup : on a enregistré



Terminalia cattapa, au 1^{er} plan, et *Gliricida sepium* tout récemment plantés sur corail fossile.



A droite et au premier plan, *Tabebuia pallida* planté 18 mois auparavant, au milieu des *casuarinas*.

tré 660 mm en mai 1982 mais 502 mm pour le même mois en 1983 et 321 mm pour mai 1984. En 1988, ce fut pendant le mois d'avril qu'on enregistra les précipitations les plus fortes : 448 mm à l'aéroport de Bamburi. Les mois les plus humides après mai sont généralement avril, puis juin ou juillet. Le second maximum des précipitations se produit ordinairement en octobre ou en septembre mais il n'est que de 100 à 150 mm le plus souvent. Les vents sont constants mais soufflent le plus souvent en brise. Toutefois, il y a des pointes de vents violents assez fréquentes, notamment au moment des orages, mais elles sont de faible durée.

UN OBJECTIF DE PRODUCTION VIVRIÈRE ET ANIMALE

La surface du champ corallien à la disposition de l'usine, 750 ha, comprend aussi une langue d'argile noire tropicale (« black cotton soil ») de 38 ha qui est sans valeur pour la production de ciment. De là vint l'idée d'utiliser cette surface pour une production agricole. En 1959, fut engagé un agronome suisse du Canton d'Aargau, René D. HALLER, pour développer une petite exploitation agricole qui devait permettre de produire quelques légumes frais, afin de couvrir au moins en partie les besoins des ouvriers de l'usine.

L'objectif vivrier fut rapidement atteint. Mais R. D. HALLER est de ceux qui ne sont jamais satisfaits d'eux-mêmes ; il entreprit donc rapidement de créer un petit élevage pour améliorer l'approvisionnement en viande du personnel de l'usine. Avec des moutons, des chèvres, des volailles et quelques vaches, il atteignit rapidement ses nouveaux objectifs. Il comprit aussi qu'il était parfaitement possible d'aboutir à une exploitation financièrement équilibrée et se lança avec dynamisme dans une véritable restauration écologique sans jamais perdre

de vue les nécessités économiques de l'entreprise.

La production végétale se réduit désormais à une coopération avec la KENYA SEED COMPANY : BAOBAB FARM joue le rôle de station de contrôle du rendement d'hybrides de maïs et de tournesols, ainsi que celui de producteur de variétés sélectionnées de haricots et d'agrumes. Aujourd'hui, l'élément central de la production agricole est l'élevage même sans compter la pisciculture. On compte environ : 60 vaches laitières, 7 600 têtes de volailles dont 600 pintades, 700 moutons, 60 chèvres, ainsi que 23 élans et 42 oryx. Dans les dernières années, la tendance a été de se contenter d'un petit troupeau de vaches pour la seule production de lait pour le personnel de BAOBAB FARM, d'augmenter le nombre des ovins parce qu'ils ont un bon débouché sur le marché local, de réduire les chèvres, parce qu'elles sont toujours difficiles à contrôler et constituent un risque pour l'environnement, et d'accroître les élans et les oryx. La rentabilité de ces grandes antilopes semble meilleure que celle des ovins et des caprins : très rustiques, elles se contentent pratiquement des refus des ruminants domestiques, avec lesquels elles n'entrent donc pas en compétition. A l'unité de surface, la production des antilopes est un peu meilleure que celle des petits ruminants. Mais l'élevage des poissons donne des résultats économiques encore nettement supérieurs, même en tenant compte des coûts des installations de pisciculture.

RECRÉER UN ÉCOSYSTÈME

Avec la progression de l'extraction du calcaire, les plaies faites au paysage côtier devenaient de plus en plus visibles. En effet, en exploitant la couche de corail fossile, les pelleteuses et les bouteurs découpent et creusent des surfaces considérables. Ils descendent, par ailleurs, presque jusqu'au niveau de la nappe phréatique. Lorsqu'ils l'atteignent, on peut

facilement constater que l'eau, à cause de la proximité de la mer, est salée. Le nouveau paysage créé par l'exploitation est désolé, sans aucune végétation sauf quelques arbres isolés laissés sur des buttes témoin non exploitées. Le sol nu est d'un blanc éclatant, fatigant pour les yeux. Toute vie semble avoir disparu : on ne voit plus de plantes ni d'animaux, pas même d'oiseaux. Il fallut donc songer à réhabiliter les endroits transformés en paysages quasi lunaires par l'exploitation des calcaires. Mais il aurait fallu déplacer de tels volumes de terre pour boucher les excavations qu'une opération de comblement se serait avérée beaucoup trop onéreuse. On a donc pensé à utiliser des végétaux pour reconstituer une couche arable et décidé de reboiser. Pour cela, il fallait d'abord trouver une ou plusieurs espèces d'arbres capables de satisfaire à deux contraintes sévères : d'abord, le sol, constitué d'une roche calcaire plus ou moins poreuse, avec une teneur variable en sable quartzique ; de l'autre, une nappe phréatique à une profondeur variant de 50 cm à 1 m, qui, en raison de la proximité de la mer, est légèrement salée (1,15 ppt) et dont le taux de sel varie avec les marées, en même temps que se déplace légèrement le biseau salé. Enfin, il fallait mettre sur pied un système qui soit en équilibre écologique et économique, capable de se perpétuer ; on a pensé qu'en augmentant le nombre et la variété des végétaux, on augmenterait le nombre des insectes, des oiseaux et des petits mammifères, et que cela créerait une activité biologique susceptible de se maintenir et de se développer.

En 1970, les premiers essais ont été réalisés par R. D. HALLER : 26 espèces ont été plantées et observées. L'une d'entre elles, à croissance rapide et fixatrice d'azote, le filao (*Casuarina equisetifolia* J.R. et G. FORST, Casuarinacée), s'est montrée particulièrement adaptée. Cependant, cet arbre a l'inconvénient, lorsqu'il est tout à fait développé, d'atteindre une hauteur de 30 m à Bamburi en raison d'un enracinement superficiel pour une masse importante et de la présence de la

nappe phréatique à très faible profondeur; il devient donc très sensible au vent, qui peut facilement le renverser, et sensible au feu. Cependant, grâce aux symbioses racinaires, cette espèce n'a pas d'égale pour s'installer dans des sols particulièrement pauvres; en outre, son bois est dur et dense (d à 12 % d'humidité = $1,1 \text{ kg/dm}^3$) et fournit un excellent charbon de bois (valeur calorifique supérieure à 5 000 kcal). Il supporte très bien les embruns et la salinité du sol, moins bien toutefois que *C. glauca* et *C. obesa* (DOMMERGUES, 1990).

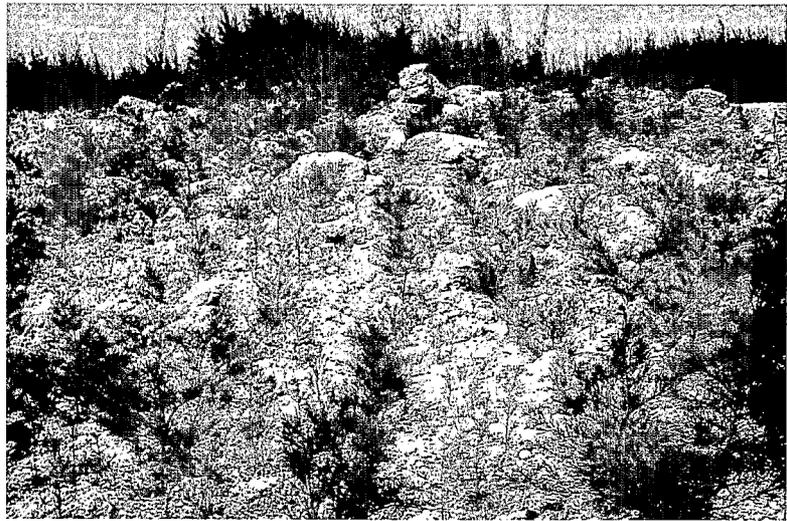
Par ailleurs, on a cherché des espèces qui pourraient s'installer près de lui et surtout qui pourraient lui être substituées lorsqu'il aura colonisé le sol: *Prosopis pallida* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Kunth (Mimosacée), *Conocarpus lancifolius* Engl. (Combrétacée) et *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit (Mimosacée) se sont révélées capables de s'adapter aux exigences de l'environnement particulier de BAOBAB FARM.

