

Analyse économique d'une nouvelle technique d'élevage de crevettes en cages flottantes au Brésil

Philippe PAQUOTTE

IFREMER, 155 rue Jean-Jacques Rousseau 92138 Issy les
Moulineaux Cedex, France.

Résumé :

Dans le cadre de la coopération Franco-Brésilienne, l'IFREMER, l'Etat de Bahia et la société Littoral Sul Maricultura ont développé une nouvelle technique d'élevage de crevettes pénéides (*Penaeus vannamei*) en utilisant des cages flottantes. Après trois années de mise au point, cette technique s'est avérée intéressante sur plusieurs aspects. La productivité biologique est élevée avec un rendement supérieur à 16 tonnes par hectare, les effets négatifs sur la qualité du milieu naturel sont très faibles et les pêcheurs locaux ont accueilli favorablement cette nouvelle pratique en complément de leur activité traditionnelle. Parallèlement, une analyse technico-économique utilisant un outil de simulation informatique ainsi qu'une analyse du marché de la crevette dans l'état de Bahia ont été conduites afin d'évaluer la faisabilité d'un tel projet et d'orienter les actions de recherche et développement. En dépit d'investissements initiaux plus faibles que dans les élevages en bassins et de bonnes performances zootechniques, le coût de production de crevettes de 15 g atteint 4,7 US\$ par kilo. Dans les conditions de marché de l'Etat de Bahia, la rentabilité d'un projet d'élevage de crevettes en cage serait assurée, mais la faible productivité du travail et le coût de remplacement des filets ne permettent pas d'avoir des coûts de production très bas. C'est pourquoi la question se pose de la possibilité pour ce type de production innovante d'affronter une concurrence internationale particulièrement forte dans le cas des crevettes tropicales. En particulier, les conditions dans lesquelles les entreprises peuvent développer une stratégie de compétitivité basée sur la qualité de leurs produits et sur le respect de l'environnement sont analysées.

Abstract :

In the framework of French-Brazil co-operation, the French Institute of research for exploitation of the sea (IFREMER), the State of Bahia and the company Littoral Sul Maricultura have developed a new technique for shrimp farming (*Penaeus vannamei*) using floating cages. After trials carried out during three years, this technique turns out very interesting from several viewpoints. The production yield from the cages is above 16 tons per hectare, the negative effects on the environment quality are weak and local fishermen have proved eager to adopt this technique as a part-time activity. In the same time, a technico-economic analysis, using a computerised simulation tool, as well as a market analysis in the State of Bahia have been carried out in order to assess the feasibility of such a project and to help research and development decisions. Despite low first investment and good biological results, the ex-farm production cost of shrimps weighing 15 g is as high as 4,5 US\$ per kilo. This price is due to the low productivity of the labour and to the cost of nets which have a short life-time. It is possible to consider this activity as profitable on the market of Salvador de Bahia. Nevertheless, the question is how to face the international competition, which is particularly strong in the case of tropical shrimps. The conditions allowing enterprises to develop a strategy based on product quality and environmentally friendliness are reviewed.

Introduction :

En s'appuyant sur une forte demande en crevettes de la part du Japon, des Etats-Unis et de l'Europe, l'aquaculture de crevettes a connu un essor remarquable dans les pays tropicaux au cours des dix dernières années, particulièrement en Asie du sud est et en Amérique latine. Cependant, ce développement a provoqué des problèmes environnementaux très sérieux. Très souvent, la construction de bassins a entraîné la destruction partielle de forêts de mangrove. Ces forêts sont considérées généralement comme ayant une faible valeur économique, alors qu'elles fournissent localement différents produits alimentaires ou destinés à la construction (Primavera, 1994). De plus, leur rôle environnemental n'est pas négligeable car elles offrent un abri aux poissons pour la reproduction et permettent le recyclage de la matière organique. Par ailleurs, l'intensification des techniques d'élevage de crevettes s'est accompagnée d'une forte demande en eau et d'une utilisation accrue de fertilisants, d'aliments composés et de produits vétérinaires, qui sont tous rejetés finalement dans le milieu. Dans certains sites caractérisés par un faible renouvellement en eau et par l'absence de courant, la capacité de dispersion des déchets n'est pas assez grande pour empêcher que les fermes ne subissent les effets négatifs de leurs propres rejets. Dans les fermes en activité depuis plusieurs années, les crevettes souffrent du contact prolongé avec le sédiment pollué des bassins et des maladies virales

apparaissent. De plus, dans de nombreuses fermes en Chine, en Indonésie ou en Equateur qui ont été obligées d'arrêter leur activité, les bassins abandonnés se révèlent impropres à tout autre usage.

Face à ce constat, des essais ont été conduits dans une petite région estuarine du littoral de l'Etat de Bahia au Brésil, pour mettre au point une technique d'élevage alternative qui utilise des cages flottantes dans des rivières. Les deux objectifs spécifiques assignés à ce programme de recherche ont été de limiter l'impact négatif des élevages sur l'environnement et d'apporter aux communautés locales de pêcheurs une activité complémentaire afin de réduire l'exode rural. Pour cela, des protocoles expérimentaux ont été menés en collaboration à partir de 1992 par BAHIA-PESCA, organisme chargé du développement des activités de pêche et aquaculture dans l'Etat de Bahia, la société brésilienne Littoral Sul Maricultura et IFREMER. Après trois ans d'expérimentations, les résultats zootechniques se sont avérés satisfaisants puisque les taux de croissance obtenus avec *Penaeus vannamei* sont similaires à ceux observés en Amérique latine pour la même espèce dans les élevages semi-intensifs en bassin, soit entre en Amérique latine pour la même espèce dans les élevages semi-intensifs en bassin, soit entre 0,6 et 0,9 gramme par semaine (Paquette et al., à paraître). La technique en cages permet d'obtenir ces performances de croissance avec des densités d'élevage très élevées. jusqu'à 800 grammes par m², nettement supérieures à ce qui peut être pratiqué en bassin. De même, aucune accumulation significative de matière organique dans le sédiment ni aucune baisse importante de la teneur en oxygène du milieu n'ont pu être décelées sous les cages ou en aval des cages après trois années de fonctionnement. L'importance des courants dans les rivières où sont implantées les cages peut expliquer ce résultat, en entraînant les déchets loin des cages ou en favorisant l'oxygénation du sédiment et par conséquent la dégradation de la matière organique sous les élevages (Martin, 1993).

