

4. LA DISCRÉTISATION. Quiconque calcule avec des billes pour se repérer (comme on le faisait autrefois quand on calculait avec des jetons) n'a pas besoin, à chaque déplacement de bille, de la poser au centre du trou visé. De légères erreurs lors des déplacements se corrigent automatiquement du seul fait de la forme de la surface, qui rectifie les écarts modérés. Ce passage du plan continu à une surface autocorrectrice à trous est analogue à l'introduction des codes correcteurs d'erreur dans les ordinateurs. Ces codes transforment un ensemble de positions infini (difficile à contrôler lors de longues séquences d'opérations), en un ensemble fini de positions. C'est la discrétisation de l'espace d'états. Ces codes correcteurs qui réduisent l'espace d'états de l'ordinateur, correspondent physiquement à un refroidissement du système et produisent donc une dissipation de chaleur. Dans le cas des ordinateurs quantiques — qui en théorie fonctionnent de manière réversible, donc sans dissipation — les codes correcteurs d'erreur seraient le dispositif consommateur d'énergie.

aujourd'hui la cryptographie mathématique, qui se voit mise en concurrence avec la cryptographie quantique et qui, si l'on progresse dans la réalisation concrète des ordinateurs quantiques, devra être revue de fond en comble à cause des algorithmes de P. Shor et de L. Grover.

La théorie de la transmission d'informations de Claude Shannon, qui est essentiellement classique, a été ajustée au cas quantique ; des résultats particuliers concernant la compression de l'information quantique ont été proposés. Tout cela, ajouté à la nouvelle algorithmique, constitue maintenant un ensemble théorique puissant, une nouvelle discipline à l'intersection de l'informatique et de la physique. Cette nouvelle discipline est la véritable informatique

théorique et s'oppose à l'informatique théorique classique, fondée sur une conception en partie erronée de l'information et du calcul qui néglige la réalité physique de notre Univers. Pour Andrew Steane, «Le fait que la théorie classique de l'information s'adapte à la mécanique quantique comme une main dans un gant et la surprenante cohérence générale de la nouvelle discipline donnent l'impression que nous accédons à des vérités profondes de la nature.»

Concernant l'informatique quantique le scepticisme est une attitude raisonnable, mais il semble non moins raisonnable de proclamer, avec J. Preskill, que «la construction d'ordinateurs quantiques est un rêve qui pourrait changer le monde, aussi laissez-nous rêver.»

Jean-Paul DELAHAYE est professeur d'informatique à l'Université de Lille.

J. PRESKILL, *Course Information for Physics 229, Advanced Mathematical Methods of Physics*, California Institute of Technology, Pasadena. Remarquables notes d'un cours donné en 1997-1998. Disponible à l'adresse Internet : <http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph2>

Andrew STEANE, *Quantum Computing*. 1997. Notes disponibles à la même adresse que le précédent cours.

C. BENNETT, G. BRASSARD, C. CRÉPEAU, R. JOZSA, A. PERES et W. WOOTTERS, *Teleporting an Unknown Quantum State ...*, in *Physical Review Letters*, 29 mars 1993, vol. 70, n°13, pp. 1895-1899.

I. CHUANG, N. GERSHENFELD et M. KUBINEC, *Experimental Implementation of Fast Quantum Searching*, in *Physical Review Letter* (à paraître).

J.-P. DELAHAYE, *Les ordinateurs quantiques*, in *Pour La Science*, n° 209, 100-105, mars 1995.

L. K. GROVER, *A Fast Quantum Mechanical Algorithm ...*, in *Proceedings of the 28th Annual Symposium on the Theory of Computing*. STOC, pp. 212-219, 1996,

P. SHOR, *Polynomial-time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithm on a Quantum Computer*, in *Proc. of the 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science*, Santa Fe, IEEE Computer Society Press, pp. 124-139, 1994.

Aquaculture des crevettes et environnement

CLAUDE BOYD • JASON CLAY

De nouvelles méthodes d'aquaculture des crevettes réduisent les pollutions associées, accroissent les profits et rendent cette activité durable.