Comme l'avaient montré les Italiens à Mogadiscio, la croissance du *Conocarpus* n'est pas aussi rapide que celle du filao; cependant, son bois est moins dense ($0,8 \text{ kg/dm}^3$), à longues fibres et ne se fend pas mais il donne un charbon de bois médiocre et il ne brûle pas bien. Le bois de filao se vend bien, notamment sur la côte où la demande est grande.

Les premiers résultats économiques semblent indiquer:

- qu'il est rentable d'utiliser le filao et même le *Conocarpus* pour produire du charbon même lorsqu'il faut aider au démarrage de ce dernier par un apport d'engrais;

- que le *Prosopis* croît plus vite que le *Conocarpus* mais avec l'avantage qu'il est fixateur d'azote. Par conséquent, il enrichit le sol, comme le filao, et facilite l'implantation ultérieure d'autres espèces. De plus, son bois donne comme celui de filao un charbon de qualité, ses gousses sont un fourrage riche en protéines, apprécié des animaux et qui se conserve plusieurs mois, enfin ses fleurs sont très fréquentées par les abeilles, qui en tirent un miel assez clair mais un peu âpre.



Plantation récente de jeunes filaos.

LA COMPLEXITÉ CROISSANTE DE L'ÉCOSYSTÈME

On aura noté que sans s'opposer absolument à l'emploi des produits chimiques (par exemple, utilisation des engrais pour le démarrage des *Conocarpus*), BAOBAB FARM s'efforce dans toute la mesure du possible de faire appel à des processus naturels: fixation d'azote de l'air par des bactéries, recyclages divers, contrôles biologiques, etc. Par exemple, quand René HALLER remarqua, il y a quelques années, une attaque de Longicornes sur les feuilles des casuarinas, il observa aussi que des débris nombreux de ces insectes étaient concentrés dans les déjections entourant le nid d'un hibou blanc; il fit installer plusieurs de ces oiseaux dans la plantation et l'infestation fut rapidement contrôlée. Des bousiers furent même introduits, pour qu'ils enterrent les fèces des animaux, qui attireraient les mouches. Quand l'abondance de rats commença à causer des dommages sérieux aux cultures, on installa des serpents qui contrôlèrent les rats et, pour éviter la pullulation des serpents, on fit venir des lézards moniteurs, qui limitèrent l'extension des serpents. Les araignées sont soigneusement protégées; comme on l'a remarqué dans plusieurs stations de recherche,

notamment aux Etats-Unis et en France, chaque espèce d'araignées semble avoir ses proies préférées et leur utilisation judicieuse — art qui n'en est qu'à ses débuts — semble pouvoir permettre de lutter contre nombre de parasites nuisibles. A BAOBAB FARM, on utilise ainsi les gracieuses araignées des palmiers pour lutter contre les guêpes et les frelons.

LA CARRIÈRE SUD

En 1971, on commença le reboisement d'une surface de 70 ha située dans la section sud de la concession, la « South Quarry ». Un premier lot de 2 000 *Casuarina equisetifolia* furent plantés. Cette partie héberge aujourd'hui la partie la plus connue de BAOBAB FARM, le « Sentier de la nature » (Nature Trail). La production initiale d'humus a surtout été fournie par les casuarinas mais comme leurs feuilles, qui ne donnent pas une grande quantité de biomasse, se décomposent lentement, on a introduit des mille-pattes rouges en grandes quantités. Ceux-ci, qui peuvent atteindre 25 cm, sont d'avidés consommateurs des feuilles de casuarinas qu'ils transforment en



Plantation de l'année de *Leucaena leucocephala* et de *Calliandra macrostachya*

humus et en produits assimilables par les végétaux. Des composts de bactéries humifiantes sont également utilisés pour stimuler l'humification, et on élève des vers de terre pour accélérer le brassage des couches du sol. L'humus libère lui-même des acides, qui décomposent le calcaire et facilitent la pénétration des racines. C'est seulement après la formation de 10 cm d'humus que peuvent s'installer d'autres espèces plus exigeantes, soit qu'elles aient été plantées, soit qu'elles poussent naturellement, leurs graines ayant été apportées par les oiseaux, qui se sont mis rapidement à fréquenter à nouveau les lieux. Après seulement 20 ans, la flore comprend une multitude d'espèces : on dénombre aujourd'hui plus de 140 espèces d'oiseaux, 25 espèces de mammifères, ainsi que de nombreuses espèces d'insectes parmi lesquelles 30 différentes espèces de papillons. En vue de reconstruire rapidement un équilibre aussi naturel que possible, cette faune a en partie été apportée d'autres endroits, pour compléter l'immigration naturelle.

La partie appelée « South Quarry » héberge aujourd'hui, entre autres, une station de pisciculture. Celle-ci approvisionne le marché local et produit aussi des alevins qui sont destinés à la vente pour l'élevage. Cette pisciculture est intégrée

dans la circulation de l'eau et des éléments nutritifs transportés par celle-ci. Cette circulation comporte plusieurs étapes : la pisciculture, l'élevage de crocodiles et une rizière qui sert de filtre biologique à l'eau.

A part le « Sentier de la nature » et la pisciculture, on trouve aussi dans ce secteur une plantation de bananiers et une pépinière.

LE SENTIER DE LA NATURE

C'est la partie la plus connue de BAOBAB FARM, visitée non seulement par des touristes de toutes les parties du monde mais aussi par des scientifiques de différentes branches (botanistes, zoologues, écologues, sylviculteurs...) venus pour étudier ce système écologique artificiel unique et y prendre un exemple de réhabilitation d'une terre encore inculte il y a quelques années.

Une liste complète des animaux qui vivent à Bamburi, ne serait-ce que dans l'enceinte du Sentier de la nature, serait bien difficile à établir. Il y en a déjà trop, ce qui révèle un système écologique déjà complexe et qui s'équilibre progressivement. On constate, en effet, un début de dégradation localisée de la végétation, qui indique une surexploitation.

□ LA FLORE

La flore aussi se caractérise par sa richesse. Il existe maintenant plus de 35 hectares de forêt. Une véritable « ambiance forestière » existe sous les boisements les plus anciens, où se développent dans l'humus plusieurs espèces de champignons, pas encore toutes identifiées d'ailleurs. La monoculture des casuarinas qui se pratiquait à l'origine s'est diversifiée tandis que la couche d'humus s'épaississait. L'espèce la plus répandue est aujourd'hui *Prosopis juliflora*. Mais *Conocarpus lancifolius* est aussi très utilisé ; son feuillage fournit l'élément principal pour la rapide formation de la couche d'humus. En effet, les aiguilles des casuarinas ne se décomposent que lentement et le feuillage des *Prosopis* n'est pas très abondant et est en partie consommé par les animaux. L'arbre « neem » (*Azadirachta indica* A. Juss.) gagne de plus en plus d'importance car son bois est apprécié pour la construction : il est réputé, comme les feuilles, pour repousser les insectes.

