




# L'élevage de la crevette en zone tropicale

Novembre 2003





# **L'élevage de la crevette en zone tropicale**

Novembre 2003

Coordination : Paul Chotard  
Auteurs : Olivier Avalle, Olivier Millous, Jean-François Virmaux  
Publication: La publication de ce guide est financée par le CDE  
Direction artistique : Studio Verdeaux, St Maur des Fossés, France  
Imprimeur : J. Enschedé - Van Muysewinkel - Bruxelles  
ISBN : En cours  
© 2003 CDE, Bruxelles, première édition.  
Distribution : Seuls le CDE et les distributeurs officiels sont autorisés à vendre cette publication.  
Prix : 60 €

**CENTRE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ENTREPRISE – CDE**

(Accord de Cotonou ACP-UE)

52 Avenue Herrmann Debroux B-1160 Bruxelles - Belgique

Tel : + 32 2 679 1811

Fax : + 32 2 675 2603

e-mail : [info@cde.int](mailto:info@cde.int)



## Qu'est ce que le CDE ?

Le CDE, est une institution du Groupe des États ACP et de l'Union européenne, dans le cadre de l'Accord de Cotonou. Il appartient au dispositif général européen d'aide au développement du secteur privé, destiné à lutter contre la pauvreté par la création de richesses.

Ses ressources proviennent du Fonds Européen de Développement, de Programmes européens ou de pays qui lui délèguent des crédits ou cofinancent des opérations. Il appuie, sous des formes variées, la création et le développement des entreprises ACP et, en complémentarité avec PRO€INVEST et des institutions intermédiaires telles que les organisations professionnelles et sectorielles, les sociétés de conseils. Il collabore étroitement avec les institutions financières, bi et multilatérales, publiques et privées.

Ses actions, à forte composante de conseil, sous diverses formes, se traduisent dans des appuis subventionnés, pour contribuer à financer des études, (diagnostique, faisabilité, etc.) en faveur de PME/PMI, dans le cadre de programmes sectoriels et régionaux, identifiés sur une base annuelle. Il seconde des entreprises individuelles par une assistance intégrée, sur la base de critères de sélection rigoureux. Le CDE contribue à rapprocher par secteur, par métier, par activité, les entrepreneurs des pays ACP avec leurs homologues de l'Union européenne.

## Création et renforcement d'entreprises ACP

Une institution du Groupe des États ACP (Afrique, Caraïbes et Pacifique) et de l'Union Européenne, dans le cadre de l'Accord de Cotonou.



<b>SECTION 1 : NOTIONS D'AQUACULTURE</b>	<b>5</b>
La crevetticulture dans le monde .....	5
Les choix techniques .....	7
La sélection d'un site .....	7
Choix de l'espèce .....	18
Choix des méthodes d'élevage .....	21
Les étapes de l'élevage .....	24
L'écloserie-nurserie .....	24
Les bassins d'élevage .....	31
Le conditionnement .....	41
Éléments techniques sur les infrastructures .....	47
Les bassins .....	48
Les stations de pompage .....	56
Les ouvrages hydrauliques .....	60
Critères d'appréciation économique .....	62
Les investissements .....	62
Les coûts de production .....	66
Le marché .....	68
<b>SECTION 2 : AIDE MÉMOIRE DE FAISABILITÉ</b>	<b>71</b>
Informations techniques .....	72
Informations économiques .....	74
<b>SECTION 3 : ÉQUIPEMENTS ET FOURNISSEURS</b>	<b>77</b>
Le pompage .....	77
Les aérateurs .....	79
Les filtres et la stérilisation UV .....	81
La glace .....	83
<b>ANNEXES</b>	
Adresses de quelques fournisseurs .....	86
Bibliographie .....	92



## La crevetticulture dans le monde

Avec environ 750.000 tonnes de crevettes produites annuellement, les élevages aquacoles fournissent 20 à 25% de la production mondiale de crevettes de mer. Plus de cinquante pays, essentiellement en zone tropicale, sont impliqués dans cette activité. Le continent asiatique produit à lui tout seul plus de 75% des crevettes commercialisées dans le monde, le reste étant fourni en grande partie par l'Amérique latine.

Parmi les cinq premiers pays producteurs on relève quatre pays d'Asie, à savoir la Thaïlande, l'Indonésie, la Chine et l'Inde. L'Équateur est le plus grand producteur d'Amérique Latine et le second producteur mondial. A l'exception de Madagascar, l'Afrique reste le grand absent du développement aquacole malgré des potentialités reconnues en Afrique de l'ouest et de l'est. On peut citer le Mozambique et la Tanzanie pour la côte est et la Guinée Conakry et le Sénégal pour la côte ouest.

L'élevage de la crevette est une activité récente qui a connu un " boom " extraordinaire au cours de la dernière décennie en passant de 200 000 tonnes en 1985 à plus de 820 000 tonnes en 1999.

La crevetticulture moderne ne concerne qu'un nombre limité d'espèces dont plus particulièrement :

- *Penaeus monodon* (black ou giant tiger) en Asie
- *Penaeus Vannamei* (white shrimp western) en Amérique latine.

D'autres espèces telles que *Penaeus Styli Rostris* (western blue shrimp) et *Penaeus Indicus* (Asia white shrimp) peuvent être utilisées en fonction de contextes particuliers.

Historiquement, une aquaculture extensive traditionnelle existe depuis longtemps en Asie du sud-est, mais l'aquaculture moderne semi-intensive et intensive s'est véritablement développée depuis les années 80. Cependant dès 1988 l'activité a rencontré de grosses difficultés liées :

- à l'apparition de maladies d'origine virale,
- à une dégradation des conditions environnementales.

La production de Taïwan est ainsi passée de 100 000 tonnes à moins de 20 000 tonnes en une année. Cette chute préfigurait d'autres crises du même ordre, observées par la suite en Chine et en Thaïlande, pour ne citer que les plus importantes.

Depuis 1995, le développement de la crevetticulture connaît donc un ralentissement en Asie et en Amérique latine. Dans ce contexte, le marché mondial de la crevette tend malgré tout à se développer et la demande reste globalement supérieure à l'offre.

## Les choix techniques

La réalisation d'un projet d'aquaculture de crevettes est fonction en premier lieu du choix d'un site puis de certains choix techniques. Ces choix techniques sont dans l'ordre :

- la sélection de l'espèce à cultiver,
- la méthode d'élevage retenue.

### ■ La sélection d'un site

Les critères de sélection peuvent se classer en deux catégories :

- ceux liés aux conditions possibles de fonctionnement,
- ceux liés aux possibilités d'aménagements.

Bien que seuls les derniers critères soient théoriquement à considérer dans le cadre de ce guide, il y a lieu d'examiner comment les critères de la première catégorie peuvent influencer sur les conditions d'aménagement. C'est ainsi que, notamment les critères économiques vont influencer sur les coûts de construction et donc sur les options techniques à retenir et que les conditions logistiques vont influencer les choix constructifs.

Il en est de même de certains aspects qualitatifs (climatologie, qualité des sols et de l'eau ...) qui, bien que n'étant pas directement en relation avec les contraintes de construction, vont intervenir indirectement dans les problèmes de réalisation.

### Critères climatiques

#### La température de l'air

L'optimum thermique se situe autour de 30°C sachant que les conditions les plus favorables correspondent aux climats à



faibles variations thermiques à la fois journalières et saisonnières. Un climat de type équatorial est donc théoriquement idéal. Toutefois des différences notables peuvent apparaître suivant les zones géographiques notamment entre les côtes exposées aux pluies et aux vents par rapport à celles qui en sont protégées.