L'aquaculture des crevettes se développe depuis les années 1970, surtout dans les zones tropicales. Les étangs d'élevage occupent aujourd'hui environ 1,2 million d'hectares, principalement en Thaïlande, en Indonésie et en Inde. En Amérique centrale et en Amérique du Sud, près de 200 000 hectares de littoral ont été aménagés en fermes à crevettes. Les crustacés ainsi produits sont en grande majorité consommés aux États-Unis, en Europe et au Japon. Toutes les espèces sont, en France, vendues sous le nom de gambas.

Qualifié de «révolution bleue», il y a un quart de siècle, l'élevage des crevettes et les autres formes d'aquaculture devaient réduire la surexploitation des océans : la pêche d'un kilogramme de crevettes nécessite en général la capture de dix kilogrammes d'animaux marins. Malheureusement, non seulement l'aquaculture n'a pas réduit la pression due à la pêche, mais elle dégrade l'environnement de plusieurs façons.

Normalement, les crevettes se reproduisent dans l'océan. Chaque femelle pond, en une seule fois, plus de 100 000 œufs qui, lorsqu'ils ont été fécondés, éclosent en 24 heures : ils produisent des larves qui se nourrissent de plancton. Environ 12 jours plus tard, les jeunes crevettes migrent de l'océan vers des estuaires, riches en nutriments, où elles poursuivent leur développement. Puis elles retournent dans l'océan, où elles deviennent adultes et se reproduisent à leur tour.

L'élevage des crevettes reproduit les principales étapes de ce cycle. Les aquaculteurs déclenchent la ponte des crevettes adultes dans des éclosiers en agissant sur l'éclairage, la tempéra-

ture, la salinité, les cycles hormonaux et les nutriments. Peu après l'éclosion des œufs, les larves sont transférées dans des bassins d'élevage pour y grandir. Elles sont d'abord nourries d'algues microscopiques, puis elles reçoivent de petits crustacés nommés artémia et des aliments industriels. Après trois semaines de cette alimentation, elles sont placées dans des étangs plus grands, généralement des plans d'eau de moins de deux mètres de profondeur, entourés de digues de terre, et dont la taille varie de quelques centaines de mètres carrés à plusieurs hectares.

L'aquaculture qui augmente la pêche

En Asie du Sud-Est, la plupart des étangs d'élevage sont peuplés avec des crevettes issues d'éclosiers, mais, en Amérique latine, de nombreux aquaculteurs préfèrent élever des larves pêchées dans l'océan : elles seraient plus grosses et survivraient mieux dans les étangs d'élevage. Ces larves, qui valent jusqu'au double de celles qui sont produites en éclosier, font l'objet d'une pêche intensive qui semble néfaste pour les populations de crevettes : les patrons des crevettiers d'Amérique centrale affirment que leurs prises ont diminué depuis que l'on collecte massivement les larves dans les estuaires voisins. En outre, les filets à mailles serrées utilisés pour cette pêche capturent au passage de nombreux autres animaux (le chiffre de 100 animaux capturés pour une seule larve de crevette a même été avancé), ce qui menace d'autres espèces.

Les étangs d'élevage sont souvent installés dans des milieux naturels fra-

giles, tels les marais littoraux et les mangroves, les forêts d'arbres qui résistent au sel. Les mangroves absorbent les excès de nutriments qui, autrement, pollueraient les eaux côtières, et elles abritent des larves et de jeunes animaux marins, qui s'y développent avant de partir pour la pleine mer. La section Agriculture et alimentation de l'Organisation des Nations unies a évalué que 50 pour cent des mangroves de la planète ont déjà été détruites par les populations côtières qui y cherchaient du bois de construction et du bois à brûler.

Globalement, l'aquaculture des crevettes n'est directement responsable que de la disparition d'à peine dix pour cent des mangroves, mais les disparités sont fortes : dans quelques zones, la totalité des mangroves détruites le sont par les aquaculteurs. Ainsi, en Équateur, les bassins ont d'abord été construits sur des terrains salés, quasi dépourvus de faune et de flore, mais, à mesure que ces terrains ont été occupés, les étangs à crevettes ont envahi des marais et des mangroves. En Thaïlande et dans de nombreuses régions d'Asie, l'aquaculture des crevettes ne s'est jamais limitée aux terrains salés. Les plus grandes fermes ne se sont pas implantées à l'emplacement des mangroves, mais près de 40 pour cent des petites exploitations, installées sans réflexion ou sans moyens financiers, ont empiété sur ces milieux.