Une analyse économique a accompagné ces expérimentations dès leur début, afin de réunir les éléments techniques, financiers et sociaux nécessaires pour estimer la rentabilité et les possibilités d'insertion dans le contexte local d'un projet mettant en œuvre cette technique innovante. En effet, Les bons résultats expérimentaux obtenus sur les plans zootechniques et environnementales ne doivent pas faire oublier les contraintes économiques propres à tout nouveau projet aquacole, d'autant plus fortes dans le cas de l'aquaculture de crevettes qu'il s'agit d'un marché international fortement concurrentiel. Etant donnés les objectifs environnementaux et sociaux assignés à ce projet, une véritable analyse économique devrait prendre en compte

non seulement les coûts et bénéfices financiers mais également le coût des externalités de production ainsi que les conséquences sociales du mode de répartition du revenu (Lutz et Munasinghe, 1994). Dans l'état d'avancement actuel du programme de recherche, seule une analyse technique et financière a été réalisée, mais les conditions dans lesquelles une analyse économique plus complète pourrait être entreprise sont discutées.

La simulation technico-économique et l'analyse de marché comme outils de l'analyse économique

Le développement d'outils de simulation à partir d'un tableur dans le but de lier des données techniques, biologiques et financières s'avère très utile dans la démarche d'analyse de projet. Cette technique a été largement appliquée en aquaculture pour des projets d'élevage de crevette, de poisson ou de coquillage (Mc Bryde, 1994). L'analyse technique et financière de ce projet a été faite avec l'aide de PROJAC, une application développé sur la base de microsoft EXCEL et qui a déjà utilisé pour l'évaluation d'un projet d'élevage de coquille Saint-jacques en bretagne (Paquette et Fleury, 1993). Dans le but de fournir une aide à la décision à tous les acteurs impliqués dans un tel projet, que ce soit une agence de développement, un investisseur privé, une banque, un groupement de pêcheurs ou un organisme; de recherche, l'analyse doit être bâtie sur plusieurs critères afin de présenter différents points de vue. Les principaux critères retenus sont la structure des coûts de production et la rentabilité en année de routine, la rentabilité de l'investissement sur une horizon de 10 ans, le temps de retour sur investissement ainsi que le suivi de la trésorerie au cours des premières années d'activité. De plus, il est prévu une analyse de sensibilité pour mettre en évidence les principaux facteurs de variation de la rentabilité et évaluer les conséquences des risques spécifiques à cette activité.

La taille actuelle des essais d'élevage de crevettes en cage n'est pas suffisante pour réaliser une analyse économique pertinente de la situation présente. C'est pourquoi il a fallu concevoir un projet pilote sur la base des premiers résultats expérimentaux afin de réaliser l'évaluation économique de cette technique innovante. La phase d'identification du projet est particulièrement importante car elle amène à dimensionner le projet, à décrire en détail l'organisation de la production et à fixer un certain nombre d'hypothèses biologiques, techniques et économiques (Insull et Nash, 1990). Par ailleurs, une analyse du marché de la crevette dans la région de Salvador de Bahia s'est avérée nécessaire pour évaluer la taille de ce marché, les exigences des acheteurs en terme de qualité, les niveaux

de prix pratiqués, le contexte concurrentiel ainsi que les débouchés éventuels à l'exportation.

Le contexte socio-économique de la région d'implantation du projet pilote

La région du Baixo Sul Baiano au sud de Salvador de Bahia est une région estuarine qui regroupe environ 200 000 habitants, dont 30 000 vivent de la pêche artisanale, répartis en huit communes principales. L'habitat est dispersé le long de la côte et des rivières, avec quelques agglomérations correspondant à chacune des huit municipalités de la petite région. Les autres activités de la région sont purement agricoles, avec des plantations de caoutchouc et de cacao, appartenant à de grandes compagnies internationales. Les salaires sont très faibles et la baisse des cours mondiaux de ces matières premières affecte durement les conditions de vie de ces populations, quelque soit le mode de faire-valoir. Par ailleurs, de graves problèmes phytosanitaires affectent la culture du cacao depuis quelques années. Il n'y a pratiquement pas d'agriculture vivrière et tous les produits alimentaires viennent de l'extérieur.

La pyramide des âges de cette population de pêcheurs est proche de celle du Brésil, avec 50% de moins de vingt ans et 75% de moins de 35 ans. Le taux d'analphabétisme est proche de 50%, parfois supérieur dans les agglomérations les plus reculées. Les deux tiers des chefs de famille pratiquent la pêche comme activité exclusive, 20 % comme activité principale avec un complément de petite agriculture, 10 % comme activité de complément. La plupart des femmes de pêcheurs assistent leur mari dans son travail, avec les autres membres de la famille, en particulier pour lavage du poisson et l'entretien de la pirogue (CEPLAC, 1989). Tous les pêcheurs pratiquent plusieurs types de pêche : ligne, épervier, filet fixe, pièges à poissons, casiers à crustacés, pêche aux explosifs (malgré son interdiction formelle). On peut distinguer trois catégories de pêcheurs : ceux qui pêchent en rivières ou en estuaire, et qui disposent d'une pirogue non motorisée (70%), ceux qui pêchent en mer ouverte et qui disposent d'un bateau à moteur (13%) et enfin ceux qui n'ont pas de bateau (17%).