La diversité des Graminées permet aux différentes sortes de bovidés de ne pas être en concurrence sur le plan de la nourriture car chaque espèce a ses préférences et consomme à un niveau bien déterminé au-dessus du sol. Il faut ajouter que les antilopes ont d'ailleurs été choisies en fonction des Graminées qui étaient présentes sur le site.

□ LA FAUNE

Une fonction du « Sentier de la nature » est de servir de refuge pour des espèces animales en danger ou « abandonnées ». Ainsi la grue couronnée se reproduit ici, alors qu'en certaines parties d'Afrique elle est en danger de disparition. Dès l'entrée du « Sentier », on remarque des paons, placés là pour leur effet décoratif, mais aussi plusieurs spécimens de la tortue géante d'Aldabra, espèce en danger, dont on espère qu'elle se reproduira à BAOBAB FARM, comme elle le fait à l'île Aride, aux Seychelles, chez le chocolatier Cadbury, qui la protège ainsi que d'innombrables oiseaux. La fonction d'asile trouve son plus bel

exemple en Patty, l'hippopotame, amené d'un cirque d'Allemagne, et qui semble parfaitement bien installé dans le grand étang où il a été placé en 1986 et où il peut se reproduire. Il est important de noter que la plupart des déjections faites par les hippopotames se font dans l'eau. Elles y apportent des éléments nutritifs et favorisent le développement du plancton, dont se nourrissent notamment les poissons. Grâce à ce bouillon nutritif, les Tilapias de l'étang aux hippos se développent vite et se multiplient rapidement. La présence des hippopotames a aussi l'avantage d'empêcher la formation de gaz toxiques dans l'eau, comme l'anhydride sulfureux, parce qu'ils remuent constamment l'argile et les déchets qui sont au fond de leur étang, empêchant la gazéification. L'eau de la ferme piscicole est évacuée vers la mare aux hippopotames et, comme les Tilapias remontent toujours le courant par instinct, il est facile de les capturer dans des trappes calibrées : les plus gros des mâles sont placés dans les bassins de reproduction, tandis que les poissons de qualité médiocre sont capturés pour nourrir les crocodiles.

Dans la vaste parcelle où se trouve l'étang aux hippopotames, on peut voir beaucoup d'animaux introduits et acclimatés : cobes onctueux, oryx, céphalophes, phacochères, guibs harnachés, sunis, civettes, potamo-chères, mangoustes et de nombreux oiseaux : marabouts, aigles pêcheurs, aigles à crête, faucons, éperviers, milans, cigognes à bec jaune, pélicans blancs, oies du Nil, hérons gris, petites aigrettes, ibis sacrés, grues couronnées, francolins à cou jaune, pintades, pluviers, râles noirs, tisserins de diverses espèces, etc.

Dans d'autres enclos que longe le « Sentier de la nature », sous les boisements âgés où sont venus s'installer des grivets et des cercopithèques (*Cercopithecus aethiops*, *C. albogularis*, *C. mona*), on peut voir des buffles, des cervals et des porcs-épics.

Un parc aux serpents existe depuis 1987. Il comprend 19 espèces et provient du parc installé à Kilifi, qui devait fermer ses portes, et dont

personne ne savait au juste que faire. De grosses tortues terrestres d'Afrique et des lézards verts sont en liberté dans le parc.

De plus, sont poursuivis divers essais d'acclimatation dans cette partie la plus ancienne du programme de reboisement. Par exemple, on travaille sur la production des grandes crevettes, *Macrobrachium rosenbergii* (en anglais, « prawns »), on élève des escargots géants en vue de leur consommation, on a réussi à cultiver des bananiers (DARNHOFER, 1988).

Lorsqu'on a creusé des trous dans le corail fossile jusqu'à la nappe d'eau phréatique pour créer les premiers étangs de pisciculture, on s'est aperçu que le niveau de l'eau variait d'environ 30 cm en relation avec les marées. Lorsque la mer est basse, la nappe phréatique est élevée, et inversement ; la nappe est basse toutes les douze heures trente minutes, et la salinité augmente depuis la surface de la nappe jusqu'en profondeur, l'augmentation pouvant atteindre 20 % sur le premier mètre (HALLER, s.d.).

□ LES PLANTATIONS DE BANANIERS

Ces observations ont été mises à profit pour la plantation de bananiers : des trous de plantation, d'1 m

de côté, ont été creusés dans le corail. Le fond atteignait le niveau le plus élevé de la nappe d'eau douce souterraine. Les trous ont ensuite été remplis de terre très humifère mélangée à du fumier et on y a planté des bananiers côtiers nains, *Musa Cavendishii*. Ceux-ci reçoivent toutes les douze heures trente, par capillarité, un apport d'eau fraîche de la nappe phréatique ; ainsi, les bananiers peuvent-ils pousser, même en saison sèche, sans irrigation supplémentaire. La bananeraie ainsi créée est protégée du vent par les plantations de casuarinas qui l'entourent ; aussi les grandes feuilles de bananiers ne sont-elles pas lacérées par le vent. Par ailleurs, des rangées de leucaenas plantées entre les bananiers donnent un peu d'ombre aux jeunes fruitiers et apportent de l'azote. Les leucaenas sont rabattus en saison sèche pour réduire la compétition en eau avec les bananiers. On laisse au maximum trois pousses de bananiers par trou : l'une de 1,5 à 2 ans qui porte des fruits, l'autre de 7 à 8 mois, prête à fleurir et un jeune surgeon ; les autres pousses sont enlevées.

Chaque année, avant la saison des pluies, on apporte à chaque trou 10 kg de fumier bien décomposé de poule, de mouton et de chèvre, qu'on recouvre avec un paillis. On n'utilise ni engrais chimiques, ni produits antiparasitaires : il y a peu de mala-



Les essais de bananiers, devant un brise-vent de filaos.

dies, de nématodes des racines, d'insectes et de parasites. Mais les singes causent de graves dégâts et on n'a pas trouvé à ce jour comment s'en préserver. Plus d'un millier de bananiers sont ainsi élevés, et chacun d'eux est numéroté et suivi régulièrement pour ses performances : la date de floraison, le nombre de régimes, le nombre de fruits par régime et le poids total des fruits sont notés et enregistrés. On peut ainsi sélectionner les plants les plus productifs, qui sont multipliés, et éliminer ceux qui produisent mal. Avec la même méthode, on a mis à l'essai des palmiers à huile hybrides, des manguiers, quelques pieds de vanilliers, des poivriers noirs, des fruits de la Passion et d'autres fruitiers. Un essai d'asperges a bien commencé. Sont également en cours d'essai goyavier, arbre à pain, caneliera, mananquil *Eugenia javanica*, bétel et même de la vigne. Par ailleurs, on a construit une unité de biogaz.

□ MOLLUSQUES AQUATIQUES ET PISCICULTURE

Il y a quelques années on avait même amorcé, avec la Division des ressources naturelles et des écosystèmes du PNUE*, la recherche de mollusques aquatiques carnivores capables de s'attaquer aux escargots vecteurs de la bilharziose : l'escargot *Helisoma durii* a été introduit, qui réduit le nombre de *Biomphalaria sp.*, hôte intermédiaire de la bilharziose, parce qu'il en est le compétiteur victorieux. Par ailleurs, il absorbe un grand nombre de cercaires de *Schistosoma*, qui ne peuvent se développer en lui et meurent.

C'est surtout dans le domaine de la pisciculture que la recherche est la plus poussée. Outre quelques études sur d'autres espèces que les Tilapias, comme un poisson-chat, la sélection de poissons s'exerce dans deux domaines principaux : des Tilapias à croissance rapide et, comme nouvelle production, des Tilapias rouges qui

trouvent utilisation comme poissons pour des bassins décoratifs ou pour la consommation humaine, où ils sont préférés aux Tilapias noirs.