On classe les fermes aquacoles en trois catégories, en fonction de la den-

1. LES CREVETTES *Penaeus vannamei* et *Penaeus monodon* représentent respectivement 22 et 58 pour cent des crevettes élevées dans des étangs d'aquaculture, dans les pays tropicaux.

PENAEUS VANNAMEI



PENAEUS MONODON



sité de crustacés dans les bassins : moins de cinq crevettes par mètre carré d'étang pour l'aquaculture extensive, plus de 20 pour les élevages intensifs, et une valeur intermédiaire pour les élevages semi-intensifs. Elles diffèrent aussi par la nature de la nourriture utilisée et par le débit d'eau échangée entre les étangs et l'océan. Dans les systèmes intensifs, les aquaculteurs ajoutent seulement des engrais dans les étangs, afin de favoriser la croissance d'algues dont se nourrissent les crevettes. En revanche, les crevettes des élevages semi-intensifs et intensifs reçoivent quotidiennement des aliments granulés composés de farines végétales, de farines de poisson, de compléments alimentaires et d'un liant qui améliore leur stabilité dans l'eau.

Un élevage extensif produit environ une tonne de crevettes à l'hectare. Les fermes semi-intensives produisent jusqu'à deux tonnes par hectare, et l'aquaculture intensive atteint des récoltes phénoménales de huit tonnes par hectare, voire plus.

En moyenne, il faut près de deux kilogrammes d'aliments pour produire un kilogramme de crevettes : comme les autres animaux, la crevette, même en période de croissance, ne transforme pas en chair tous les aliments qu'elle absorbe. En outre, même avec des systèmes perfectionnés de distribution de la nourriture, jusqu'à 30 pour cent de celle-ci n'est jamais consommée. Avec les fèces, l'ammoniaque, le phosphore et le dioxyde de carbone produits par les crevettes forment des déchets dans les étangs. Géné-

ralement, moins d'un quart du carbone organique et des autres nutriments apportés par l'alimentation est récolté sous forme de crevettes. Les trois autres quarts stimulent la croissance de phytoplancton qui meurt, sédimente et se décompose au fond des étangs, en consommant de grandes quantités d'oxygène.

Dans les systèmes traditionnels, les aquaculteurs éliminent périodiquement les déchets en vidant les étangs dans l'océan. Ainsi, ces 20 dernières années, 10 à 30 pour cent de l'eau des étangs était quotidiennement déversée dans l'océan. Aujourd'hui, ce chiffre est plutôt compris entre deux et cinq pour cent dans la plupart des exploitations, et certains aquaculteurs essaient même de supprimer totalement cette évacuation : ils gaspillent moins de nourriture et préviennent les maladies en maintenant la densité des crevettes à des valeurs faibles et en surveillant l'état sanitaire des larves qu'ils introduisent. Dans des étangs de culture intensive, l'eau est réoxygénée par des aérateurs mécaniques : une trop forte baisse de la concentration en oxygène dissous est préjudiciable aux crevettes.

Garder l'eau propre

Outre des engrais, les aquaculteurs ajoutent à l'eau des étangs de la chaux agricole et de la chaux vive, qui réduisent l'acidité de l'eau et des fonds d'étang. En Asie, ils ajoutent aussi systématiquement des minéraux poreux qui absorbent l'ammoniaque et, parfois, de l'hypochlorite de calcium, de la formaline et d'autres composés qui éliminent les microbes pathogènes et les parasites.