Les pêcheurs non motorisés

Ce sont les pêcheurs non motorisés qui sont concernés par le projet d'élevage de crevettes. Il s'agit en fait d'unités familiales composées de quatre ou cinq adultes ou adolescents, sans compter les enfants. Leurs seules activités sont un peu d'agriculture vivrière et de la pêche à l'intérieur des rias. En moyenne, par semaine, un pêcheur, équipé d'une pirogue, d'un filet et accompagné d'un aide, capture 15 kg de poisson par semaine (mulet, mérrou, raie)

qu'il vend 1 US\$ à 1,5 US\$ le kg à un mareyeur. Le revenu de cette activité traditionnelle est donc de 75 US\$ environ par mois, c'est à dire de l'ordre du salaire minimum au Brésil. Il s'agit bien sûr d'un revenu non seulement très faible mais aussi très fluctuant, et mettant en jeu un petit capital personnel (pirogue et filet). Le paiement du poisson a lieu le jour même, ou le lendemain en cas de pêche particulièrement abondante. Ce mareyeur fait aussi office de marchand ambulant, et revend ensuite la marchandise à un négociant disposant d'installations frigorifiques.

Les pêcheurs disposant d'embarcations à moteur

Ces pêcheurs capturent des poissons, des langoustes et des crevettes au large, au cours de journées de pêche démarrées à 4 heures du matin et terminées à 3 heures de l'après-midi. Ces pêcheurs ne se sentent pas concernés par la possibilité de pratiquer l'élevage de la crevette et préféreraient disposer de moteurs plus puissants pour aller plus vite et plus au large. Leurs bateaux sont en bois, d'une longueur de 8 à 13 mètres, équipés d'un moteur diesel de 18 à 50 CV. Le prix d'achat d'un bateau de pêche est de l'ordre de 4 000 US\$ (occasion) à 8 000 US\$ (neuf). L'équipage d'un bateau est de 3 à 4 personnes, y compris le capitaine. Les crevettes pêchées sont vendues soit à des établissements frigorifiques assurant la congélation et la commercialisation du produit, soit à la coopérative de Valença, petit port de pêche au sud de Salvador. Le bateau est en général propriété du pêcheur, qui rémunère ses "partenaires" à la part. Des contrats peuvent lier le propriétaire du bateau et les établissements frigorifiques, ces derniers pouvant faire l'avance des charges d'exploitation. Pour ces pêcheurs, ces facilités ainsi que la rapidité de paiement sont des facteurs importants dans le choix de leur lieu de débarquement. Très peu d'informations ont pu être obtenues sur le revenu de ces pêcheurs, mais il semblerait que le niveau de rentabilité de cette activité ne permette pas actuellement de faire face à des remboursements d'emprunt pour l'achat d'un bateau ni pour l'acquisition de moteur plus puissant. Aucune donnée n'est disponible sur l'état des stocks de crevettes ni sur les possibilités d'accroître l'effort de pêche.

L'élevage de la crevette dans l'Etat de Bahia

Bien que l'Etat de Bahia possède un climat tropical et 1200 km de côtes avec de nombreux sites propices, le développement de la crevetticulture reste limité. En 1994, 6 fermes d'élevage de crevettes étaient recensées avec un total de 1 000 hectares de bassins. La plupart des fermes de la région utilisent une technique semi-intensive sur le modèle de celui développé et utilisé en Equateur. Les rendements sont de l'ordre de 900 kg par hectare avec 2

cycles par an, pour des crevettes d'un poids moyen entre 10 et 15 g (Chim, 1995).

Description du projet pilote et choix des hypothèses zootechniques

Le projet a été dimensionné pour une capacité de production de 60 tonnes par an de crevettes à la sortie des cages. Etant donné que la construction d'une éclosérie n'est pas prévue pour le moment, le projet doit se fournir en post-larves auprès des écloséries commerciales voisines, pour un total annuel de 9 millions d'unités. Un tel projet pourrait réunir 28 pêcheurs, chacun d'entre eux ayant en charge 40 cages de grossissement et 7 cages de prégrossissement. Les cages sont constituées d'un cadre en PVC et d'un filet de maille 5 mm d'une surface utile de 25 m², en comptant le fond et les parois, pour une hauteur immergée de 0,5 m (Chim, 1994). Les pêcheurs seraient en charge de la distribution de l'aliment et du nettoyage des cages et participeraient aux différentes opérations de montage des cages, de transfert des juvéniles et de récolte des animaux avant commercialisation. En plus des pêcheurs, une structure centrale est nécessaire pour assurer toutes les tâches collectives telles que l'achat des consommations intermédiaires (post-larves, aliment composé, carburants), le contrôle de la qualité du milieu, le suivi de la croissance des animaux et la gestion des interventions zootechniques sur l'ensemble des cages depuis la mise à l'eau des juvéniles jusqu'à la récolte. De plus, le projet comprend un atelier de transformation et une unité de distribution pour fournir des crevettes congelées et étêtées aux restaurants et détaillants de la région de Salvador de Bahia. Dans son ensemble, le projet emploierait 17 personnes à temps plein et l'équivalent de 3 personnes à temps partiel, en plus des 28 pêcheurs.

Sur la base des résultats des expérimentations, un certain nombre d'hypothèses zootechniques ont été définies pour réaliser la simulation d'une situation de référence. A partir de post-larves PL5, la phase de prégrossissement dure 2 mois pour fournir des juvéniles de 0,50 g. Puis la phase de grossissement dure 5 mois, avec une densité de 72 animaux par m², une vitesse de croissance moyenne sur l'année de 0,76 g par semaine, un taux de mortalité mensuel de 6% et un indice de conversion de l'aliment de 2,50. Un nouveau cycle est démarré chaque semaine afin d'assurer un étalement de la récolte et une utilisation optimale des structures d'élevage. Le poids moyen individuel des crevettes à la récolte est de 15g. En prenant l'hypothèse d'une perte de poids de 35% à la transformation, la production annuelle totale de crevettes congelées est de 36 tonnes.