### La pluviométrie

Comme pour la température, une pluviométrie régulière mais modérée avec une courte saison sèche est préférable à un climat trop contrasté. En ce qui concerne les aménagements aquacoles, les conditions pluviométriques sont à prendre en compte lors des travaux d'aménagement et pour la conception de certaines infrastructures. Les travaux ne peuvent se faire que lorsque les conditions le permettent, c'est-à-dire lorsque les terrains sont accessibles.

Des pluies importantes peuvent provoquer des dégradations au niveau des digues par ruissellement et érosion. Le travail sur une ferme est également rendu difficile voire quasiment impossible quand les digues ne sont plus accessibles à des engins de transport et de manutention. Une période sèche est nécessaire afin d'assécher les bassins une fois dans l'année.

Les dessalures entraînées par une forte pluviosité ne sont pas vraiment un handicap au niveau d'une ferme de grossissement. Par contre ce sera un critère négatif pour une éclosérie qui doit être située dans une zone à salinité constante dans l'année.

### Les vents

Des vents réguliers et modérés permettent une bonne oxygénation des bassins alors que des vents forts vont provoquer des dégâts sur les digues qui nécessiteront des travaux de maintenance importants. Les régions à cyclones sont à éviter dans la mesure du possible. Sinon il faut concevoir des infrastructures qui limiteront les dégâts : bâtiments renforcés, digues enrochées, brise-vagues et bonnes orientations des bassins ...

## **Critères océanographiques et hydrobiologiques**

### **Les courants**

Les courants sont à examiner de près car ils peuvent perturber la stabilité des ouvrages de pompage notamment, par érosion des berges dans les rivières ou les estuaires. Les courants de marée dominent l'hydrologie de la zone littorale. Ces conditions seront à examiner en particulier sur chaque site afin de bien orienter les rejets selon la position des stations de pompage et en permettant un maximum de dilution dans le milieu.

Certains sites localisés dans des zones d'estuaires sont sous influence de cours d'eau importants. Ils peuvent avoir des débits considérables en période de crue et aussi charrier des quantités importantes de particules terrigènes (latéritiques) qui sédimentent ensuite dans les canaux et bassins.

### **L'amplitude des marées**

Ce facteur est très important en particulier pour les élevages de type extensif qui utilisent les marées pour le renouvellement des bassins. Un marnage important va faciliter les vidanges des bassins mais en contrepartie, une forte amplitude va limiter les possibilités de temps de pompage sur des sites peu profonds. Une amplitude importante en période de vives eaux va également entraîner des possibilités d'inondation d'un site. Les infrastructures devront être étudiées et conçues en conséquence.

### **La salinité**

Le grossissement des crevettes et la productivité naturelle sont conditionnés pour une grande part par la salinité des eaux d'élevage. Il est admis que des salinités de 15 à 25‰ sont favorables à l'élevage des crevettes, mais des salinités inférieures ou supérieures sont en réalité tout à fait admissibles à condition de ne pas dépasser des extrêmes de l'ordre de 5 à 40‰.

Par contre, une éclosion doit impérativement fonctionner avec des conditions de salinité de type océanique comprise entre 25 et 38‰. Il est donc assez rare de pouvoir construire une éclosion près d'un site de ferme afin de s'affranchir des risques de dessalures ou de pollution.

### La température de l'eau

C'est le facteur de croissance le plus important. A titre d'exemple, la croissance de *P.monodon* est deux fois plus rapide à 30°C qu'à 25°C. Toutes les espèces de crevettes tropicales exigent une température minimale de 22°C. Les températures maximales ne doivent pas dépasser 34 à 36°C pour éviter certains stress et surtout un taux d'oxygène dissous trop bas.

### Le pH

Le pH de l'eau est un indicateur de qualité de milieu qui permet d'apprécier la dynamique du système marin et aussi la productivité naturelle. En condition marine, le pH est stable mais il peut varier en zone estuarienne en fonction d'autres paramètres tels que la salinité et la température. Dans les bassins, il doit être maintenu entre 7.5 et 8.5.

### L'oxygène

L'oxygène dissous doit être toujours le plus proche possible de la saturation dans le milieu naturel. Elle subit de fortes fluctuations dans les bassins en fonction du niveau de consommation ou de production par le phytoplancton. C'est l'un des paramètres les plus importants en cours d'élevage.

### Autres

D'autres facteurs sont déterminants dans le choix d'un site en terme de qualité d'eau, comme les risques de pollution. La présence de métaux lourds, de pesticides ou insecticides est, parmi les critères de sélection, un facteur d'élimination directe. Des situations particulières comme la présence de rejets industriels ou humains ou d'une agriculture intensive utilisant de grandes quantités de fertilisants voire d'une aquaculture intensive très développée peuvent avoir un impact fort

sur la qualité de l'environnement aquatique et donc sur les élevages (effet d'eutrophisation, marées rouges ...).

Les principales normes de qualité de l'eau de mer pour l'élevage des crevettes péneïdes sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau n°1 : Normes de qualité d'eau de mer pour les élevages de crevettes

Paramètres	Unités	Tolérance	Optimum
<b>Physiques :</b>			
températures	°C	20 – 36	30
salinités	‰	0 – 40	33
pH	-	6.5 – 9.5	8.2
oxygène dissous	% de saturation	50 – 110	100
matières en suspension	ppm FTU	< 15	traces
<b>Chimiques :</b>			
ammonium	mg/l	< 0.1	Traces
nitrite	"	< 5	"
nitrate	"	< 10	"
phosphate	"	< 5	"
silicate	"	< 100	"
<b>Métaux lourds :</b>			
mercure	mg/l	< 0.1	Traces
plomb	"	< 5	"
cadmium	"	< 10	"
cuiivre	"	< 5	"
zinc	"	< 100	"
<b>Agents toxiques :</b>			
pesticides	mg/l	< 50	0
organochlorés	"	< 50	0
heptachloride	"	< 80	0
aldrine	"	< 80	0
DDT	"	< 6	0
<b>Hydrocarbures (PCA)</b>	mg/l	< 10	0

### **Critères topographiques**

La configuration générale des sites doit être étudiée soigneusement, en particulier dans le cas des grandes fermes, car il n'est possible de développer de grands projets que sur des zones parfaitement planes sous peine de faire supporter au projet des surcoûts liés à la distribution par canaux de l'eau d'élevage (digues très élevées)

Le niveau topographique par exemple va permettre de définir les niveaux de fonds de bassins mais il conditionne aussi la disponibilité en matériaux de construction.

Les zones salées et nues d'arrière mangrove, situées à la limite supérieure de la zone intertidale, constituent des zones d'aménagement privilégiées. Ces terrains, appelés " tannes " en Afrique et " salitrales " en Amérique du Sud conviennent généralement très bien aux infrastructures aquacoles. Les tannes ont des sols généralement limono-argileux ou argilo-sableux, avec un potentiel acide très largement inférieur aux sols de mangrove. Néanmoins tous les tannes ne sont pas au même niveau topographique et ne sont donc pas tous utilisables sans vérification préalable.

En théorie, les plaines côtières situées en arrière des tannes et au-dessus du niveau des hautes mers, peuvent convenir à la réalisation des fermes aquacoles sous réserve de la qualité des sols et de la topographie. Toutefois, ces zones sont souvent couvertes de forêts ou occupées par une activité agricole plus ou moins extensive (rizières, salines ...). Leur mise en valeur ne doit donc pas être envisagée sans avoir réalisé au préalable une étude d'impact détaillée et en concertation avec les populations locales.

### **Les conditions topographiques et bathymétriques**

L'étude des cartes et des photos aériennes disponibles permet d'apprécier globalement la topographie d'un site. Ces informations seront recoupées lors des missions de terrains qui permettront de situer le niveau des marées.

Il est conseillé, dès le niveau de l'étude de faisabilité ou de l'avant-projet sommaire (APS) d'effectuer un relevé topographique par une équipe de géomètres professionnels. Ce relevé permettra :

- une évaluation précise de la surface utilisable,
- une bonne corrélation avec le niveau des marées,
- une première approche du plan d'aménagement (plan de masse),
- une évaluation sommaire des volumes de terrassement.