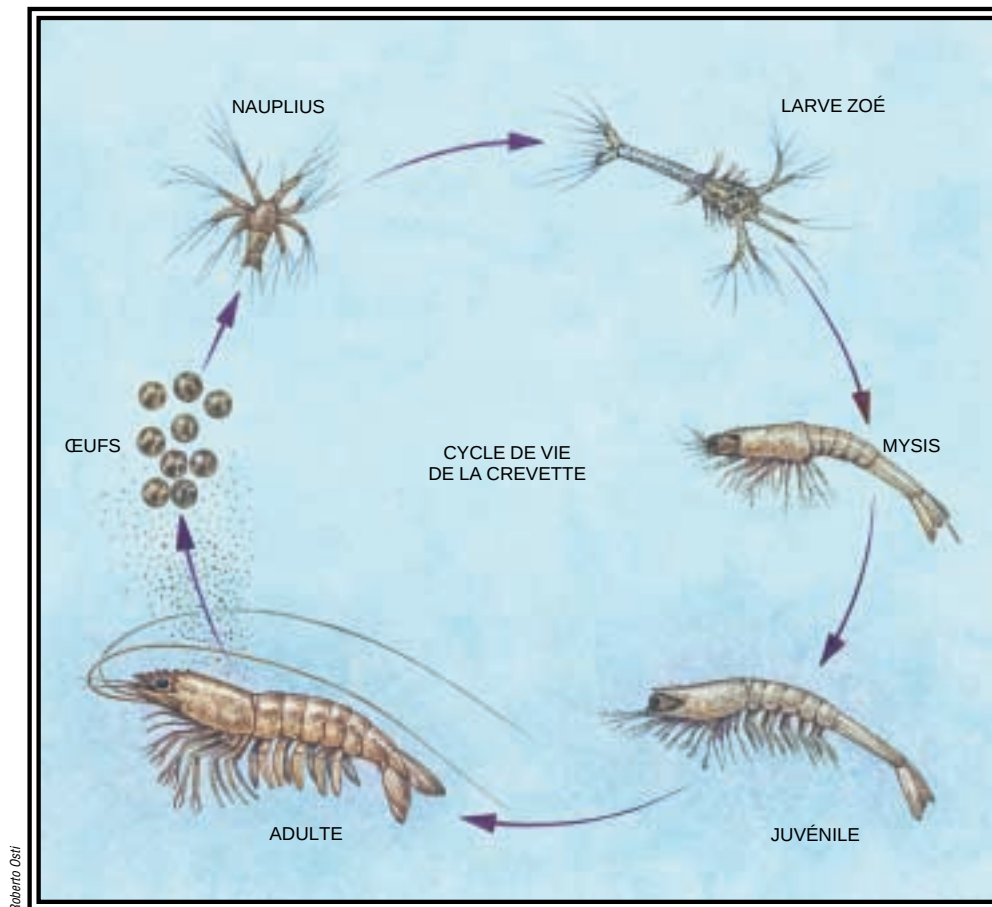
L'assainissement des rejets est toutefois insuffisant : dans certaines zones, les effluents de chaque étang, pris individuellement, sont de qualité satisfaisante, mais les étangs sont si nombreux que la capacité d'épuration du milieu naturel est saturée. Notamment, des algues se développent en excès dans les eaux côtières, consommant tout l'oxygène dissous et tuant toutes les autres formes de vie : c'est l'eutrophication, qui nuit à toutes les activités côtières, y compris à l'aquaculture.

Ce n'est d'ailleurs pas la seule menace que l'aquaculture fait peser sur son propre avenir : des maladies virales ont mis en faillite la plupart des fermes aquacoles de crevettes en Chine et à Taiwan, et elles ont menacé l'aqua-



C.C. Lockwood, Bruce Coleman Inc.

2. LES ANIMAUX MARINS inutilement tués par la pêche des crevettes au chalut sont beaucoup plus nombreux que les prises de crevettes : on prend jusqu'à dix de ces animaux pour une crevette !



Roberto Osti



Harlingen Shrimp Farms

3. LE CYCLE BIOLOGIQUE DE LA CREVETTE (*ci-dessus*) est reproduit par les aquaculteurs : après l'éclosion des œufs, les larves passent par cinq stades avant de devenir adultes. Dans les exploitations les plus respectueuses de l'environnement, les crevettes sont d'abord élevées dans des écloséries (*à gauche*), puis elles poursuivent leur développement dans des étangs situés loin derrière les mangroves côtières (*en bas, à gauche*). De nombreux aquaculteurs élèvent toutefois de jeunes crevettes pêchées en mer (*à droite*) et certains construisent des étangs dans des zones auparavant occupées par des mangroves (*en bas, à droite*), détruisant ces milieux fragiles.