Estimation des investissements et des charges d'exploitation

Toutes les données chiffrées ont été validées à la date du 1er janvier 1995, et sont exprimées en dollar américain, en fonction du taux de change entre dollar américain et real brésilien en vigueur à cette date. L'investissement total du projet est évalué à 500 000 US\$. Tout l'investissement est réalisé dès la première année. Les charges d'amortissement annuelles s'élèvent à 80 000 US\$, en tenant compte de la durée de vie estimée de chacun des équipements (Tableau 1). Les bâtiments se composent d'un abri pour les embarcations et pour le stockage de l'aliment, d'un bureau-laboratoire, d'une unité de transformation et d'un entrepôt pour le stockage des crevettes congelées. Les équipements principaux comprennent 28 pirogues sans moteur, un bateau de pêche traditionnel en bois de 13 mètres de long avec un moteur de 35 CV, deux petits bateaux en aluminium propulsés par des moteurs hors-bord de 15 CV, 37 congélateurs domestiques d'une capacité unitaire de 100 litres et une fourgonnette pour la distribution.

Tableau 1 : Investissement initial et charges d'amortissement

| Nature de l'investissement | Prix d'achat (US\$) | Durée de vie (an) | Amortissement (S) |
|----------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Terrain viabilisé | 12 000 | | |
| Bâtiments | 79 430 | 10 | 7 943 |
| Cages | 126 500 | 8 | 15 813 |
| Filets ((juvéniles) | 41 950 | 3 | 13 983 |
| Filets (grossissement) | 93 410 | 4 | 23 353 |
| Pirogues | 11 200 | 10 | 1 120 |
| Petits bateaux motorisés | 6 100 | 10 | 610 |
| Bateau de pêche | 15 000 | 15 | 1 000 |
| Machine à glace | 10 000 | 10 | 1 000 |
| Congélateurs | 31 800 | 5 | 6 360 |
| Équipement de laboratoire | 9 840 | 4 | 2 460 |
| Divers | 36 770 | 5 | 7 359 |
| Total | 474 000 | | 81 000 |

Les charges d'exploitation sont calculées en année de routine, une fois que le projet fonctionne à pleine capacité, c'est à dire dès la seconde année. On considère que les pêcheurs reçoivent une rémunération mensuelle équivalente au salaire minimum brésilien qui était de 82 US\$ par mois au moment de l'étude. Le montant total des

salaires et charges versés aux employés du projet s'élève à 60 000 US\$ par an. Le prix d'achat des post-larves est de 4,6 US\$ le mille. L'aliment de fabrication brésilienne coûte 0,5 US\$ le kilo. Avec les hypothèses zootechniques retenus, le total des charges d'exploitation s'élève à 335 000 US\$ par an, hors frais financiers (Tableau 2).

Tableau 2 : Charges d'exploitation en année de routine

| | Elevage | Transformation et commercialisation |
|---------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Nature | | Montant (S) |
| Poste-larves | 49 000 | 0 |
| Aliment | 74 200 | 0 |
| Rémunération des Pêcheurs | 27 400 | 0 |
| Energie | 18 600 | 8000 |
| Salaires et charges | 28 000 | 31 500 |
| Charges d'exploitation diverses | 5 000 | 10 500 |
| Amortissement | 62 000 | 19 |
| Total | 264 200 | 69 000 |

Le coût de production des crevettes entières en sortie de cage d'un poids moyen de 15 g est de 4,7 US\$ par kilo. Le coût de production des queues de crevettes congelées d'un poids moyen de 9.9 g (type 41-50) est le 9,2 US\$ par kilo, livraison comprise.

Rentabilité en année de routine et analyse de sensibilité

Le marché de la crevette à Salvador et dans l'Etat de Bahia

La production totale de crevettes dans l'état de Bahia peut varier très fortement selon les années car elle dépend directement des conditions climatiques. Ainsi, entre 1980 et 1989, cette production a oscillé entre 2 000 et 4 600 tonnes, dont moins de 1 000 tonnes d'aquaculture, tandis que la production pour l'ensemble du Brésil a varié entre 40 000 et 65 000 tonnes (source FAO). Les exportations brésiliennes de crevettes congelées sont faibles, de l'ordre de 5 000 à 10 000 tonnes par an, principalement à destination des Etats-Unis, du Japon et de l'Espagne. Le négoce est assuré par des coopératives et des établissements frigorifiques qui sont les seules structures capables d'assurer le contrôle de la chaîne de froid, élément très important pour la conservation des produits hautement dégradables en milieu tropical. Cette difficulté de conservation ainsi que la mauvaise qualité de la chaîne de froid dans les circuits de distribution traditionnels (marchés de plein air) confèrent une mauvaise image de marque au produit frais. Les hôtels, les restaurants et les supermarchés de Salvador préfèrent traiter un produit congelé et préemballé, destiné à une clientèle à pouvoir d'achat plus élevé que la clientèle des marchés traditionnels.

Le prix de la crevette dépend fortement non seulement de sa taille et de sa présentation, mais aussi de la période de l'année. En ce qui concerne le marché des hôtels et restaurants de Salvador, qui est évalué actuellement à près de 500 tonnes par an de crevettes congelées, les crevettes de 15 g et plus sont les plus recherchées (Duquesne, 1994) et représentent 60% de ce marché. Leur prix est particulièrement élevé entre décembre et mars, au moment de l'afflux touristique dans la région de Salvador (Tableau 3).