Le revenu financier se limite aux entrées des visiteurs, puisque le bois de construction et le charbon de bois tirés des arbres du « Sentier de la nature » sont inscrits sur les livres comptables au compte d'une autre section. En 1987, la vente de tickets d'entrée a rapporté environ 1 169 000 Ksh (shillings kenyans). Cela représente, si l'on ne tient pas compte des fluctuations saisonnières, une moyenne de 3 728 visiteurs par mois. Les saisons de pointe sont les mois de pleine saison touristique, c'est-à-dire décembre-février et juillet-août.

LA CARRIÈRE NORD

La partie nord de l'excavation à ciel ouvert, d'une superficie actuelle d'environ 1,5 km², la « North Quarry », est, à la différence de « South Quarry », pas encore exploitée jusqu'à sa profondeur définitive, ce qui empêche une utilisation de longue durée, en particulier la plantation d'arbres. Aussi R. D. HALLER a-t-il passé un accord avec les carriers pour que le cycle d'excavation se fasse sur une période de 7 à 10 ans, ce qui est suffisant pour que le *Casuarina equisetifolia*, qui a une croissance rapide, atteigne une taille qui rende possible une exploitation commerciale, surtout en tant que bois de construction, bois de feu et charbon de bois. Lorsque cette méthode aura été appliquée, ce ne seront plus que de relativement petites surfaces qui resteront encore à nu.

Dans cette carrière du nord, dont l'exploitation a commencé il y a peu de temps, la situation est tout à fait différente de celle de la carrière du sud, où l'eau saumâtre est peu profonde. Ici, il y a au moins 8 m d'épaisseur de calcaire de bonne qualité à exploiter pour la cimenterie. Pour des raisons de commodité

d'exploitation, le calcaire ne sera pas enlevé en une fois ; on en extraira une couche de quelques mètres d'épaisseur, puis on plantera des casuarinas. La plantation sera faite en cassant le calcaire au buteur ou, mieux, à la sous-soleuse, pour former de longues lignes parallèles où seront disposés les plants.

On doit noter en passant qu'une méthode de remplissage des tubes de polyéthylène où sont élevés les plants a été mise au point à BAOBAB FARM, ce qui fait gagner du temps : des milliers de sachets en polyéthylène sont remplis chaque jour avec cette méthode. Un dispositif simple, formé d'un entonnoir fixé par des ressorts à des piquets verticaux, permet de remplir en une seule fois un tube en polyéthylène de 5 cm de diamètre et de 6 m de long. Une fois cette sorte de boudin constitué, on le coupe en sections de 12 cm de long, longueur des tubes sans fond dans lesquels on sème.

En pépinière, les jeunes plants grandissent en plein soleil. Au bout de trois mois, ils atteignent une quinzaine de centimètres de hauteur et sont prêts à être mis en terre. La densité de plantation varie de 2 500 à 10 000 à l'hectare. Les trous de plantation sont creusés au pic et mesurent 15 × 15 × 15 cm. Les plants y sont installés et maintenus par quelques petits blocs de calcaire et du sable ; il est important qu'il n'y ait pas de poches d'air autour des racines du plant, ce qui est difficile à obtenir dans ce type de sol. La meilleure période de plantation est celle des premières pluies de la longue saison des pluies. Il est important que le sol ait été récemment griffé par la sous-soleuse et que le sable siliceux n'ait pas eu le temps d'être lessivé en profondeur par les pluies ; l'organisation du chantier de plantation doit donc être soignée. Une fois l'opération terminée, chaque plant sera protégé des vents dominants par une mini-murette de blocs de calcaire amoncelés sur une hauteur au moins égale à celle du plant. On répand par ailleurs sur le sol autour de chaque plant, et sur une épaisseur d'environ 4 cm, une bonne quantité de sciure ancienne pour servir de paillis et

* Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

réduire l'évaporation. Cette méthode de plantation, comparable à celle pratiquée sur croûtes calcaires en Afrique du Nord, a été mise au point à BAOBAB FARM en 1983. La reprise et le démarrage des plants seront facilités par l'emploi d'un inoculum de *Frankia*, dont Y. DOMMERGUES fournit un échantillon pour des essais. Une fois plantés, les arbres n'ont plus besoin de soins. Leurs feuilles supportent la sécheresse. Le fort contenu en tanins des plants les protège contre les attaques d'insectes et la structure fermée du feuillage empêche l'invasion de champignons pathogènes.

La plantation se fera sur une surface de l'ordre de 4 à 8 ha et on exploitera les arbres sur toute la surface après quelques années, dès que les produits seront vendables et que leur prix de vente pourra rembourser le prix de leur installation. Suivant l'évolution des cours, on peut estimer que l'exploitation des arbres pourra se faire après 5 à 7 ans. Si la plantation a été faite à une densité supérieure à 2 500 plants par hectare, il y aura lieu de pratiquer une ou deux éclaircies pour parvenir à cet effectif. Dès l'âge de deux ans, il est possible de récolter dans ces plantations de petites baguettes, pour la construction de maisons, ou du fourrage. Le rythme de l'exploitation de la carrière sera déterminé par celui de l'exploitation des arbres. Les tiges seront coupées et vendues comme bois de construction ou bois de feu. Les bouts de tiges et les racines, qu'on extraira au pousseur en commençant d'exploiter une nouvelle couche de calcaire, seront transformés en charbon de bois et vendus eux aussi. Ainsi, cette première génération de casuarinas n'aura-t-elle pas le même rôle colonisateur que dans la carrière sud.

Lorsque le terrain aura été dégagé des casuarinas, il sera livré à nouveau aux boteurs et aux pelles mécaniques, qui enlèveront une nouvelle couche de calcaire. Celle-ci sera plantée à son tour avec de nouveaux casuarinas et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on soit tout près du niveau de la nappe phréatique. A ce moment, lorsqu'on plantera, on fera comme pour la carrière sud, on utili-

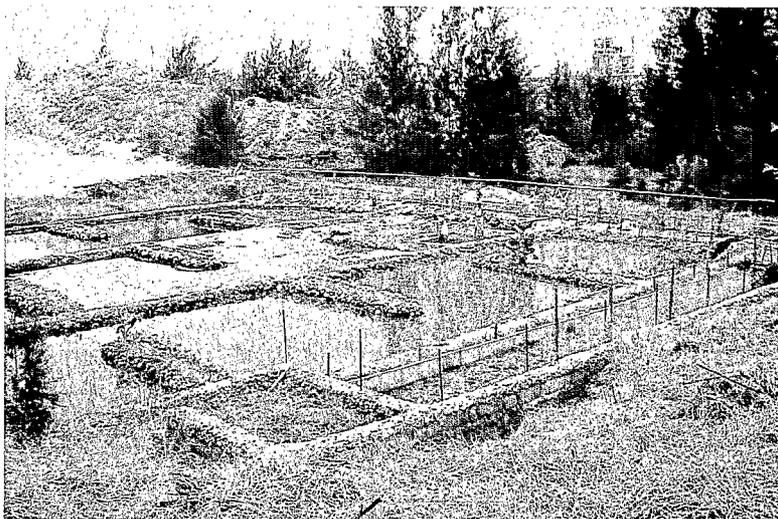
sera encore les casuarinas, mais pour faciliter l'installation d'autres espèces et non plus comme une fin en soi. On pourra d'ailleurs en profiter pour faire des essais d'inoculation à base de *Frankia*.

Enfin, il convient de noter que la pépinière contient de nombreuses espèces qui font toutes l'objet d'essais. On note par exemple une trentaine de palmiers.