Comer Bailey



Comer Bailey
Alfredo Quarto



culture de Thaïlande, d'Inde et d'Équateur. Les virus migrent entre les pays et même entre les continents, par le transport de larves infectées produites en éclosérie. Les maladies des crevettes peuvent aussi être transmises par l'intermédiaire de crevettes surgelées crues.

Les aquaculteurs ont appris à lutter contre ces maladies. Par exemple, ils savent aujourd'hui détecter les virus

dangereux qui infectent les larves qu'ils achètent aux écloséries. Ils savent aussi se débarrasser des crevettes contenues dans un étang infecté sans disséminer les microbes ou les virus. Certaines écloséries utilisent des reproducteurs élevés avec soin, afin d'engendrer des larves exemptes de maladies. De telles mesures sont efficaces et saines, contrairement à l'emploi de médicaments ajou-

tés à l'alimentation, qui risquent de faire proliférer des bactéries résistantes aux antibiotiques et de bouleverser l'écologie microbienne locale.

Comment les aquaculteurs de crevettes préservent-ils leur environnement? Tout d'abord, en ne construisant pas des étangs n'importe où. Ainsi, on évitera l'installation dans les sols sablonneux qui ne sont pas imperméabilisés

L'opinion d'un expert

L'incurie de certains aquaculteurs de crevettes et le laxisme des gouvernements des pays où cette forme d'aquaculture s'est développée sont responsables de nombreuses dégradations de l'environnement. Toutefois, certains écologistes ont abusivement critiqué l'ensemble de la filière. Selon eux, de riches investisseurs construiraient des étangs d'aquaculture n'importe où, réaliseraient des profits rapides, puis abandonneraient leurs installations. Dans les quelques cas où ces accusations sont justifiées, les fermes étaient petites, avec seulement un ou deux étangs construits à peu de frais sur des sites inadaptés, et fonctionnaient avec un manque manifeste de capitaux et de compétences. Au contraire, la construction d'une ferme d'aquaculture de bonne qualité coûte 50 000 à 300 000 francs par hectare d'étang, et les frais d'exploitation sont élevés, de sorte que les propriétaires, soucieux de récupérer leur investissement, s'assurent que leurs installations seront productives pendant de nombreuses années. L'aquaculture des crevettes est une situation typique où l'environnement est fortement détérioré par de petits exploitants et pas par les grands. D'où l'intérêt des coopératives.

Des exploitations bien conduites emploient une main-d'œuvre nombreuse : une ou deux personnes par hectare d'étang (pour les écloséries, les étangs d'élevage et les usines de conditionnement). L'aquaculture des crevettes stimule aussi l'économie locale et rapporte des devises à de nombreux pays en développement. Ce

serait donc une grande perte si elle disparaissait. Comme la dégradation des zones côtières menace l'aquaculture, on peut aisément convaincre la plupart des aquaculteurs qu'ils ont tout intérêt à être de bons gestionnaires de l'environnement. L'Association australienne des éleveurs de crevettes a ainsi élaboré un code de pratiques pour ses membres ; l'Association du réseau des pêcheries des pays d'Asie du Sud-Est a publié un manuel des bonnes méthodes de culture de la crevette, et l'Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation a présenté des conseils techniques à l'intention des pêcheries qui s'appliquent à l'aquaculture des crevettes. Enfin, le Réseau des centres d'aquaculture d'Asie et du Pacifique a lancé un plan détaillé pour améliorer la durabilité de l'aquaculture en général.

De surcroît, la plupart des États demandent aujourd'hui une évaluation des conséquences sur l'environnement avant toute nouvelle installation. La Thaïlande a institué une réglementation pour s'assurer que les aquaculteurs adoptent les meilleures méthodes d'exploitation possibles. Un progrès particulièrement notable est la formation récente de l'Alliance mondiale d'aquaculture, groupement d'industriels qui encourage l'aquaculture non polluante, à l'aide d'un code de bonnes pratiques et de sensibilisation des consommateurs à l'aide d'un «éco-label» pour la crevette.