Tableau 3 : Variation du prix des crevettes congelées étêtées sur le marché de Salvador en 1994 (US\$)

| Mois | Jan | Fév | mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Août | Sep | Oct | Nov | Déc |
|------------------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Entre 9 et 12 g | 7,2 | 6,7 | 5,6 | 5,2 | 5,1 | 4,8 | 5,9 | 4,5 | 3,9 | 4,3 | 4,7 | 6,6 |
| Entre 12 et 15 g | 11,0 | 9,4 | 7,5 | 6,6 | 5,9 | 5,0 | 6,8 | 6,3 | 6,4 | 7,9 | 9,8 | 12,6 |
| Entre 15 et 18 g | 14,7 | 12,8 | 10,3 | 9,0 | 8,6 | 7,7 | 9,4 | 9,4 | 10,3 | 11,1 | 11,1 | 15,2 |

La crevette d'élevage et en particulier l'espèce *Penaeus vannamei* possède une excellente réputation sur le marché de Salvador. Les hôtels et restaurants recherchent la production des trois principales fermes de crevettes de l'état de Bahia car ils ont ainsi une garantie sur la qualité sanitaire du produit. La régularité de l'approvisionnement est aussi un critère de qualité important. De nombreux restaurants qui consomment beaucoup de crevettes ont du mal à trouver un fournisseur qui garantisse une livraison constante tout au long de l'année, et sont prêts à payer plus cher un produit dont l'approvisionnement serait régulier. Le prix de vente des crevettes destinées à l'exportation est plus difficile à déterminer car les quantités sont faibles et les données peu précises. D'après les données de l'organisme régional de promotion des exportations Promoexport, ce prix varie de 5 à 10 US\$ pour des crevettes congelées.

Rentabilité du projet en année de routine

En prenant l'hypothèse d'un prix de vente moyen sur l'année de 12,6 US\$ par kilo, le chiffre d'affaires annuel du projet est de 460 000 US\$. Avec des charges d'exploitation estimées à 335 000 US\$, le résultat avant prise en compte des frais financiers et avant impôts éventuels s'élève à 125 000 US\$. Dans ces conditions, le ratio de rentabilité prévisionnel peut être évalué à 27%.

Analyse de sensibilité

L'utilisation de l'outil de simulation permet de tester l'impact des variations de différents paramètres techniques, biologiques ou économiques sur la rentabilité prévisionnelle du projet. Les paramètres retenus dans l'analyse de sensibilité sont la vitesse de croissance, l'indice de conversion de l'aliment, la disponibilité régulière en post-larves, l'efficacité de l'étêtage des crevettes, le salaire minimum et le prix de vente des crevettes sur le marché de Salvador (Tableau 4).

Tableau 4 : Analyse de sensibilité (sur le projet dans son ensemble)

| Paramètre | Valeur de référence | Nouvelle hypothèse | Nouveau coût de Production | Nouveau ratio de rentabilité |
|------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|
| Vitesse de croissance Hebdomadaire | 0,80g | 0,67g | 9,3 US\$ | Négatif |
| Indice de conversion de l'aliment | 2,5 | 2 | 8,8 US\$ | 31 % |

| | | | | |
|---|-------------|-------------|-----------|-----|
| Disponibilité en post-larves de mai à juillet | oui | non | 10,2 US\$ | 4% |
| Perte de poids à l'étêtage | 35% | 40% | 10,2US\$ | 19% |
| Salaire minimum mensuel | 82 US\$ | 100.US\$' | 9,9 U.S\$ | 21% |
| Prix de crevettes sur le marché de Salvador | 12,6US\$/kg | 10,0 USS/kg | 9,2 USS | 8% |

Si la vitesse de croissance s'avère moins bonne que prévu et n'atteint que 85% de l'hypothèse de référence, non seulement le coût de production augmente, mais le prix de vente diminue car les crevettes sont plus petites à la fin des cinq mois de grossissement. Dans ces conditions, le projet ne serait plus rentable. Des expérimentations récentes semblent confirmer la possibilité de faire baisser l'indice de conversion jusqu'à 2 avec des densités d'élevage identiques. Dans ce cas, le ratio de rentabilité prévisionnel n'augmenterait que de 15%. Un manque de post-larves de mai à juillet serait lourd de conséquences car il priverait le projet de production autour du mois de décembre, quand les prix sont les plus élevés, et compromettrait sa rentabilité. Le travail d'étêtage se fait entièrement manuellement. Si cette opération n'est pas effectuée correctement, la perte de poids qui en résulte a des conséquences importantes sur le chiffre d'affaires car elle intervient en fin d'élevage, au moment de la commercialisation (Aiken, 1990). Le salaire minimum est actuellement très bas au Brésil, mais les réformes de politique socio-économique en cours devraient conduire à une redistribution du revenu plus équitable. Cet effet resterait modéré, puisque le poste salaire ne représente que 26% des coûts de production. Ainsi, une hausse de 20% du salaire minimum entraînerait une baisse de 20% du ratio de rentabilité. Bien que le marché brésilien ne soit pas encore ouvert à la concurrence internationale, les récents accords du GATT ne permettent plus d'exclure l'hypothèse que les prix sur le marché Brésilien suivent désormais ceux du marché mondial. En effet, dans le cadre des conclusions de l'Uruguay Round, le Brésil s'est engagé à ramener de 105% à 35% d'ici 2004 le tarif appliqué aux crevettes d'importation. Or, sur le plan international, le prix des crevettes subit des variations importantes d'une année à l'autre. Après une période de prix très élevés début 1995, la demande et les prix ont chuté considérablement fin 1995, puis se sont ressaisis au début de 1996. Actuellement, le prix de gros des crevettes congelées de petite taille (moins de 10g sans tête) sur les marchés japonais et américain est de l'ordre de 8 à 9 US\$ (Globefish, 1996). Si le prix des crevettes à Salvador tombait à 10 US\$ par kilo, alors la rentabilité du projet serait fortement compromise.