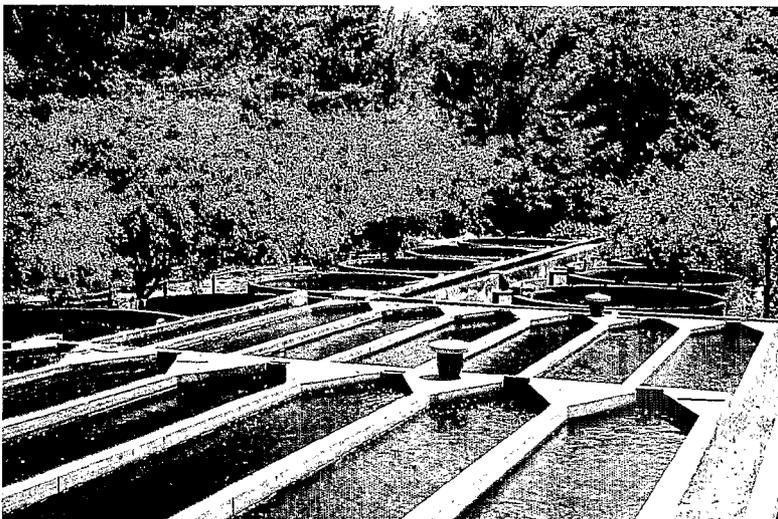
LE SYSTÈME POISSONS-CROCODILE-RIZIÈRES

□ LA PISCICULTURE

On peut considérer le trio pisciculture, élevage de crocodiles et rizière comme la seconde partie de la « South Quarry ». Ces trois éléments sont liés par la circulation de l'eau et des éléments nutritifs qu'elle transporte, comme on a déjà pu voir plus haut.



Les premiers bassins de pisciculture.



Les nouveaux bassins de pisciculture, en escaliers.

Tout au début des essais de pisciculture à BAOBAB FARM, l'élevage se faisait dans des mares créées par l'extraction du corail-fossile jusqu'à la nappe phréatique mais les pertes étaient grandes, en partie à cause des variations du niveau de l'eau dues tant à l'irrégularité des précipitations qu'aux infiltrations dans le sol. Un petit laboratoire de pisciculture fut construit en 1972, en collaboration avec l'Université de Stirling (Ecosse), et fut l'embryon de la ferme de pisciculture actuelle. Le Tilapia fut choisi comme espèce d'élevage à cause de sa croissance rapide, de la facilité de son élevage et de sa manipulation, de sa commercialisation aisée et du fait qu'il supporte un degré de salinité occasionnelle de l'eau assez élevé et variable. Il se reproduisait bien dès le début des essais mais n'atteignait pas dans les bassins en terre des dimensions commercialisables. Ces mares ont été abandonnées par la pisciculture et sont utilisées actuellement par deux hippopotames et par le stock de géniteurs de crocodiles du Nil. La lenteur de la croissance des poissons en mares a fait penser à René HALLER qu'une substance à effet négatif pouvait s'opposer à la croissance et, après avoir utilisé des cages grillagées placées dans les mares, il a décidé de construire des bassins cimentés à alimentation contrôlée en eau douce pour contrecarrer ces influences négatives et pour suivre la croissance des poissons de façon rigoureuse.

Grâce à l'amélioration de l'aération et au nourrissage artificiel des poissons, on put trouver la densité de population et la proportion des sexes permettant les rendements les meilleurs. Les mâles perdirent leur agressivité comme si le contrôle territorial qu'ils exerçaient auparavant n'était plus possible, les individus étant trop nombreux pour pouvoir être identifiés. L'ordre hiérarchique qui existait entre les poissons ne fut plus reconnu et tous les poissons adoptèrent une attitude soumise, dépensant désormais plus d'énergie à se nourrir qu'à se tailler des territoires de chasse ou de reproduction. Seuls, quelques très gros mâles se réfugièrent dans les

coins des bassins pour continuer d'y faire régner leur pouvoir. On décida alors de remplacer les bassins rectangulaires par des bassins circulaires, et la productivité en fut encore améliorée. Dans ces nouveaux bassins, on obtient 100 à 200 kg . m⁻³ . an⁻¹ d'excellents poissons. La technique fut encore perfectionnée et en 1980 était créée la ferme piscicole actuelle, qui fournit 30 t . an⁻¹.

• Le circuit de l'eau

L'eau provient de la nappe phréatique. Elle est collectée dans une tranchée creusée au niveau de la nappe permanente. Sa salinité varie de 1 à 5 pour 1 000. Elle est élevée par des pompes jusqu'à une hauteur de 4 m pour qu'elle ait, en descendant par toute une série de cascades jusqu'au niveau du sol, de nombreuses occasions de s'oxygéner. Dans ce système à plusieurs niveaux, elle traverse d'abord les bassins d'élevage profonds de 90 cm du centre de pisciculture, qui sont conçus de façon à se nettoyer eux-mêmes ; ensuite, l'eau passe dans les grands « fattening tanks » ou réservoirs nourriciers du centre, qui ont un volume d'environ 25 m³ et un diamètre de 6 m. Entre chaque niveau des bassins d'élevage se trouve une petite cascade pour permettre à l'eau de s'enrichir en oxygène et l'eau n'est jamais introduite dans un bassin sans former une chute, ce qui lui permet d'apporter toujours un peu plus d'oxygène. Cet enrichissement en oxygène est extrêmement important pour que la croissance se fasse rapidement et pour que les poissons soient en bon état. Les couloirs d'écoulement sont divisés en 4 quadrants de 6 couloirs chacun. Dans le premier quadrant, on retient les poissons de 5 g ; tous les poissons de cette taille sortent des nourrisseries de BAOBAB FARM. On les amène au poids de 10 g pour les faire passer dans le quadrant 2. Ceux qui restent trop petits sont donnés en nourriture aux crocodiles. Lorsqu'ils ont 20 g, on transfère les petits poissons dans le quadrant 3, et tous les retardataires, surtout des femelles, sont donnés aux crocodiles. Dans les quadrants 3 et 4, on élève les Tilapias pour qu'ils atteignent respectivement 30 et 50 g. Les pois-

sons capturés en provenance de la mare aux crocodiles sont replacés ici avec les poissons de même poids. Ensuite, les poissons de 50 g sont mis dans des bassins d'engraissement circulaires de 6 m de diamètre et conduits à un poids commercialisable en 120 jours. On peut ainsi produire, chaque année, une trentaine de tonnes de poisson commercialisable d'excellente qualité.

A la sortie des bassins nourriciers, l'eau, chargée des excréments des poissons, est conduite par des canaux dans les rizières, soit directement, soit après passage par les bassins à crocodiles, où elle se charge de nouveaux excréments, riches en phosphore. Arrivée aux rizières, l'eau a une vitesse d'écoulement réduite, ce qui permet aux sédiments de se déposer, fournissant ainsi de l'engrais pour le riz. Après les rizières, se trouve un bassin d'environ 105 m² dont la surface est couverte de chou du Nil, en anglais « Nile cabbage » (*Pistia stratiotes* L.), plante flottante qui a la propriété de filtrer l'eau et d'abaisser sa teneur en ions ammonium. A ce niveau, l'eau est en effet trop riche en azote, à cause des excréments des poissons et des crocodiles qu'elle a reçus. Grâce aux bactéries qui vivent sur les racines des choux du Nil, la matière organique est minéralisée, puis elle est filtrée hors de l'eau par les plantes, qui utilisent l'azote sous forme NH⁴ plutôt que NO³. Dans le canal qui conduit l'eau à nouveau vers les bassins de pisciculture, on trouve la plante aquatique *Ceratophyllum sp.*, qui enrichit l'eau en oxygène. Pour fermer le cycle, l'eau est pompée jusqu'au niveau le plus haut des bassins d'élevage, soit à une hauteur de 4,50 m. On envisage d'utiliser prochainement l'énergie solaire pour alimenter cette pompe.