Ce relevé topographique aura une échelle de 1/5000ème qui sera ensuite ramenée au 1/1000ème pour l'établissement des plans d'exécutions ou de détails et le calcul précis des volumes de terrassements. Certains relevés pourront demander une échelle de 1/500ème comme l'implantation de la station de pompage ou certains ouvrages hydrauliques.

La bathymétrie est également indispensable à la définition de l'emplacement de la station de pompage. Des profils en longs jusqu'aux points identifiés pour l'implantation de la station de pompage devront être effectués. Des prélèvements de sédiments par plongée sont souvent riches d'enseignements sur la nature des fonds.

Pour la réalisation d'écloserie, le relevé topographique est beaucoup moins exigeant car les surfaces exploitées sont nettement plus faibles que sur les fermes d'élevages. Le choix d'un site d'écloserie se porte généralement sur des terrains de niveau assez élevés. La prise d'eau de mer est par contre un élément de très grande importance dans la réussite ou l'échec de l'écloserie. Elle devra être située à une profondeur suffisante pour pouvoir fonctionner si possible 24h sur 24 et en dehors des turbulences créées par les vagues.

### **Caractéristiques des sols**

La pédologie donne des informations précises sur la texture des sols mais aussi sur les aspects chimiques . Ces informa-

tions sont importantes pour émettre un jugement sur la qualité ou l'intérêt d'un site aquacole. Une étude pédologique détaillée est indispensable avant la réalisation d'un projet. Les sols se classent en cinq catégories suivant leur granulométrie.

**Tableau n°2 : Classes texturales des sols (USDA)**

Texture du sol : en pourcentages, poids sec (source FAO – Le sol)

Texture générale	Sable	Limon (silt)	Argile	Classe texturale
Sols sableux (texture grossière)	86 – 100 70 - 86	0 – 14 0 - 30	0 – 10 0 - 15	1. Sable 2. Sable limoneux
Sols limoneux (texture modérément grossière)	50 - 70	0 - 50	0 - 20	3. Limon sableux
Sols limoneux (texture moyenne)	23 – 52 20 – 50 0 - 20	28 – 50 74 – 88 88 - 100	7 – 27 0 – 27 0 - 12	4. Limon 5. Limon silteu 6. Limon très fin (silt)
Sols limoneux (texture modérément fine)	20 – 45 45 – 80 0 - 20	15 – 52 0 – 28 40 - 73	27 – 40 20 – 35 27 - 40	7. Limon argileux 8. Limon sableux-argileux 9. Limon silto-argileux
Sols argileux (texture fine)	45 – 65 0 – 20 0 - 45	0 – 20 40 – 60 0 - 40	35 – 55 40 – 60 40 - 100	10. Argile sableuse 11. Argile silteuse 12. Argile

### Sable

Les matériaux sableux sont particulièrement drainants et présentent une forte perméabilité qui les rend peu compatibles pour la construction des bassins. Il est toutefois possible de construire des bassins dans des terrains sableux en utilisant des procédés d'étanchéification (liner, béton....) mais ces procédés impliquent des surcoûts assez élevés qui ne pourront pas être rentabilisés dans des schémas d'élevages standards. Ces systèmes ne sont applicables que sur des schémas d'élevages très intensifiés.

### Limons

La granulométrie des limons se trouve comprise entre celle du sable et de l'argile (de l'ordre de dix microns). Les limons

sont relativement peu perméables, ils ne présentent pas de fissures lorsqu'ils sont secs et ils sont bien moins difficiles à travailler que les argiles. Lorsqu'ils sont dépourvus d'argile, ils présentent dans ce cas une cohérence faible peu adaptée à la réalisation d'ouvrage en terre.

### Argiles

Les argiles non organiques sont composées principalement de particules très fines (moins de deux microns). Ces sols sont rarement purs et peuvent contenir des particules de sable ou de limons dans des proportions variables. Par ailleurs, les argiles organiques peuvent contenir un pourcentage parfois élevé de matière organique surtout lorsqu'il s'agit d'anciens sols de mangrove ou de site de mangrove nouvellement défriché.

Le problème de l'argile assez pur est donc qu'il peut être très difficile à travailler lorsqu'il est humide (problème de saison des pluies) et par contre très dur et peu compactable lorsqu'il est sec.

L'idéal dans la construction des bassins et des digues est donc de travailler avec un terrain assez argileux mais comprenant un pourcentage de limon ou de sable compris entre 20 et 30%.

Nous voyons bien ainsi que dans le tableau n° 2 de classification des textures de sols, il convient de sélectionner des sols de classe 8 à 11 avec une préférence pour les sols 9 et 10.

#### ✓ *Particularités des sols de mangrove*

Ce type de sol ne convient pas pour l'élevage des crevettes même si les mangroves ont pendant longtemps servi à ce type de production. Les déforestations qui ont été réalisées pour y construire à la place des bassins, ont été la source de problèmes d'élevage et bien entendu de graves atteintes à l'environnement.

D'un point de vue qualité des sols, les sols de mangroves ont



un pH acide pouvant atteindre 3 ou 4. Cette acidité correspond à une forte proportion de sulfates acides, les sulfates provenant de l'oxydation des sulfures de fer appelées aussi pyrites. Ces sols sont reconnaissables à la présence de traînées de couleurs jaune et rouge.

### **Contraintes logistiques**

Les facteurs logistiques présentent une importance capitale dans la sélection d'un site de ferme ou d'écloserie. Dans de nombreux pays de la zone équatoriale, les manques ou absences d'infrastructures peuvent grever lourdement le coût d'un projet. Suivant la taille du projet (artisanal, semi-industriel ou industriel), les contraintes ne seront pas les mêmes, il appartient donc au promoteur de bien cibler son projet et de définir clairement ses objectifs de production en fonction des moyens financiers dont il disposera.

#### **Accessibilité**

Ce facteur est important mais il est aussi facile à apprécier selon :

- la proximité et l'état des routes (praticables ou non suivant la saison),
- les conditions d'accès par la mer.

Suivant l'intérêt d'un site donné il pourra être nécessaire de construire une piste d'accès. Par ailleurs, la nécessité de transporter les équipements, personnels et intrants par voie maritime sera une contrainte très fréquente en crevetticulture. Les grandes fermes aquacoles doivent s'équiper dans certains cas de leur propre piste d'atterrissage.

#### **Infrastructures existantes**

Les sites sélectionnés sont généralement éloignés de toute source d'alimentation électrique, de réseau d'eau douce et de lignes téléphoniques. Tous ces éléments ont un coût qu'il ne faudra pas sous-estimer au niveau des études préliminaires du projet.

La disponibilité d'eau douce devra être plus particulièrement

étudiée soit par forage soit par captage. La ou les base(s) vie sont de grandes consommatrices d'eau ainsi que l'usine de conditionnement.

### Main d'œuvre locale

La proximité de villages ou d'agglomérations est fortement souhaitable même si cela impose le plus souvent de prendre des mesures de sécurité et de surveillance des installations. Sous réserve d'éviter les conflits d'ordre socio-économiques, la population locale pourra être employée sur la ferme et accéder ainsi à une amélioration de ses revenus.

Si le site est très isolé, il faudra faire venir tout ou partie du personnel qu'il sera nécessaire de faire vivre sur le site. Dans le cas de grands projets aquacoles, la population s'installe d'elle-même à proximité et crée un village de toute pièce. Dans ces cas-là, il faut veiller à l'équilibre entre les populations déjà sur place et les migrants afin d'éviter tous les conflits liés à l'utilisation de la terre.