Rentabilité de l'investissement et besoins de financement

Pour évaluer la rentabilité de l'investissement, un échéancier des dépenses et des recettes prévisionnelles est établi sur un horizon de dix ans (Tableau 5). Les réinvestissements sont prévus à la fin de la durée de vie utile de chaque équipement. Ils sont en théorie particulièrement importants en année 5 avec le renouvellement des filets et en année 9 avec celui des cages, mais dans la pratique, ces réinvestissements pourront être échelonnés au cours du temps. Dans ces conditions, le Taux de Rentabilité Interne (TRI) est de 30%. Pour apprécier ce résultat, il faut tenir compte du taux d'inflation au Brésil, qui a été considérablement réduit depuis la mise en place du plan Réal en 1994, mais qui était encore de 24% par an en 1995.

Tableau 5 : Echancier des dépenses et recettes prévisionnelles (en US\$ de 1995)

| Année | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Investissement(1000\$) | 474 | 0 | 0 | 42 | 103 | 69 | 42 | 0 | 230 | 42 |
| Valeur de cession (1000\$) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 190 |
| Charges d'exploitation | 262 | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 |
| Recettes (1000\$) | 200 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 |

Les besoins de financement initial sont de l'ordre de 800 000 US\$ afin de couvrir l'investissement de départ, les charges d'exploitation de la première année et les éventuels frais financiers. Des prêts à taux réduit sont disponibles au Brésil pour le financement de projets agricoles. En prenant l'hypothèse d'un apport en fonds propres de 500 000 US\$ et d'un emprunt de 350 000 US\$ au taux de 25% sur cinq ans avec un différé de remboursement en capital de un an, on constate que le cumul de trésorerie du projet ne dépasserait pas 600 000 US\$ au cours des dix premières années de fonctionnement (Tableau 6). Ce montant apparaît suffisant pour couvrir les éventuelles pertes d'exploitation consécutives aux différents risques inhérents à la pratique de l'aquaculture (pathologies, tempêtes, inondations, accidents etc.), mais semble un peu faible pour envisager un développement du projet sans apport financier complémentaire.

Tableau 6 : Trésorerie prévisionnelle (en US\$ de 1995)

| Année | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Variation annuelle (1000 US\$) | 227 | 104 | 124 | 99 | 51 | 140 | 167 | 209 | -21 | 167 |
| Solde en fin d'année (1000 US\$) | 227 | 287 | 356 | 386 | 362 | 432 | 515 | 625 | 483 | 556 |

Discussion

Les critères retenus dans l'analyse financière de ce projet d'élevage de crevettes en cage au Brésil permettent d'avoir des données prévisionnelles sur le revenu que pourront en tirer les différents acteurs impliqués ainsi que sur la rentabilité de l'investissement à long terme et sur les besoins de financement au démarrage. Il s'agit d'éléments d'aide à la décision très précieux à l'usage non seulement des organismes en charge du développement de cette zone côtière souffrant d'exode rural, mais aussi des investisseurs potentiels, des institutions financières et des chercheurs impliqués dans la mise au point de cette technique. En effet, l'attrait de l'innovation technique, la pertinence des objectifs sociaux et la volonté de respecter le milieu naturel sont des motivations fortes pour soutenir un tel projet, mais il ne faut pas oublier l'existence de fortes contraintes économiques. En dépit de la stagnation de la production mondiale de crevettes, aussi bien de pêche que d'aquaculture, après une longue période de croissance, le marché international est morose depuis mi-1995. Dans ce contexte, les acheteurs accordent une importance toute particulière au prix et recherchent en priorité l'offre la moins chère.

Dans le cas particulier de ce projet, un ratio de rentabilité prévisionnel de 27% semble suffisant pour prendre en compte les risques éventuels liés à la pratique d'une nouvelle technique aquacole. Cependant, cette bonne rentabilité apparente est due en grande partie au faible coût des activités de transformation et de distribution telles qu'elles ont

prévues dans ce projet. En effet, il s'agit d'installations artisanales, répondant aux normes sanitaires en vigueur dans l'Etat de Bahia, mais pas à celles nécessaires pour étendre le champ de la commercialisation dans le reste du Brésil ou à l'exportation. En revanche, la décomposition des coûts de production montre que la technique d'élevage en cage est au moins aussi coûteuse que les techniques usuelles en bassin. Bien que peu d'information détaillée soit disponible sur ce sujet, les coûts de production de *Penaeus vannamei* en Amérique latine peuvent être estimés entre 3,5 et 4,5 US\$ par kilo pour un poids moyen de 16 g (Villalon et Preis, 1993). Les principales contraintes économiques dans la technique d'élevage en cage sont le coût d'usage du capital (plus de 1 000 US\$ d'amortissement annuel par tonne de production) et la faible productivité du travail (1,3 tonnes de crevettes par emploi et par an). En effet, à cause du prix élevé et de la courte durée de vie des filets, les amortissements sont deux fois plus élevés que dans des fermes en bassin, que ce soit en Equateur ou en Thaïlande (Kee-Chai C., 1990), bien que l'investissement initial soit beaucoup plus faible de par l'absence de travaux de terrassement et de station de pompage. Bien que le coût de la main d'œuvre non qualifiée soit très faible au Brésil, le poste travail atteint 21% des coûts de production alors qu'il ne dépasse pas en général 13% dans les fermes en bassin en Amérique latine (Weidner, 1993). Cette situation est due au morcellement du stock de crevettes en de petites unités de production gérées individuellement par les familles de pêcheurs, ce qui oblige à de fréquents déplacements au travers d'une large zone estuarienne et réduit les possibilités d'automatisation.

Dans l'état d'avancement actuel de la maîtrise de la technique d'élevage de crevettes en cage, le projet étudié ne peut pas appuyer son développement sur une compétitivité basée sur les coûts de production. Au contraire, c'est autour de la qualité des produits et de la maîtrise des circuits de commercialisation que le projet doit rechercher ses avantages compétitifs. Tout d'abord, c'est la qualité interne du produit qui doit être mise en avant. En effet, cette technique d'élevage permet d'obtenir une récolte de crevettes très homogènes en taille, avec des branchies sans vase et très peu de taches et de blessures sur la carapace. Comme d'autres projets d'élevage de crevettes qui ne peuvent pas se battre sur le terrain de la compétitivité -prix, celui-ci se doit de viser des marchés sélectifs grâce à un contrôle permanent des conditions d'élevage et de manipulation, une maîtrise des circuits de distribution et une politique de communication mettant en avant les caractéristiques spécifiques du produit élevé en cage (Rhodes, 1990).