Claude BOYD

Les commentaires d'un écologiste

Le monde économique considère que les ressources naturelles sont à celui qui les prend, et qu'elles ne coûtent que le travail et les investissements nécessaires à leur extraction. Peu d'industries tiennent autant ce raisonnement que l'aquaculture de crevettes, qui exploite des ressources publiques traditionnellement utilisées par de nombreux groupes.

Toute activité économique a des conséquences sur l'environnement, mais les producteurs de crevettes, dans leur propre intérêt, devraient minimiser les conséquences néfastes de leur activité : bien que les plus progressistes et les plus riches appliquent déjà des techniques qui améliorent la durabilité de l'aquaculture des crevettes, celle-ci aura disparu de la plupart des pays du monde dans quelques dizaines d'années tout au plus si les centaines de milliers d'aquaculteurs ne changent pas leurs pratiques.

Nous ne pouvons peut-être pas, avec nos connaissances actuelles, pratiquer une aquaculture totalement durable, mais certaines pratiques sont meilleures que d'autres. Ainsi, l'augmentation du taux de survie des larves à plus de 75 pour cent, alors qu'il est aujourd'hui inférieur à 50 pour cent, réduit l'investissement initial de chaque récolte. De même, certaines méthodes d'alimentation des crevettes réduisent de 25 à 50 pour cent les dépenses de nourriture.

Les mesures simples nécessaires réduisent aussi le coût d'épuration des effluents et les déplacements périodiques des étangs. Les éleveurs de crevettes équatoriens ont réussi à doubler leurs bénéfices grâce à de telles mesures.

D'autres améliorations sont plus coûteuses, mais l'augmentation de revenu qui en découle compense les dépenses la plupart du temps. Pour les investissements qui n'augmenteront pas la rentabilité, les coûts devront être répercutés sur les consommateurs, qui sont, on doit l'admettre, les véritables pollueurs du système économique. Des réglementations pourraient imposer l'augmentation des prix, et la mise en place d'un label «écologique» justifierait le prix supérieur auprès de consommateurs soucieux de l'environnement.

Qui attribuerait un tel label? Des écologistes, des producteurs et des gouvernements élaborent chacun leurs propres normes. Aucun groupe, et certainement pas les producteurs, ne pourra, seul, créer un système crédible. La concentration devra identifier des principes généraux, qui seront ensuite adaptés aux conditions locales particulières. Ce n'est que par l'adoption de tels systèmes de production durable que l'aquaculture des crevettes sera une activité du prochain millénaire, et pas un problème d'environnement de plus.

Jason CLAY

par une couche argileuse ou par des films en plastique, parce que l'eau salée s'infiltrerait dans les nappes phréatiques. Le rejet d'effluents salés dans des réservoirs naturels d'eau douce ou sur des terres sèches devrait aussi être interdit. L'installation d'étangs dans des mangroves ou dans des marais littoraux est également malavisée : les sols de ces zones sont souvent incompatibles avec une production de crevettes à long terme (sur ces sols argileux et saturés en sel, les déchets de l'aquaculture se transforment en gaz toxiques pour les crevettes, tel du sulfure d'hydrogène) et, ce qui est pire encore, ils sont exposés aux tempêtes côtières.

Économie et écologie vont de pair

Même les aquaculteurs les plus obnubilés par la rentabilité peuvent ainsi comprendre qu'ils n'ont pas intérêt à détruire les mangroves. La construction d'étangs de bonne qualité coûte de 50 000 à 300 000 francs par hectare. S'il faut les abandonner après quelques années parce qu'ils ont été implantés sur des sites mal adaptés, non seulement l'environnement aura été endommagé, mais l'opération aura été ruineuse.