La création d'un projet aquacole de taille industrielle impose souvent au promoteur la prise en charge d'infrastructures utiles pour la population locale telles que :

- piste d'accès,
- alimentation en eau douce,
- électrification,
- dispensaire, école ...

L'intérêt de bénéficier d'un centre urbain proche est évident. On citera port, aéroport, distributeurs d'équipements et de pièces détachées, maintenance, usine d'aliment, stockage frigorifique, usine de conditionnement ....

### Aspects fonciers

Le promoteur doit se préoccuper des conditions d'accès au site sans interférer de manière notable sur les us et coutumes en pratique localement. L'existence de sites préservés, de parcs naturels, de sites historiques et religieux doit être analysée avec prudence et être intégrée lors de l'étude d'impact du projet.

## ■ Le choix de l'espèce

Le choix de l'espèce de crevettes est guidé par de nombreux critères, certains sont d'ordre purement biologiques (mode de reproduction, nombre d'œufs pondus ...) d'autres sont des données propres à l'espèce dans les conditions spécifiques d'élevage (vitesse de croissance, survie, besoins nutritionnels, poids moyen ...). Il est également essentiel que le " savoir-faire " zootechnique pour l'espèce retenue ait atteint un niveau suffisant de fiabilité pour envisager la réalisation de projets industriels.

Il est bien évident que ce choix est également dicté par la zone géographique où se trouve le projet et, par la présence éventuelle d'une espèce intéressante dans la zone retenue.

Il est cependant possible aujourd'hui d'envisager des élevages de crevettes dans des régions favorables où une espèce retenue n'est pas présente. Dans ce cas, il convient d'introduire l'espèce souhaitée et de réaliser des élevages de géniteurs en captivité. Cette possibilité présente bien évidemment des risques dans la mesure où une perte du stock de géniteurs peut entraîner un arrêt de la production. D'autre part, il faut tenir compte des impacts éventuels sur les stocks naturels en cas de fuites d'animaux des bassins vers la mer et également des importations accidentelles de maladies et virus avec des animaux contaminés. Dans tous les cas, il convient de se renseigner auprès des institutions gouvernementales afin de connaître la législation sur les importations d'animaux.

L'élevage des crevettes repose avant toute chose sur la maîtrise de l'ensemencement des bassins avec post-larves en quantité suffisante et surtout de bonnes qualités. Pour assurer cet ensemencement, plusieurs solutions sont possibles :

- collecte de post-larves dans le milieu naturel,
- production dans une éclosérie,
- importation à partir d'une éclosérie étrangère.

## **Collecte de post-larves**

La collecte est une méthode largement utilisée dans de nombreux pays d'Amérique latine et dans le continent Indien (*P.vanamei* et *P.indicus* respectivement). Cette méthode présente l'avantage de fournir des post-larves généralement bon marché et résistantes. Elle a souvent la faveur des éleveurs qui trouvent que ces post-larves sont plus performantes que celles en provenance des écloséries. Toutefois, les inconvénients majeurs de cette méthode sont une saisonnalité marquée qui ne permet la collecte qu'une partie de l'année et également un risque de manque de post-larves en fonction de la demande et de l'offre dans la zone concernée.

## **Production dans une éclosérie**

La production dans une éclosérie est une garantie de régularité tout au long de l'année sans tenir compte des effets des saisons. Les avantages sont multiples en terme de quantité fournie, homogénéité des lots, adaptation aux conditions des bassins (salinité, température) et prix moyen assez stable.

Les inconvénients proviennent principalement des maladies que peuvent avoir et transmettre ces post-larves. La responsabilité des producteurs de post-larves est importante mais pas toujours réelle dans les faits. Souvent les post-larves sont de petites tailles car vendues le plus jeune possible et donc sujettes à des risques de mortalité importantes dès leur ensemencement dans les bassins. Il appartient alors à l'éleveur de contrôler ses approvisionnements de post-larves et aussi de demander des garanties auprès de l'éclosérie.

## **Importation de post-larves**

Cette méthode pourra être une solution lorsqu'il s'agit de démarrer une phase pilote ou expérimentale dans une zone ou un pays qui ne dispose pas d'éclosérie. Il conviendra de s'assurer au préalable de la parfaite condition sanitaire des post-larves produites sous peine d'importer des animaux por-

teurs de maladies et virus. Les institutions gouvernementales responsables sont souvent réticentes, voire plus, à cette solution. Le transport des post-larves par avion est un élément à ne pas négliger car il augmente le coût de ces post-larves d'une façon importante.

Les caractéristiques et performances des principales espèces de crevettes sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau n°3 : Caractéristiques de quelques espèces en élevage

Espèce	Gamme de température favorable	Résistance aux manipulations	Taux de protéines dans l'aliment	Filière d'élevage	PM * atteint après 150 j depuis 1 g	Inconvénients
<b>P.monodon</b>	25 – 32°C	Bonne	35 – 41%	Extensif Semi-int. Intensif	30 – 100g 25 – 35g 20 – 30g	Nécessite un bon aliment
<b>P.vannamei</b>	24 – 32°C	Moyenne	30 – 35%	Extensif Semi-int. Intensif	30 – 35g 15 – 22g 15 – 20g	Taille moyenne
<b>P.indicus</b>	22 – 32°C	Moyenne	35 – 38%	Extensif Semi-int. Intensif	20 – 30g 12 – 15g 8 – 11g	Taille petite
<b>P.stylostris</b>	20 – 30°C	Médiocre	30 – 35%	Extensif Semi-int. Intensif	30 – 40g 20 – 30g 15 – 20g	Sensible aux conditions de t°C

PM\* : poids moyen en gramme

Les grandes répartitions naturelles de ces espèces sont les suivantes :

- P.monodon : Asie, pacifique, océan indien et Afrique de l'est,
- P.vannamei : Amérique latine et centrale,
- P.indicus : Asie, océan indien et Afrique de l'est,
- P.stylostris : Amérique latine et centrale.

Toutefois, des introductions d'espèces ont été réalisées ces dernières années afin de pallier les manques d'espèces inté-

ressantes dans une zone donnée ou bien pour remplacer une espèce rendue impossible à cultiver en raison de maladies ou virus. On peut citer quelques exemples :

- *P.vannamei* en Afrique de l'ouest et en Asie,
- *P.monodon* en Afrique de l'ouest,
- *P.stylostris* dans le Pacifique.

## ■ Le choix des méthodes d'élevage

On rappellera rapidement les distinctions entre les techniques de productions possibles. À différentes densités d'animaux correspond en effet une technique (ou une filière) particulière. Ces trois méthodes d'élevages sont : l'extensif, le semi-intensif et l'intensif.

- **l'extensif** se pratique en bassin alimenté par la marée, avec un renouvellement d'eau limité et surtout très ponctuel. Les densités d'ensemencements sont de 0,5 à 1 crevette par m<sup>2</sup>. Il n'y a pas d'apport d'aliment composé puisque la productivité naturelle sert de nourriture aux crevettes. Cette productivité peut être améliorée en apportant des engrais de types organiques ou inorganiques. Les productions sont de l'ordre de 0,1 à 0,5 tonne par hectare et par an. Les animaux sont de tailles généralement élevées.

Les bassins sont généralement de très grandes tailles (>10 ha) mais des fermes artisanales de très petites dimensions ont souvent été développées avec succès notamment en Asie.

- **le semi-intensif** est dérivé des techniques développées en Amérique latine. L'élevage se pratique en bassins en terre de grandes dimensions (plusieurs hectares), alimentés quotidiennement par un chenal d'alimentation d'eau de mer lui-même connecté à une station de pompage. Les renouvellements d'eau journaliers atteignent 15 à 20% du volume total d'un bassin (surface comprise entre 2 et 10 ha).