• La croissance des poissons

Des 12 espèces de Tilapias qui sont présentes sur la ferme, sont surtout utilisées *Oreochromis niloticus* (environ 65 %) et *O. spirulus* pour l'élevage. Dans l'enceinte du « Sentier de la nature » se trouvent les géniteurs dans des bassins de construction spéciale. Ces bassins sont construits

de façon concentrique, les deux moitiés étant séparées par une grille dont les barreaux sont assez espacés pour laisser passer les femelles mais ne permettant pas le passage des mâles, plus gros. Après le frai et la fécondation, la femelle garde les œufs pendant 5 jours dans la bouche, où ils sont constamment rincés avec de l'eau fraîche. Cette période écoulée, les alevins sont déposés dans l'eau peu profonde, d'où ils sont recueillis. La production de jeunes poissons s'élève à 10 000, voire à 15 000 alevins par semaine.

Après 10 semaines, les alevins, qui ont un poids d'environ 5 g, sont transférés dans les bassins d'élevage du Centre de pisciculture, à raison d'environ 8 000 par semaine. A ce niveau, il peut y avoir une mortalité importante si les poissons n'ont pas atteint une taille suffisante.

Après avoir passé, dans les 4 quadrants des bassins d'élevage en 120 jours, environ 30 % des poissons du départ subsistent encore. Ceux-ci sont transférés dans les réservoirs ronds où ils sont nourris jusqu'au poids final, qui atteint 100 à 300 g, selon la demande, les hôtels touristiques, gros clients, préférant les poissons de 250 à 300 g. Les poissons sont vendus à l'âge de 10 à 12 mois.

Il faut peut-être noter qu'on trouve des poissons non seulement dans les bassins d'élevage mais aussi dans toutes les eaux du « South Quarry ». Ils aident à y maintenir l'équilibre écologique en se nourrissant par exemple de larves de moustiques, empêchant ainsi une multiplication trop rapide de ces insectes transmetteurs de malaria. Comme ceux des bassins d'élevage, ces poissons « sauvages » sont aussi recueillis régulièrement, classés par taille et les plus gros transférés au Centre de pisciculture où, après avoir atteint les dimensions voulues, ils sont vendus avec ceux qui ont été élevés en bassins.

On remarquera qu'on se refuse à nourrir les poissons, qui ont besoin de 10 % de protéines animales dans leur régime, avec des produits végétaux susceptibles de servir directement à l'alimentation des hommes. Pour la nourriture des poissons, on

utilise des déchets non commercialisables de légumes et de végétaux, des plantes aquatiques, des tourteaux de graines de coton, des morceaux de poissons abîmés et non commercialisables, mais pas de vers de terre, dont on a commencé cependant l'élevage pour étudier leur rôle sur l'évolution des sols.

● Résultats économiques de la pisciculture

En 1987, le Centre de pisciculture, ainsi que les poissons recueillis des diverses eaux du « South Quarry », ont produit 20,4 t de poissons de différentes tailles, dont le revenu a atteint 597 000 Ksh (environ 42 600 US \$). L'ordre de grandeur de la production de poisson frais des bassins d'engraissement était de 100 kg/m³. Alors qu'au départ de l'opération, la production de Tilapias s'était orientée essentiellement vers l'approvisionnement des hôtels de tourisme de la région, on constate qu'aujourd'hui plus de 80 % de la production sont achetés par les populations locales. En effet, les prix de production sont tels qu'ils peuvent aisément entrer en compétition avec ceux des poissons de mer, qui ne sont pas très abondants et dont les prises sont irrégulières. Les coûts de production des Tilapias (employés, nourriture, électricité, transport, maintenance...) ont été de 518 200 Ksh en 1987.

Il faut remarquer qu'environ 50 tonnes de nourriture pour les poissons, sous forme de granulés, sont utilisées chaque année, ce qui produit quelque 150 tonnes de boues organiques recueillies dans un étang spécialement réservé à la sédimentation des matières fécales des poissons, en vue de leur transformation en biogaz.

Des essais ont montré que plus de 20 % de l'énergie utilisée pour le pompage de l'eau peuvent être produits par le biogaz ainsi obtenu. Par ailleurs, les boues rémanentes fournissent un engrais de bonne qualité qu'on utilise dans la banane-raise qui a été installée à proximité de la pisciculture.

□ L'ÉLEVAGE DE CROCODILES

L'élevage des crocodiles doit son origine à la recherche d'une utilisation pour les déchets de la pisciculture, poissons morts ou abîmés ou à croissance trop lente. Grâce à cette utilisation comme nourriture de base dans l'élevage de crocodiles, ces poissons ne constituent plus des déchets mais un nouveau maillon de la chaîne de production intégrée de la ferme. On complète le menu des crocodiles avec des déchets d'abattoir, avec des déchets de l'élevage des moutons, des chèvres et des volailles, ainsi qu'avec les animaux morts de ces branches de production.

Le crocodile du Nil, *Crocodylus niloticus*, est utilisé dans les élevages de BAOBAB FARM. Il a fait l'objet de nombreuses études tandis que les deux autres espèces africaines, le crocodile à nuque cuirassée, *C. cataphractus*, et le crocodile à front large, *Osteolaemus tetraspis*, restent assez mal connus (WAITKUIWAIT, 1985).

● Oeufs et incubation

A l'origine, la plus grande partie des œufs pour l'élevage était recueillie sur les rives de la Rivière Tana. Aujourd'hui, la quasi-totalité provient des femelles de l'élevage. Celles-ci produisent chaque année entre 10 et 90 œufs chacune, selon leur âge. Elles pondent en fin décembre et en janvier. De 6 à l'origine, les femelles reproductrices sont actuellement au nombre de 36 ; elles sont dans une parcelle à part, entourée d'un mur et d'un grillage, où se trouvent un étang avec des îlets, des plages sableuses, des biefs en eau, beaucoup de végétation. On a créé sur les plages, avec des pieux enfoncés dans le sable côte à côte et dépassant d'environ 80 cm, des sortes d'enclos triangulaires avec une entrée du côté de l'eau : quand une femelle vient y pondre, sa zone de ponte est ainsi protégée des autres crocodiles qui pourraient la déranger ou écraser ses œufs. Cette disposition permet aussi de retrouver facilement le lieu de ponte pour y venir récolter les œufs quand la femelle s'est éloignée. Les œufs une fois enlevés, la femelle continue souvent à défendre

le site pendant plusieurs jours comme si elle ne se rendait pas compte que les œufs n'y sont plus. On essaie une autre méthode : un abri simple de branchages a été construit dans la parcelle, sous lequel peut se poster un gardien pour repérer à distance les lieux où les femelles vont creuser pour y pondre. Cette méthode ne soulève pas l'enthousiasme des gardiens : l'atmosphère chaude et moite du sous-bois incline quelque peu à la somnolence et les préposés craignent d'être repérés par les crocodiles avant de les avoir repérés eux-mêmes.

Les œufs sont recueillis, si possible, dès le jour de leur ponte pour éviter des pertes dues aux lézards, qui en sont très friands. Ils sont empilés dans une couveuse, en pyramides, pour que s'établisse un contact entre les œufs. Ce contact est nécessaire pour que l'incubation se fasse normalement et avec les meilleurs résultats. Chaque pyramide est soigneusement recouverte de sable fin. Tout au cours de la période d'incubation (environ 90 jours), il faut veiller à ce que les œufs aient un apport d'air et d'humidité suffisant.