La majorité des grands exploitants construisent aujourd'hui des canaux ou des réseaux de canalisation pour amener l'eau de mer vers des étangs construits à l'intérieur des terres. De nombreux petits aquaculteurs se regroupent en coopératives pour mettre en commun les ressources et les connaissances nécessaires à de telles installations. En Indonésie, la loi oblige même quelques grands producteurs à aider les petits exploitants.

D'autre part, les aquaculteurs découvrent aujourd'hui que des perfectionnements des systèmes de distribution des aliments, s'ils préservent l'environnement, sont également rentables. La qualité des effluents des étangs est améliorée quand les crevettes sont nourries plus efficacement. Les pertes sont inférieures quand les éleveurs distribuent les aliments plusieurs fois par jour, au lieu d'une ou deux fois aujourd'hui, et en plus petites quantités, à l'aide de casiers : la proportion d'aliments non consommés diminue. De surcroît, des aliments où la part des protéines végétales est accrue sont mieux digérés, sont plus stables dans l'eau et produisent donc aussi moins de déchets que les farines de poisson.

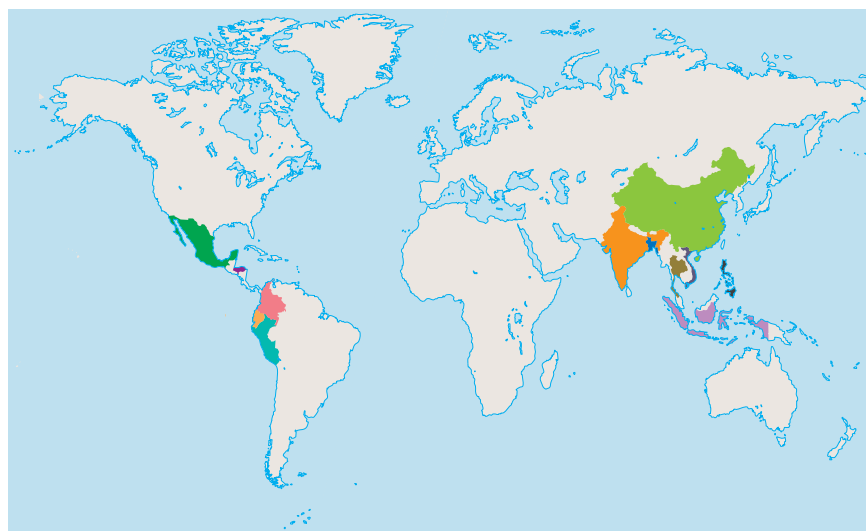
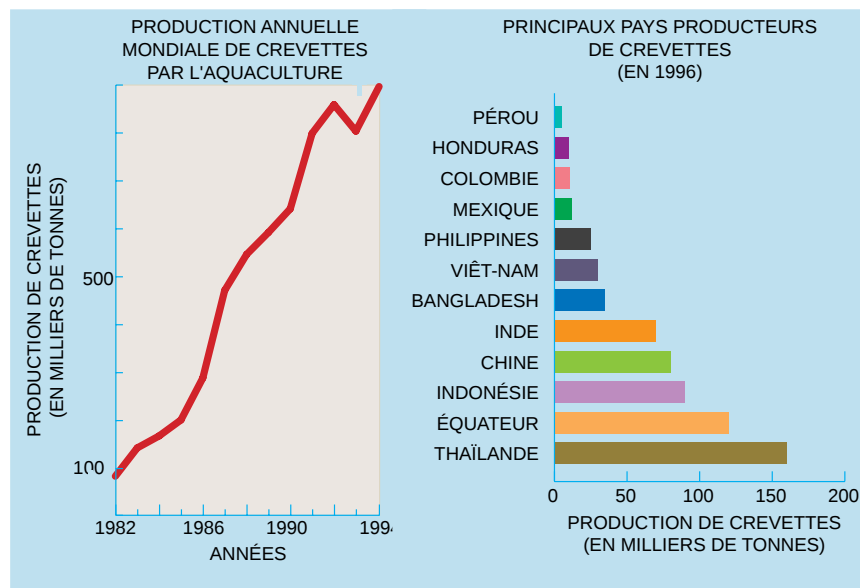
Enfin, avec une alimentation améliorée, les aquaculteurs n'ont pas besoin d'investir dans des installations de dépollution.