Les densités d'élevages varient de 5 à 15 crevettes par m<sup>2</sup> en

fonction des conditions environnementales. Les crevettes reçoivent une alimentation complémentaire sous forme de granulé spécifiquement adapté à leur besoins nutritionnels. Les rendements se situent entre 2 et 4 tonnes par hectare et par an et le poids des crevettes va de 15 à 35g.

Les limites du système sont en grande partie liées aux possibilités de changement d'eau et par conséquent au maintien d'un milieu le plus adapté aux animaux (oxygène, pH ...). Dans certains cas, cette technique peut être légèrement intensifiée par l'installation de systèmes d'aération en milieu et fin d'élevage. Les aérateurs sont de types " paddle wheels " ou à injection d'air. On parle alors de semi-intensif amélioré. Les densités sont de 15 à 40 par m<sup>2</sup> suivant la puissance installée de l'aération (en général de 5 à 10 cv par hectare). Les bassins sont de tailles plus réduites (entre 2 et 4 ha) qu'en semi-intensif afin de mieux contrôler les renouvellements d'eau. Les rendements attendus sont de 6 à 12 tonnes par hectare et par an.

- **l'intensif** est une méthode d'élevage plus sophistiquée qui repose sur un parfait contrôle des conditions d'élevage et en particulier des paramètres physico-chimiques de l'eau. L'alimentation en eau est importante, elle doit permettre des changements d'eau de 25 à 40% du volume total d'un bassin quotidiennement soit un minimum de 20% de toute la ferme chaque jour. Afin de pallier les déficits d'oxygène, des aérateurs sont installés en permanence dans les bassins, les puissances installées sont de 10 à 20 cv par hectare.

Les densités d'ensemencement vont de 15 à 50 animaux par m<sup>2</sup> (voir >100/m<sup>2</sup> dans des systèmes hyper-intensifiés), les rendements sont compris entre 10 et 20 tonnes par hectare et par an. Les tailles de crevettes obtenues sont plus petites, de 15 à 20g suivant les espèces.

La superficie des bassins est comprise entre 0,1 et 1 hectare afin de contrôler efficacement les renouvellements et le brassage de l'eau. Des techniques très élaborées ont été testées

avec utilisation de géomembrane ou " liner " afin de permettre un nettoyage très efficace du bassin entre deux élevages et aussi pour isoler le bassin de contamination possible venant du sol ou de l'environnement.

C'est une méthode d'élevage largement répandue en Asie du sud-est avec *P.monodon* depuis plus de vingt ans ainsi qu'en Amérique latine avec *P.vanamei*. Cette technique est aujourd'hui très controversée compte tenu de son impact souvent négatif sur l'environnement. Elle nécessite, par ailleurs, une grande maîtrise des paramètres d'élevage et présente des risques sanitaires importants comme ceux rencontrés ces dernières années par des pays comme Taïwan, la Thaïlande, l'Indonésie et la Chine.

Tableau n°4 : Les différentes méthodes d'élevage

Technique	Densité d'élevage (crevette/m2)	Taille des bassins (hectare)	Rendement final (tonne/ha/an)	Aération (cv/ha)
Extensif	0,5 à 1	0,5 à 20	0,1 à 0,5	Non
Semi-intensif	5 à 15	2 à 10	2 à 4	Non
Semi-intensif amélioré	15 à 40	2 à 4	6 à 12	5 à 10
Intensif	15 à 50	0,1 à 1	10 à 20	10 à 20
Hyper-intensif	50 à 100	0,1 à 0,5	20 à 40	>20



## Les étapes de l'élevage

L'élevage de crevettes est réalisé en trois étapes distinctes :

- l'écloserie – nurserie,
- le pré-grossissement,
- le grossissement.

### ■ L'écloserie - nurserie

C'est la phase de reproduction des géniteurs et de production des post-larves qui serviront à ensemercer les bassins. Il s'agit d'un ensemble d'unités ayant une fonction propre et devant nécessairement fonctionner de manière synchrone pour que la production de post-larves soit fiable et régulière.

Cet ensemble se compose :

- de bassins de stockage de géniteurs,
- d'une zone maturation,
- d'une salle de ponte et d'éclosion,
- de l'unité regroupant les élevages larvaires (de nauplii à post-larves 5),
- d'une salle de production d'algues unicellulaires,
- d'une unité de production de nauplii d'artemia,
- d'une nurserie extérieure permettant de produire des post-larves de 10 à 20 jours,
- d'un ensemble de laboratoires de contrôle et d'analyses,
- de locaux techniques.

### Les caractéristiques d'élevages

Des normes moyennes peuvent être retenues pour les quatre espèces les plus souvent utilisées (P.mondodon, P.vannamei, P.indicus et P.stylirostris) même si des particularités interviennent à telles ou telles étapes suivant l'espèce.



*Élevage larvaire  
– nourrissage  
des larves.*

**Bassins de stockage de géniteurs :**

- bassin en terre ou en liner plastique de 500 à 200 m<sup>2</sup>,
- densité de 0,5 à 1/m<sup>2</sup>,
- profondeur supérieure à 1,50 m,
- alimentation : granulé spécial à 45% de protéines et aliments frais,
- renouvellement d'eau > 50%/jour.

**Production de nauplii :**

- salle de maturation à lumière fortement réduite, photopériode éventuelle,
- bac circulaire de 3,5 à 4 m de diamètre, hauteur d'eau 80 cm,
- biomasse des géniteurs en bac de maturation : 350 à 400 g/m<sup>2</sup>,
- sex-ratio : 1 mâle pour 1 femelle,
- renouvellement d'eau > 200%/jour,
- eau de mer filtrée à 5 microns,
- alimentation fraîche exclusivement.

**Pondoir :** 1 femelle par pondoir de 250 L, eau de mer filtrée à 1 micron,

- quantité d'œufs comprise entre 100 et 800 000,
- éclosion de 60% en moyenne.

**Production de post-larves PL5 :**

- unité de bacs cylindro-coniques ou en U de 2 à 15 m<sup>3</sup>,
- lumière naturelle le jour et électrique la nuit,
- densité d'ensemencement : 150 à 200 nauplii /L,
- pas ou peu de renouvellement d'eau avant le stade post-larve 1,
- alimentation :
  - algues unicellulaires de zoé 1 à post-larves,
  - nauplii d'artemia de zoé 3 à post-larves 5,
  - microparticules de zoé 1 à post-larves 5.
- traitements antibiotiques en préventif et antifongique,
- survie de 60% entre nauplii et PL5,
- eau de mer filtrée à 5 microns.

**Nurserie de PL5 à PL10 – PL15 :**

- bac circulaire ou rectangulaire de 25 à 50 m<sup>3</sup> situé à l'extérieur ou sous serre,
- densité de 40 PL5 par litre,
- alimentation par flakes, artemia et poudre de granulé,
- renouvellement d'eau de mer de 15 à 30%/jour,
- eau de mer filtrée à 25 microns par filtre à sable,
- survie de 80% en moyenne à PL15.

La séquence de fonctionnement de l'écloserie est basée sur une alternance de périodes de production et de vides sanitaires. Son principe repose sur des mesures de prophylaxie très rigoureuses. La production larvaire annuelle peut varier en fonction des besoins d'une ferme et des ventes complémentaires.

Mais avant tout, c'est l'apparition de problèmes bactériologiques qui dicte la fin d'un cycle de production. Un suivi bactériologique est effectué quotidiennement dans les diffé-



Bassins  
nurserie  
sous serre.

rentes unités de l'écloserie afin de suivre l'évolution des souches bactériennes et ainsi de les traiter en fonction de leur résistance aux antibiotiques. Lorsque les doses préventives ne suffisent plus à contenir les quantités de bactéries, le passage à des doses supérieures entraîne généralement une résistance des souches aux antibiotiques. Le remède est alors pire que le mal, l'unique solution est d'arrêter la production avant d'atteindre ce seuil.