La température joue sur les crocodiles un rôle très spécial. Chez *Crocodylus porosus*, l'embryon, au 17^e jour de l'incubation, oriente son développement sexuel en fonction de la température ambiante. Si la température est de plus de 31 °C, une majorité de mâles se développe. Lors d'essais faits au Zimbabwe, seules des femelles s'étaient développées à une température comprise entre 28 et 31 °C mais on avait obtenu 87,6 % de mâles à une température de 34 °C.

La durée de l'incubation aussi dépend de la température. A une température de 34 °C, les œufs éclosent après une durée moyenne d'incubation de 84 jours mais les crocodiles sont nettement plus petits et plus fragiles que ceux couvés à 28 °C, qui n'éclosent qu'après 111 jours. Ce retard n'a pu être rattrapé par une nourriture plus riche ni plus abondante ; les animaux gardent le retard acquis tout au cours de leur croissance. Les meilleurs résultats sont obtenus à une température d'incubation de 30 à 32 °C, où l'éclosion se fait après 90 jours.

● Période de croissance

Après l'éclosion, les jeunes crocodiles sont baignés dans une solution contenant de l'iode pour les désinfecter et mis dans des bassins à l'abri du soleil et des visiteurs. Ils sont nourris dès le début avec des morceaux de viande et de poisson. Pendant 8 mois, ils restent dans leur crèche, jusqu'à ce qu'ils aient atteint une longueur de 60 cm. Les bassins de la crèche sont chauffés grâce à une lampe à I.R. pour maintenir l'eau à 30 °C. Lorsqu'ils ont atteint 60 cm, les jeunes crocodiles sont transférés dans les bassins en ciment à ciel ouvert. Le nombre de crocodiles par bassin dépend surtout de la place libre que doit avoir chacun pour prendre sa nourriture. Il faut compter que 20 cm de berge par individu sont nécessaires au bord du bassin.

Environ deux fois par an, les crocodiles sont mesurés et groupés par classes de 5 cm en 5 cm dans différents bassins, pour éviter que des individus plus faibles ne soient blessés par des plus forts. Etant donné que les crocodiles ont des tendances cannibales, il n'est pas rare de voir un crocodile avec une mâchoire écourtée ou une patte à laquelle il manque un ou deux doigts.

Du point de vue de la croissance, une différence significative entre les mâles et les femelles n'a pas été observée à BAOBAB FARM.

Les crocodiles sont très frugaux en ce qui concerne la nourriture, et les conséquences de l'irrégularité des repas, inévitable à BAOBAB FARM, se limitent à un ralentissement de la croissance. Il ne faut pas oublier ici que l'élevage de crocodiles n'a pas représenté une priorité tant que BAOBAB FARM Ltd n'avait pas l'autorisation d'abattre ses crocodiles, et sa place était plutôt celle d'une mise en valeur de déchets. Si l'on avait été obligé d'acheter à l'extérieur la viande pour nourrir les animaux, l'élevage n'aurait pas été rentable. Aujourd'hui, on n'achète à l'extérieur que ce qu'il faut de déchets d'abattoirs pour obtenir une nourriture saine et abondante.

● Résultats économiques

Les crocodiles sont vendus à une longueur de 1,50 m car c'est à cette taille que le cuir ventral, utilisé en priorité, a un rapport idéal entre la superficie et la qualité. Sur le marché international 1 cm de largeur correspond à 5 \$ U.S.

Au Kenya, il est actuellement illégal de tuer des animaux sauvages, y compris des animaux sauvages provenant d'élevage. La seule exception pour les crocodiles a été longtemps une ferme située à seulement 3 km de Bamburi, qui avait le droit de tuer ses crocodiles et d'en exporter les peaux. Vu que le commerce d'animaux sauvages vivants est, sous certaines conditions, possible, René HALLER a pu avoir la permission de vendre ses crocodiles à cette ferme, puis, plus récemment, d'abattre à BAOBAB FARM. A ce stade, un autre tarif a ici son intérêt : par centimètre de longueur totale de crocodile, on obtient 10 Ksh, c'est-à-dire 1 500 Ksh/crocodile environ.

En 1989, la ferme recevait, au cours du dollar de l'époque (18 Ksh . \$⁻¹), pour chaque peau (de 150 cm de longueur totale et environ 30 cm de cuir ventral) une somme de 2 700 Ksh ou plus, selon la qualité et le nombre d'écailles. De plus, la viande de la queue était vendue à 100 Ksh . kg⁻¹ à certains restaurants spécialisés voisins, soit à un prix sensiblement égal à celui du filet de bœuf qui était alors de 105 à 110 Ksh . kg⁻¹. Le reste du corps, les os inclus, peut servir de nourriture à d'autres crocodiles.

Il devient donc intéressant d'élargir et d'intensifier l'élevage des crocodiles, qui a perdu son rôle principal d'exploiteur de déchets. En juin 1990, l'élevage comptait 833 crocodiles de différentes tailles et, entre janvier et août 1988, on avait vendu 110 crocodiles. Potentiellement, il y aurait la place pour 2 500 individus, ce qui permettrait d'en vendre environ 1 000 par an.

□ LES RIZIÈRES

Les rizières sont le dernier maillon de la chaîne écologique du groupe pisciculture - élevage de crocodiles -

rizières. Il faut tout d'abord noter que c'est l'une des dernières innovations à Bamburi puisqu'elles n'ont été mises en service qu'en janvier 1988. Ainsi beaucoup de données sont incomplètes et encore au stade expérimental.

Le premier problème fut de trouver des espèces de riz résistantes à l'eau salée. Les essais ont eu lieu avec 4 espèces différentes, pour rechercher laquelle était la mieux adaptée : les espèces sauvages Nona Babka et Pokkali, ainsi que deux hybrides : IRR 4 630-22-2 (Manille) et IRR 9 884-54-3. Les essais ne se limitent pas à la recherche de l'espèce la mieux adaptée mais il faut aussi trouver, à l'intérieur de cette espèce, des plantes à développement au-dessus de la moyenne, pour continuer la culture avec les seules graines de ces plantes.

Comme il n'était pas possible de planter le riz directement dans le calcaire, il fallait donc installer sur le corail fossile une couche de sol susceptible d'être cultivée. Le « red top soil » a été choisi, après quelques essais comparatifs de divers sols de la région. On l'a installé sur toute la surface de la rizière sur une épaisseur de 20 cm. Le nivellement et la disposition des digues ont été faits de sorte que l'eau s'écoule aussi lentement que possible au travers de la rizière. Ainsi les matières transportées se déposent-elles en fournissant un bon engrais pour le riz.

Malheureusement, l'apparition de brûlures sur les feuilles semble montrer un excès d'éléments nutritifs. En raison de conditions constamment anaérobies, la décomposition des excréments est très lente et il sera probablement nécessaire d'enlever les sédiments après chaque récolte. Des données précises d'analyses de l'eau et du sol ne sont pas encore disponibles, en raison notamment de la difficulté à maintenir des appareils de mesure en bon état dans l'ambiance chaude et très humide qui règne à Bamburi (GUANDALINO, 1989).

Il est prévu de doubler la superficie, qui est actuellement de 1 200 m². Cela contribuera à résoudre le problème dû au surplus d'engrais.

On espère ainsi produire jusqu'à 2 tonnes de riz par an sur les 2 400 m².

Un autre problème est dû à la difficulté d'assécher la rizière, creusée trop près de la nappe phréatique. Cette quasi-impossibilité a des inconvénients au stade final de la culture, juste avant la récolte, car il en résulte un allongement du processus de mûrissement.