On réduit également la pollution quand on limite la densité de crevettes dans les bassins, parce que la majeure partie des déchets sont alors naturellement assimilés dans le sol. Même si les techniques actuelles de récolte nécessitent la vidange des étangs, les aquaculteurs pourraient stocker l'eau dans des bassins de décantation, qui favorisent la dénitrification et l'élimination de nombreux autres polluants associés à des particules solides en suspension. Les aquaculteurs devraient aussi s'abstenir de mélanger de l'eau douce à l'eau de mer des étangs pour en réduire la salinité, afin d'éviter le

pompage excessif des réservoirs d'eau douce. Cette pratique (qui fort heureusement a été abandonnée par la plupart des éleveurs de crevettes) n'est pas indispensable.

Comment réduire les menaces sur la biodiversité ? L'élevage de crevettes exclusivement issues d'écloseries, d'espèces locales et la réglementation des importations de larves résoudraient une partie du problème. La pose de grilles filtrantes à l'entrée des pompes éviterait aussi la capture d'organismes marins de grande taille.

Les aquaculteurs de crevettes devraient enfin épandre moins d'additifs chimiques. L'utilisation de composés autres que la chaux agricole, la chaux vive et les engrais est généralement inutile. Dans les rares cas où



4. L'AQUACULTURE DES CREVETTES est pratiquée depuis des siècles, mais sa production n'est devenue notable que depuis 20 ans (*ci-contre*). Les premiers pays producteurs se trouvent dans les zones équatoriales d'Asie et d'Amérique (*à droite*).



5. LES ARBRES DES MANGROVES, résistants au sel (*en haut*), bordent de nombreuses côtes tropicales, mais leur nombre a considérablement diminué. Près de la moitié des

mangroves mondiales répertoriées ont été détruites, même si l'aquaculture des crevettes n'est responsable que de dix pour cent de cette perte (*en bas*).

des antibiotiques sont nécessaires, ils ne devraient être employés que sous contrôle gouvernemental.

Dans l'ensemble, les aquaculteurs devraient être favorables à ces techniques d'exploitation plus propres, car même si elles nécessitent quelques investissements, à long terme elles amélioreront le rendement et la durabilité de leurs exploitations. D'autres innovations, qui favorisent la durée de vie de leurs étangs les aideront à réduire la consommation d'eau ; des programmes de reproduction, notamment, devraient produire des variétés de crevettes résistant mieux aux maladies.

Les producteurs de crevettes qui ne comprendront pas d'eux-mêmes l'intérêt de ces diverses mesures devront y être incités par la réglementation. Ainsi, les gouvernements devraient imposer des études approfondies de l'impact environnemental et social avant la construction de nouvelles fermes aquacoles. Les communautés concernées pourraient alors évaluer les risques de dégradation de l'environnement et identifier les conflits qui naissent de l'utilisation commerciale des terres et des eaux. Les gouvernements doivent aussi s'assurer que ces efforts initiaux de protection de l'environnement seront poursuivis.

L'industrie de la crevette semble répondre aux critiques des écologistes, et nous avons bon espoir que ses nuisances s'amenuiseront. De nombreuses exploitations se sont transformées, depuis quelques années, et des progrès devraient permettre une pérennisation des sites aquacoles. Ce n'est qu'à cette condition que l'aquaculture des crevettes deviendra un élevage comme un autre.

Claude BOYD est professeur à l'Université d'Auburn et Jason CLAY travaille au WWF à Washington.

C.E. BOYD, *Shrimp Farming and the Environment : A White Paper*, Shrimp Council, National Fisheries Institute, Arlington, 1996.

Robert ROSENBERRY, *World Shrimp Farming 1996*, Shrimp News International, San Diego, 1996.

Jason W. CLAY, *Market Potentials for Redressing the Environmental Impact of Wild-Captured and Pond-Produced Shrimp*, World Wildlife Fund, Washington, 1997.

Jason W. CLAY, *Toward Sustainable Shrimp Aquaculture*, in *World Aquaculture*, vol. 28, n° 3, pp. 32-37, 1997.