### Exemple de cycle de production en écloserie

- jour 1** : entrée des reproducteurs en maturation, ablation de l'œil,
- jour 6** : premières pontes,
- jours 6 à 10** : remplissage des bacs larvaires (suivant le nombre de bacs et de pontes),
- jours 21 à 24** : remplissage de la nurserie,
- jours 30 à 34** : sortie nurserie et expédition vers les bassins

vide sanitaire de 15 jours avant de redémarrer un nouveau cycle de production.

La durée totale d'un cycle est donc de 35 à 45 jours, cela permet théoriquement un fonctionnement de l'écloserie basé sur 9 cycles par an. Dans certains cas, les productions en élevage larvaire et nurserie peuvent être doublées ce qui revient à faire des cycles de 50 jours et donc 6 productions annuelles. Dans ce schéma de production il faut renouveler le stock de géniteurs en maturation et apporter un soin méticuleux aux suivis bactériologiques des élevages.

Tableau n°5 : Dimensionnement d'une écloserie suivant la production attendue

Désignation	Petite Env. 5 millions de PL15/an	Moyenne Env. 20 millions de PL15/an	Grande Env. 80 millions de PL15/an
Bassins géniteurs	1 de 200 m <sup>3</sup>	2 de 250 m <sup>3</sup>	4 de 400 m <sup>3</sup>
Bacs de maturation	1 de 10 m <sup>3</sup>	2 de 10 m <sup>3</sup>	6 de 10 m <sup>3</sup>
Bacs pondoirs	4 de 250 l	8 de 250 l	15 de 250 l
Bacs d'élevage larvaire	4 cylindroconique de 2 m <sup>3</sup>	4 en U de 12 m <sup>3</sup>	8 en U de 12 m <sup>3</sup>
Bacs artemia	4 de 150 l	4 de 500 l	8 de 1 m <sup>3</sup>
Bassins de nurserie	2 de 30 m <sup>3</sup>	4 de 30 m <sup>3</sup>	6 de 40 m <sup>3</sup>

### Les élevages de géniteurs

La production d'œufs pour le démarrage d'un cycle en écloserie, passe le plus souvent par la collecte de géniteurs femelles directement en mer à bord de bateaux de pêches. Ces femelles sont soit mises à pondre directement à bord du

bateau soit rapportées à terre et transférées dans les bacs de maturation ou de pontes. Cette phase va consister alors à les faire pondre dès leur réception en écloserie. Seules les femelles sont collectées et gardées en bacs de pontes.

Une autre étape dans la maîtrise d'un stock de géniteurs consiste à approvisionner des mâles et des femelles non matures et des les mettre en conditions de reproduction en bacs de maturation. Cette méthode est largement utilisée sur différentes espèces et elle permet de conserver un stock de géniteurs pendant plusieurs semaines, le temps de remplir un ou deux cycles de production. A la fin du cycle, les femelles sont souvent éliminées car elles ont dû être épédonculées (ablation d'un œil) pour induire le processus de maturation.

Pour cette filière, on utilise généralement des bassins extérieurs de petites dimensions et proches de l'écloserie afin de garder un stock d'avances de géniteurs.

La dernière filière possible et la plus récente, consiste à produire les géniteurs dans des infrastructures spécifiques. Il s'agit de petites fermes ayant des bassins de quelques milliers de m<sup>2</sup> et situées à proximité, si possible, de l'écloserie. La technique consiste à sélectionner un lot de post-larves saines et à les élever dans les bassins par étapes successives jusqu'à la taille de reproduction. Les bassins peuvent être des bassins en terre mais les plus adéquats sont équipés de géomembrane "liner" en plastique pour éviter toute contamination avec l'environnement et pour procéder à des nettoyages complets entre deux productions. Les lots de géniteurs peuvent être suivis et contrôlés tout au long de leur phase de grossissement et ainsi être amenés jusqu'au stade de reproduction.

Il faut, selon les espèces, de 10 à 14 mois pour obtenir des animaux de tailles convenables. Les densités d'élevages sont inférieures à 0,5 par m<sup>2</sup> lors de la phase finale de grossissement.

### **Expédition de post-larves**

Les post-larves qui sortent d'une éclosérie après la phase de nurserie, sont âgées de 10 à 20 jours et pèsent entre 5 et 20 mg. Le transport s'effectue de deux manières :

- en cuves aérées et transport par route,
- en sacs plastiques et transport aérien.

Le transport en cuves est pratiqué pour des trajets relativement courts et à des coûts plus bas que par avion. Un transport aérien et conditionnement en sacs plastiques s'imposent dès que les distances entre l'éclosérie et la ferme sont importantes (la charge en post-larves sera comprise entre 1 et 20g/litre d'eau suivant la durée et l'âge des PL). Les risques de pertes par mortalité durant le transport sont inférieurs lors d'expédition par sacs plastiques. Les survies sont souvent supérieures à 95% lorsque le conditionnement est bien maîtrisé.

*Bassin de  
décantation  
des rejets.*



## ■ Les bassins d'élevage

Les bassins de grossissement permettent d'élever les crevettes en provenance d'une éclosérie et de les amener jusqu'à la taille commerciale afin d'être vendues. La dimension d'une ferme, qui comprend plusieurs bassins, dépend d'abord des moyens financiers dont dispose le promoteur et ensuite du site retenu. Quelque soit la superficie de la ferme, c'est un ensemble de bassins en terre qui sont alimentés en eau de mer par une station de pompage. Ces bassins sont disposés de chaque côté d'un canal d'alimentation en eau de mer.

La méthode d'élevage comporte deux phases qui sont le pré-grossissement et le grossissement. La première phase est parfois supprimée suivant les méthodes d'élevages, les sites et la taille de l'exploitation.

### **Le pré-grossissement**

Il s'agit d'une étape de transition entre l'éclosérie et la phase de grossissement. Cette étape n'est pas indispensable, les post-larves peuvent être directementensemencées en bassin de grossissement. Toutefois, cette phase d'élevage présente certains avantages lorsqu'elle est pratiquée :

- les post-larves en provenance d'une éclosérie sontensemencées dans un volume où le contrôle de la survie pourra être fait d'une manière plus rigoureuse car le bassin de pré-grossissement est de taille réduite,
- l'alimentation est mieux répartie,
- les bassins de grossissement serontensemencés avec un nombre connu de juvéniles d'une taille comprise entre 0,5 et 1,5 g. A cette taille, la survie est bonne et le suivi dans le bassin est plus facile,
- la gestion de la ferme est plus efficace car le temps d'occupation des bassins de grossissement est réduit. Cela signifie une rotation plus rapide des bassins et donc des rendements à l'hectare et par an qui seront supérieurs.



La récolte et le transfert des juvéniles s'effectuent lorsque la taille des crevettes est satisfaisante et le bassin de grossissement prêt à les recevoir. La récolte est faite, en une demie journée, par vidange totale du bassin par l'ouvrage de sortie d'eau. Un filet de mailles fines, sans nœud, est installé à l'extérieur. Les juvéniles sont entraînés par le courant sortant et capturés dans le filet. Les crevettes sont pesées afin de connaître la quantité (division du poids total par le poids moyen à chaque pesée de 5 à 10 kg).

Le transport sur la ferme entre le bassin de pré-grossissement et celui de grossissement doit être fait le plus rapidement possible pour éviter le stress ou une mortalité excessive. Si les deux bassins sont proches l'un de l'autre, le transfert se fait à sec, sans eau de mer, dans un panier en maille plastique. Par contre, si les deux bassins sont éloignés, cas de grandes fermes industrielles, le transfert va se faire avec des moyens de locomotions tels que tracteur équipé de remorque ou véhicule léger circulant sur les digues.