Sur les digues entre les parcelles a lieu une expérience concernant la plantation de légumes et d'épices. Jusqu'à maintenant ont été plantés : aubergine, épinard, tomate, papaye, taro, poivron vert, ail, pastèque, chou-fleur, betterave, chou, poivre, colocase, origan, sauge, aneth, cumin, coriandre, gombo, radis, romarin, céleri, menthe, basilic, persil, sésame, etc. A cette fin une couche de 10 cm d'épaisseur de « black cotton soil » a été créée sur les bords des digues. Jusqu'à présent les problèmes se trouvaient notamment au niveau des jeunes plants, qui sont souvent détruits par les rats. Des plants plus âgés reçoivent parfois la visite des singes, qui réduisent la récolte, comme ils l'ont fait pour les tomates.

CONCLUSION

BAOBAB FARM Ltd a su tirer un excellent parti d'une carrière exploitée, comme on a pu le faire dans d'autres environnements, en Europe en particulier (Allemagne, France, Pologne, etc.) ; mais c'est, à notre connaissance, le seul exemple africain de cette envergure et son intégration à un système de production agricole, notamment de riziculture, est original. On a transformé un véritable désert de calcaire en un paradis de verdure, qui vaut d'ailleurs au site d'être quelquefois appelé la Verte Vallée de Mombasa. La réussite est exceptionnelle ; elle a été rendue possible par une planification méticuleuse, un remarquable esprit d'innovation et une grande ténacité. C'est un exemple à méditer, et, mieux, à imiter.

Le système d'élevage des Tilapias mis au point à BAOBAB FARM est en effet simple et facile à vulgariser ; il a réduit de nombreux coûts de production, comme les dépenses en électricité, en nourriture et en main-d'œuvre, d'une manière déjà considérable, notamment en faisant un excellent usage des eaux usées, des poissons non commercialisables, des déchets, etc. Ses créateurs estiment que de nouvelles économies pourraient être réalisées et que la taille optimale pour obtenir les meilleurs rendements piscicoles serait de 5 à 10 fois la taille actuelle. Sans doute le système nécessite-t-il un investissement assez considérable au départ si l'on veut installer une unité de production aussi importante ou même plus importante, comme ce serait parfaitement possible et souhaitable. Certes, BAOBAB FARM n'aurait pas pu exister sans la cimenterie de Bamburi. Mais ça n'est pas un « éléphant blanc » : il est maintenant prouvé qu'un tel investissement peut devenir rentable. Il pourrait être fait par une entreprise industrielle et commerciale ou par un Groupement de producteurs, qui trouverait probablement assez facilement un soutien bancaire si des garanties de technicité étaient données. On peut même se demander si la formation systématique d'un certain nombre de techniciens piscicoles ne serait pas la mesure la plus urgente à inclure dans un programme de développement régional. L'une des difficultés qu'il reste à vaincre est l'individualisme des paysans de la région et leur peu d'inclination à se constituer en groupes pour réaliser des actions, surtout lorsqu'elles ont des chances de produire de l'argent. Par ailleurs, il est possible aussi d'appliquer les enseignements de la pisciculture de BAOBAB FARM à une échelle plus réduite, en restant dans les limites des possibilités d'investissement d'un agriculteur, si l'on vise plus à l'auto-satisfaction des besoins alimentaires qu'à une production commercialisable importante.

Quoi qu'il en soit, l'expérience acquise à BAOBAB FARM Ltd en matière de pisciculture est extrêmement précieuse. En effet, si les taux

de croissance actuels de la population se maintiennent, il devrait y avoir en 2010 environ 70 millions de Kényans à nourrir, et leurs besoins en poisson devraient être de l'ordre de 245 000 t par an ; or, les auteurs les plus sérieux estiment à 150 000 t seulement les possibilités des pêcheries marines kényanes et à 20 000 t celles des pêcheries d'eau douce actuelles (HALLER, 1988). Il faudrait donc, dès maintenant, préparer en terre ferme les installations de pisciculture qui pourraient permettre de faire face à la situation prévisible et former les gens pour les faire fonctionner convenablement. Cela représenterait sans doute un gros effort d'investissement, mais pas au-delà de nombre de projets de coopération technique qui n'ont pas d'aussi bonnes justifications. Le cordon post-littoral de calcaire fossile s'étend sur des dizaines de kilomètres le long du littoral kényan ; il est sans doute une réserve prometteuse pour

l'industrie du ciment mais il est d'une importance plus grande encore pour nourrir les foules de demain, non seulement les populations locales mais les touristes. Ceux-ci, l'une des sources de devises les plus importantes pour le Kenya, resteront sans doute nombreux si les efforts qu'a amorcés récemment la Direction de la vie sauvage pour une meilleure conservation de l'environnement se poursuivent assez longtemps et sans fléchir : le Gouvernement du Kenya espère que le nombre de touristes pourra atteindre 1 million alors qu'il n'est actuellement que de 300 000 environ. Or, l'un des plaisirs des touristes est de consommer du poisson sur la côte. Par ailleurs, la ville de Mombasa, qui comprend certainement plus d'un demi-million d'habitants, devrait au moins doubler le nombre de ses habitants dans les 20 années à venir. Enfin, le réseau routier le long de la côte, où la densité de population est assez

élevée, est en état satisfaisant et assez bien développé pour que le transport de poissons ne pose pas de difficultés. D'ores et déjà, il est possible de transporter la marée quotidienne jusqu'à Nairobi, sis à quelque 500 km de la côte, et il serait possible dès maintenant d'accroître de façon sensible les quantités de poissons commercialisées dans la capitale, où la demande est forte.

Il semble que d'autres pays pourraient profiter des enseignements de BAOBAB FARM, et déjà l'Arabie saoudite, le Congo, les Fidji, le Koweït et Taiwan étudient cette possibilité.

Rien que par les résultats obtenus dans le domaine de la pisciculture, l'expérience de BAOBAB FARM Ltd est riche d'enseignements. Mais elle est aussi d'un grand intérêt par l'exemple qu'elle donne de courage, d'inventivité et d'une économie sans gaspillage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALARIN (J. D.), s.d. — The Baobab technique of tilapia production. Mombasa, Baobab Farm Ltd, 1 p.
- DARNHOFER (I.), 1988 a. — Die Bananenplantage des Baobab Farm. Nairobi, Rapport de stage, 8 p. dact.
- DARNHOFER (I.), 1988 b. — Die Baobab Farm. Mombasa/Nairobi, Praktikumsbericht, 15 p. dact.
- DOMMARGUES (Y.), 1990. — *Casuarina equisetifolia* : an old-timer with a new future. Nitrogen fixing tree association, NFT Highlights, 2 p.
- GREER (A. E.), 1970. — Evolutionary and systematic significance of crocodilian nesting habits. *Nature*, 227 (1) : 523-524.
- GUANDALINO (S.), 1989. — Baobab Farm Ltd, Mombasa (Kenya). Le système intégré Tilapias/Crocodiles/Riz. Montpellier, Inst. des sc. de l'ingénieur de Montpellier, Filière Sciences et techniques de l'eau, Stage de 2^e année, 78 p.
- HALLER (R.), 1988. — The integrated aquaculture system of Baobab Farm. Bamburi, Baobab Farm News, Habari ya Baobab, supplementary issue (2), n° 51/4, 4 p.
- HALLER (R.), s.d. — Banana behaviour. Baobab Farm News, 52 (5) : 1.
- WAITKUWAIT (W. E.), 1985. — Contribution à l'étude des crocodiles en Afrique de l'Ouest. Accra, F.A.O., *Nature et faune*, 1 (1) : 13-29.
- WOOD (C. V.), 1987. — Trees for wastelands. The Baobab Farm handbook. Bamburi, Baobab Farm Ltd, 54 p.