Au-delà de la qualité interne, la nature de ce projet amène à réfléchir sur les moyens de valoriser ce qui constitue la qualité externe du produit, c'est à dire le respect par les procédés de production d'un certain nombre de valeurs environnementales et humaines (Thiebault, 1995). Quelles sont les possibilités de promouvoir le développement d'une nouvelle technique respectueuse de l'environnement et du contexte social, mais plus coûteuse que les techniques traditionnelles, dans le cas d'un produit en situation de concurrence internationale de plus en plus ouverte ? En effet, les conditions de la compétition internationale pèsent de plus en plus sur la capacité des Etats à mettre en œuvre des politiques sociales et environnementales. Cette question s'inscrit tout à fait dans la problématique plus large des relations entre les échanges internationaux et l'environnement telle qu'elle est apparue à l'issue de l'Uruguay Round. Bien que les liens entre échanges et environnement n'aient pas été abordés de manière explicite durant la négociation de l'acte final de l'Uruguay Round, ils sont pris en compte par l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) qui a récemment établi un Comité du Commerce et l'Environnement. Ce Comité a pour mandat "d'identifier les relations entre mesures commerciales et mesures environnementales afin d'encourager le développement durable et de formuler les recommandations appropriées pour toute modification des dispositions du système

commercial international à la fois nécessaire et compatible avec la nature ouverte, équitable et non discriminatoire de ce système (Accord fondateur de l'OMC)". En particulier l'OCDE s'est vu confier par l'OMC un travail de réflexion sur les questions relatives aux procédés et méthodes de production ou "PMP", afin de fournir un cadre méthodologique aux travaux de l'OMC. Dans le cas des projets d'élevage de crevettes, les procédés et méthodes qui pourraient conduire à justifier des mesures commerciales internationales ne concernent ni le produit lui-même ni son utilisation puisqu'ils ne sont pas responsables directement de dommage à l'environnement. Ce sont bien les procédés et méthodes de production qui sont à l'origine de problèmes d'environnement, et ces dommages restent limités au territoire du pays concerné. Différents instruments commerciaux pourraient alors être envisagés comme les interdictions d'échanges, les sanctions commerciales, les adaptations de tarifs douaniers ou les éco-labels (Stevens, 1994).

La prise en compte de cette notion de PMP devrait permettre d'avancer dans une démarche visant à concilier protection de l'environnement et échanges internationaux. En effet, la décision de la commission d'enquête du GATT de juger illégal l'embargo des Etats-Unis sur le thon mexicain reposait sur un article du GATT excluant justement toute mesure discriminatoire basée sur le mode de production. Une position aussi catégorique ne sera plus possible à l'avenir et un espace de négociation et de conciliation pourra être envisagé. En particulier, on peut penser à utiliser des instruments financiers comme les réductions ou les exonérations de tarifs douaniers sur les produits fabriqués selon des méthodes respectueuses de l'environnement. Dans le cas contraire, un système de taxes spécifiques pourrait permettre un recyclage tarifaire en transférant des recettes douanières des pays importateurs aux pays exportateurs pour les inciter à pratiquer d'autres méthodes de production. Ces instruments financiers sont souvent préconisés dans le cas des matières premières et des produits de base fournis par les pays en développement, car il s'agit en général de produits peu substituables et dont l'élasticité de la demande par rapport au prix est faible (Arda, 1995). Ce n'est pas vrai pour les crevettes dont la demande aux Etats-Unis, au Japon et en Europe est très sensible au prix et à la conjoncture économique. Il existe également des substitutions possibles avec d'autres produits de la mer, et c'est pourquoi les instruments financiers ne pourraient être utilisés qu'avec précaution dans ce cas. Une autre voie de réflexion est celle des éco-labels. Cette démarche volontaire de la part des entreprises pour obtenir une identification positive de leurs produits est bien développée en Allemagne, en particulier en ce qui concerne le recyclage des déchets. En revanche les éco-labels prenant en compte les procédés et méthodes de production sont plus difficiles à mettre en place car l'évaluation de l'impact sur l'environnement est plus soumise à controverse scientifique et moins facilement mesurable. Dans le cas de produits tropicaux à destination des marchés des pays développés, la mise en place d'éco-labels se heurte au manque de motivation et de sensibilisation des consommateurs et nécessite des moyens commerciaux et financiers souvent hors de portée des pays producteurs. Bien que l'Union Européenne ait décidé d'agir dans ce sens pour les bois tropicaux, aucune mesure concrète unanimement reconnue sur le plan international n'a encore pu voir le jour, faute de consensus sur les procédés et méthodes de production ainsi que sur les moyens de promotion et de contrôle des produits labellisés. De même que la valorisation de la qualité interne des produits procède d'une construction sociale impliquant à la fois les producteurs, les consommateurs et les institutions chargées de définir les normes et d'inciter à leur reconnaissance (Sylvander, 1995), toute démarche portant sur la qualité externe suppose la participation et la coordination de tous ces acteurs à un niveau international.

D'un point de vue macro-économique, si on pouvait attribuer une valeur aux ressources naturelles qui ont été dégradées, comme la mangrove pour les élevages

de crevettes, on disposerait d'informations utiles sur les performances réelles d'une économie basée sur ce mode de développement. C'est pourquoi un certain nombre d'organisations internationales telles que la Banque Mondiale ou la Banque Européenne d'Investissement suggèrent que l'évaluation monétaire des dommages devienne partie intégrante de l'analyse coût-avantage dans des projets de développement (Desaigues et Point, 1993). D'un point de vue méthodologique, trois paramètres sont difficiles à intégrer dans une véritable analyse économique et conduisent à une sous-estimation des dommages environnementaux : la difficulté d'attribution d'une valeur monétaire aux actifs naturels, la méconnaissance scientifique de certains impacts et l'impact à long terme des activités humaines sur le milieu par rapport à l'horizon à plus court terme retenu dans les analyses de rentabilité (Schulze, 1994). L'incorporation des dommages environnementaux dans les éléments d'aide à la décision reste cependant une étape essentielle dans un objectif de bonne gestion des ressources naturelles et de politique de développement durable.