### **Le grossissement**

C'est l'étape finale dans le processus d'élevage. Il s'effectue en bassins de surfaces unitaires qui varient de 0,5 à 20 hectares suivant les techniques employées. L'alimentation en eau se fait par des ouvrages d'entrées d'eau (appelés couramment " moine ") qui sont situés sur le canal d'alimentation. La sortie de l'eau se fait par des ouvrages situés à l'opposé et qui servent également d'ouvrages de récoltes.

Pendant la période de grossissement, qui peut durer de 3 à 7 mois, de nombreux paramètres sont à contrôler quotidiennement afin de surveiller l'évolution de la biomasse et aussi la qualité de l'eau. Il ne s'agit pas dans ce document de présenter un manuel d'élevage de crevettes mais seulement de décrire les actions importantes qui se présentent lors de cette phase.

## La qualité de l'eau

Plusieurs paramètres sont contrôlés quotidiennement et certains deux fois par jour dans le but de vérifier les seuils critiques qui interviennent le matin ou le soir. Les paramètres contrôlés chaque jour sont les suivants :

- l'oxygène dissout,
- la température de l'eau,
- la salinité,
- le pH,
- la turbidité,

Paramètres contrôlés régulièrement :

- la concentration en composants azotés : ammoniacque, nitrites et nitrates,
- la qualité et la quantité de phytoplancton et de zooplancton.

### ✓ *Les renouvellements d'eau*

Ils sont calculés en fonction de la biomasse de crevettes dans le bassin et de plusieurs critères tels que l'oxygène dissout, la qualité du phytoplancton, la turbidité ... Le changement d'eau est fait par l'ouvrage d'entrée d'eau en tête du bassin. Cet ouvrage est équipé de grillages en plastique à mailles fines afin de filtrer l'eau entrante pour éviter l'introduction de prédateurs dans le bassin : plus les crevettes sont petites, plus la maille sera fine.

**Tableau n°6 : Changement d'eau en fonction de la biomasse**

<b>Biomasse kg/ha</b>	20	500	1000	2000	3800	4800	5500
<b>% par jour</b>	1,0	2,0	3,0	6,0	10,0	20,0	25,0

### ✓ *Les fertilisations*

Pour favoriser le développement du phytoplancton dans un bassin, il faut pratiquer des fertilisations qui sont soit organiques soit inorganiques.

Les fertilisants organiques sont habituellement réservés aux petites exploitations artisanales ou semi-industrielles. Pour des exploitations plus importantes, ce sont les engrais inorganiques qui sont utilisés.

Deux types de fertilisants organiques sont couramment utilisés en aquaculture : les lisiers ou fumiers d'animaux domestiques (bovins, ovins et volailles) et les déchets agricoles comme la paille, la bagasse ou la paille de riz.

Avant d'utiliser ces sous-produits, il est important de s'assurer qu'ils ne proviennent pas d'élevage dans lesquels les animaux sont traités avec des produits dangereux ou prohibés (pesticides, antibiotiques ...) pouvant laisser des résidus actifs dans les bassins et les animaux. Une fertilisation avec des engrais organiques se fait à raison de 500 kg/ha au démarrage et qui sera poursuivie toutes les deux semaines par une application de 200 à 300 kg/ha.

Les engrais inorganiques sont généralement de l'urée et du TSP (triple superphosphate).

Tableau n°7 : **Composition moyenne (%) des fertilisants inorganiques**

Type d'engrais	N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O
Urée	45%	0%	0%
Triple superphosphate	0%	46%	0%

### L'alimentation

Les élevages de crevettes sont alimentés par des granulés spécifiquement fabriqués dans ce but. Ils ont une composition qui varie suivant l'espèce et l'âge (ou le poids) de la crevette. Leur formulation est très élaborée et évolue constamment en fonction des recherches des grands laboratoires et nutritionnistes des sociétés internationales.

En élevage extensif, la production naturelle joue un rôle suffisant pour permettre le développement d'une population planctonique et benthique qui nourrira les crevettes. Mais cette pratique a des limites qui sont atteintes dès que la densité est supérieure à  $1/m^3$  ou la biomasse à  $50g/m^3$ . Lorsque la production naturelle est insuffisante, il est possible de compléter l'alimentation des crevettes par des résidus de pêcheries ou d'agriculture, mais cette technique doit être utilisée avec beaucoup de précaution pour éviter une pollution du bassin.

Pour les filières semi-intensives et intensives, l'utilisation d'un aliment composé est obligatoire pour obtenir des croissances et des survies satisfaisantes. Mais l'utilisation d'un aliment composé ne suffit pas pour obtenir des résultats corrects en termes de croissances et de survie, pour cela différents facteurs rentrent en jeu tels que :

- la formulation de l'aliment et la qualité des ingrédients,
- la méthode de fabrication et les caractéristiques physiques du granulé,
- la manipulation et le stockage,
- la méthode et le régime de distribution,
- l'environnement aquatique et la production naturelle.

Dans les exploitations de moyennes dimensions, il est envisageable de fabriquer son propre aliment comme il se fait couramment en Asie du sud-est. L'approvisionnement et le coût des ingrédients deviennent les éléments déterminants pour décider de faire son propre aliment. Il est fabriqué chaque jour et distribué sous une forme humide, son stockage ne peut se faire que s'il est séché.

Les besoins nutritionnels des crevettes se caractérisent par :

- des besoins protéiques élevés (comparativement à ceux des mammifères terrestres et des volailles) qui doivent être couverts par des protéines de haute qualité en particulier des

Tableau n°8 : Formulation d'un aliment fabriqué à la ferme

Ingrédients	Pourcentage dans la formule
Farine de poissons	47,6
Farine de calmar	4,8
Farine de crustacés *	6,9
Tourteau de soja	16,9
Tourteau d'arachide	7,1
Farine de blé	5,9
Son de riz	9,5
Complément vitaminique	0,6
Huile de poissons	0,6
Vitamine C	0,1
(Taux de protéines de 37% env.)	100%

\* L'utilisation de farine de crustacés doit exclure les farines de crevettes d'aquaculture.

protéines d'origine animale et marine (farine de poisson, de calmar et de crustacés), les autres protéines sont d'ordre végétal (tourteau de soja, d'arachide),

- des besoins en lipides relativement faibles, mais des besoins spécifiques en acides gras polyinsaturés à chaîne longue (qui ne peuvent être apportés que par des huiles marines), en phospholipides et en cholestérol,

- des besoins en vitamines et en certains minéraux (en particulier le phosphore).

La distribution de l'aliment est faite quotidiennement à la main ou avec un distributeur automatique en fonction de la superficie du bassin. La répartition est importante afin d'éviter des accumulations de granulés qui ne seront pas consommés. Le contrôle de la consommation se fait à partir de " mangeoires " qui sont réparties tout autour du bassin.

Une petite quantité de granulés est posée dans la mangeoire qui est relevée chaque 30 mn : le pourcentage de consommation permet de vérifier le bon dosage de la quantité d'aliment distribué. Par la même occasion cela permet d'observer les crevettes qui viennent se nourrir. Pour un bassin d'un hectare, on disposera six mangeoires autour du bassin.

La distribution de l'aliment est faite de deux à quatre fois par jour dans le but de fractionner la quantité journalière pour améliorer la consommation. La distribution le soir ou de la nuit est la plus importante étant donné que les crevettes ont un comportement nocturne

La quantité à distribuer quotidiennement sera calculée en fonction du poids moyen et du nombre de crevettes dans le bassin. D'autres paramètres interviennent dans la quantité à distribuer tels que les périodes de mues, les conditions climatiques et bien entendu les paramètres physico-chimiques du bassin (taux d'oxygène, d'ammoniac ...).