Conclusion

Après trois années d'expérimentations sur le terrain, la technique d'élevage de crevettes en cage a permis d'obtenir de très bons résultats d'un point de vue zootechnique. La vitesse de croissance, le taux de survie et la production annuelle par unité de surface sont largement au même niveau que les meilleurs résultats obtenus en bassin. Un projet pilote basé sur cette technique, d'une capacité de production de 60 tonnes de crevettes par an, pourrait être rentable dans le contexte actuel du marché de Salvador de Bahia. Ce projet permettrait d'apporter une activité complémentaire à une communauté de pêcheurs sur le lieu même de leur activité. Cependant, la rentabilité du projet reste très sensible aux variations de certains paramètres comme la vitesse de croissance, la disponibilité régulière en post-larves et surtout le prix de vente très fluctuant sur le plan international. C'est pourquoi il apparaît nécessaire de poursuivre l'étude de ce projet de développement par étapes successives, en cherchant à valider au niveau d'un pilote de 60 tonnes les hypothèses retenues dans l'analyse financière prévisionnelle. En dépit d'un investissement initial faible, les coûts de production restent élevés à cause de la faible productivité du travail et de la courte durée de vie des filets. La très bonne qualité des crevettes est un atout à valoriser mais étant donné qu'une telle politique induirait des surcoûts en transformation et en commercialisation, la recherche de gains de productivité doit rester un objectif principal pour les prochaines expérimentations. La question de la compétitivité de ce projet innovant s'inscrit dans le champ plus large des liens entre environnement et échanges internationaux et pose aussi le problème de la prise en compte des effets sociaux et environnementaux dans l'analyse économique. En l'absence de réponse immédiate à ce type de question, la mise en place d'un projet pilote pourrait servir d'étude de cas dans le but de faire avancer la réflexion méthodologique. Comme en témoigne cet exemple, la coopération internationale a un rôle important à jouer pour mieux gérer les conséquences écologiques et sociales de la libéralisation du commerce, en contribuant à la formation des hommes, en renforçant les systèmes institutionnels et en développant les capacités technologiques des pays en développement.

Références bibliographiques

Aiken. D., 1990. Shrimp farming in Ecuador. *World Aquaculture*, 21(4): 26-30.

Arda M., 1995. Un enjeu : la compétitivité. *Courrier de la planète*. n°30 : pp. 9-11.

CEPLAC (Comissao Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), 1989. Pescadores do estuario do Rio Serinhaem : un informe socioeconomico. Ministerio da Agricultura, Brasilia. 85 pp.

Chim, L., 1994. Rapport de mission au Brésil du 1 au 17 mars 1994. IFREMER.

Chim, L., 1995. Elevage de crevettes en cage. Rapport final de la coopération Franco-Brésilienne. IFREMER. 83 pp.

Desaigues B. et Point P., 1993. Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement, *Economica*, 317 p.

Duquesne, B., 1994. La filière crevette à Salvador de Bahia : analyse et adaptation d'un projet d'élevage de crevettes en cages flottantes. Mémoire de fin d'études de l'ISTOM. 86 pp .

Globefish, 1996. Highlights. 1/96.

Insull, D. et Nash C. E., 1990. Aquaculture project formulation. FAO Fisheries Technical Paper, 316, 129 pp.

Lutz, E. et Munasinghe, M., 1994. Integration of environmental concerns into economic analyses of projects and policies in operational context. *Ecological Economics* 10 (1994) 37-46.

Martin, J.-L.M. 1993. Rapport de mission au Brésil du 4 au 16 septembre 1993. IFREMER.

McBryde, G., 1994. Financial characteristics of a red drum aquaculture firm with winter nursery production. *Aquaculture*, 122: 107-118.

Paquette, P. et Fleury, P.G., 1994. Production costs in French scallop farming. Proceedings of the Eighth International Pectinid Workshop, Vancouver. Canadian Technical Report of the Fisheries and Aquatic Science Series, pp. 66-75.

Paquette, P., Chim, L., Martin, J.-L.M., Lemos, E., Stern, M. et Tosta, G., à paraître. A new original technology for intensive breeding of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages : zootechnical, economic and environmental aspects. *Aquaculture* (sous presse).

Rhodes, R.J., 1990. Will US shrimp farms survive ? : the South Carolina experience. In: P.A.Sandifer (Editor), *Shrimp culture in North America and the Caribbean*, *Advances in World Aquaculture*, Volume 4: 202-215.

Schulze, P.C., 1994. Cost-benefit analyses and environmental policy. *Ecological Economics* 9 (1994): 197-199.

Stevens, C., 1994. Synthesis Report. In *Trade and environment: PPM issues*. OECD Documents. pp. 7-22.

Sylvander, B., 1995. Conventions de qualité et institutions. In Nicolas F. et Valceschini E. "Agro-alimentaire : une économie de la qualité". INRA- EConomica, Paris, p. 167-185.

Thiebault, L., 1995. Environnement, agro-alimentaire et qualité. In Nicolas F. et Valceschini E.

"Agro-alimentaire : une économie de la qualité", INRA-Economica, Paris, p.125-135.

Villalon. J.R. et Preis, F., 1993. A brief overview of the Shrimp Industry in Ecuador. Journal of Aquatic Food Product Technologie, Vol. 2(1): 5-22.

Weidner, D., 1993. Shrimp farming in Colornbia, Infofish International, 2/93: 56-61.