*Distribution des  
granulés*



Tableau n°9 : Table d'alimentation en conditions semi-intensives (ration quotidienne en % de la biomasse)

Type d'aliment	Poids moyen en gramme								
	0,005	0,1	1,0	5,5	11,0	15,0	20,0	26,0	33,0
PL2	30	11							
Starter			10	4,0					
Grower					3,0	2,5	2,2		
Finisher								2,0	1,8

La granulométrie de l'aliment est importante car elle doit être adaptée à la taille des crevettes afin que celles-ci puissent ingérer facilement les granulés.

Il existe des granulés pressés et des granulés obtenus par extrusion. Le second principe est habituellement plus performant grâce à la texture des granulés (notamment les amidons qu'ils contiennent) qui ralentissent le transit et permettent une digestibilité plus complète. Les granulés obtenus par extrusion ont une tendance à flotter, il faut donc régler les températures et les temps de passage dans la machine pour obtenir des granulés suffisamment compacts pour qu'ils coulent. Les crevettes se nourrissant sur le fond du bassin, il est nécessaire de leur distribuer un granulé qui ne flotte pas.

Un granulé obtenu par extrusion aura une meilleure tenue à l'eau d'autant plus que la formulation va contenir des liants naturels ou chimiques. Cette tenue à l'eau est importante pour laisser le temps aux crevettes de consommer tout l'aliment : un granulé doit pouvoir rester dans l'eau pendant 60 mn sans présenter de gonflements ni de pertes de matières.

✓ *Le taux de conversion*

Il exprime la quantité d'aliment nécessaire à la production de biomasse de crevettes. Un taux de conversion final de 1,8 :1 (soit 1,8 kg d'aliment pour 1 kg de crevettes) est une moyenne qu'il faut chercher à atteindre. Toutefois, des taux de conversion plus bas peuvent être obtenus par un meilleur contrôle de l'alimentation (voir les mangeoires) et surtout par une bonne gestion de la qualité de l'eau. Des taux de 1,2 à 1,4 :1 sont obtenus dans des conditions exceptionnelles mais à l'opposé, il est possible d'avoir des taux supérieurs à 2,5 voir 3 ou 4 :1 dans des conditions d'élevages qui se sont dégradées au cours de la production.

La rentabilité de la production est directement liée au taux de conversion final puisque l'aliment intervient pour 35 à 40% dans le coût de production des crevettes. Au-delà de 2,5 :1 la rentabilité devient aléatoire.

### Échantillonnages et dénombrements

Le contrôle de la croissance se vérifie toutes les semaines par une pesée d'un lot de crevettes. Elles sont capturées par un filet épervier ou une petite senne et pesées directement sur les bords du bassin avec une balance de précision. Le poids moyen obtenu permet d'analyser plusieurs paramètres : le gain de croissance hebdomadaire, l'état sanitaire des animaux, les périodes de mues.

D'autre part, le nouveau poids moyen sert à calculer la biomasse en le multipliant par le nombre estimé des crevettes dans le bassin. Cette estimation de la densité de crevettes peut se faire en fonction de la quantité d'aliment consommée (contrôles avec les " mangeoires ") ou bien par dénombrement.

Les dénombrements servent à estimer la densité de crevettes restantes dans un bassin au cours de l'élevage. La méthode employée consiste à lancer un filet épervier dont la surface est connue et ensuite de compter les crevettes capturées.



L'estimation se fait suivant la surface du filet / le nombre de crevettes capturées / le nombre de lancers. Ce calcul permet d'obtenir une densité par m<sup>2</sup> qui est ensuite multipliée par la surface du bassin. Cette méthode est relativement approximative (+ ou - 15%) mais avec l'expérience elle donne des résultats exploitables.

✓ *La croissance*

Dans des conditions optimales de température, de salinité, de qualité d'aliment les différentes espèces de crevettes tropicales peuvent atteindre des croissances de plus de 2 g/semaine.

Toutefois il faut tempérer cette observation sachant qu'en début d'élevage, lorsque les juvéniles sont ensemencés en bassin de grossissement les augmentations de poids hebdomadaire sont bien moindres. Il faut 30 à 45 jours pour passer de 0,005 g à 1 g en pré-grossissement. En grossissement, il faudra 2 mois pour atteindre 5 g (soit 0,6 g/semaine) et ensuite de 3 à 5 mois pour la taille commerciale qui varie suivant les espèces : 15 g pour *P.vannamei*, 20 à 35 g pour *P.monodon*, 12 g pour *P.indicus* et 18 g pour *P.stylostris*.

La température de l'eau du bassin est un facteur déterminant pour la croissance. A une température de 25°C, *P.monodon* n'aura plus qu'une croissance de 0,5 g/semaine au lieu de 1,5 à 2 g avec une température de 30°C.

### Les maladies

Chez les crevettes péneides, les plus importants problèmes de pathogénicité sont provoqués par des virus. Les pathologies bactériennes et fongiques sont également très importantes, surtout dans les écloséries. Chaque virus peut posséder une multitude de souches, certaines très pathogènes envers certaines péneides, et d'autres avec des conséquences plus faibles sur d'autres crevettes.

Il est difficile, voire parfois impossible, de protéger une

exploitation contre une épidémie. Le meilleur moyen est d'avoir une action préventive, en :

- sélectionnant un site de ferme ayant une bonne qualité d'eau,
- s'éloignant des autres fermes et de leur rejets,
- utilisant une espèce locale saine,
- pratiquant une gestion rigoureuse des élevages en éclosérie et en bassin,
- refusant les importations de post-larves à risques, d'aliments douteux ...

La liste des virus est longue, mais on peut citer les plus connus qui touchent les espèces qui nous intéressent, comme :

- BP ou " baculovirus penai " pour P.vannamei,
- MBV ou " monodon baculovirus " pour P.monodon,
- IHHN ou " infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus " pour P.stylirostris,
- HPV ou " hepato-pancreatic parvo-like virus " pour P.monodon et indicus,
- YHV ou " yellow head virus " pour P.monodon,
- WSV ou " white spot virus " pour toutes les espèces,
- TSV ou " taura syndrome virus " pour P.vannamei.

## ■ Le conditionnement

Un bassin est récolté lorsque les crevettes atteignent leur taille commerciale. Il arrive qu'il soit nécessaire de faire une récolte avant ou après la date prévue pour différentes raisons :

- croissance supérieure ou inférieure aux prévisions,
- problèmes de maladies ou de mauvaise survie,
- besoins de libérer des bassins pour de nouveaux ensemencements,
- nécessités commerciales d'avancer ou de retarder des élevages pour s'adapter aux marchés,

- incidents techniques sur la station de pompage ou sur les infrastructures nécessitant une diminution rapide du nombre d'élevages en cours.

La décision de récolter un bassin est prise au moins trois jours avant la date prévue. Cette période sera mise à profit pour la préparation de la récolte et le suivi de la qualité des animaux : les périodes de mues se succédant rapidement, surtout pour les petites tailles, il faut attendre que plus de 95% des crevettes aient une carapace dure pour effectuer la récolte. Dans le cas d'un pourcentage inférieur le risque est grand de perdre une partie de la production soit au cours de la récolte soit pendant les opérations de conditionnement dans l'usine.

Les récoltes doivent aussi se régler suivant les périodes de lunes et de marées qui jouent un très grand rôle dans les cycles de mues : ainsi il ne sera pas possible de vidanger et récolter des bassins plus de 14 jours par mois.

### **Récolte d'un bassin et transport**

La vidange d'un bassin et la récolte des crevettes s'effectue par l'ouvrage de sortie principal. Cet ouvrage est conçu en conséquence pour adapter un filet du côté extérieur. Au préalable, le niveau du bassin a été diminué durant la nuit afin de commencer la récolte dès le lever du jour. Dans le cas de très grand bassin avec plusieurs tonnes de crevettes, cette récolte est réalisée soit en deux à trois fois soit effectuée dès la tombée de la nuit pour profiter de la fraîcheur nocturne.

Le matériel a été au préalable installé sur la digue après avoir été lavé et rangé soigneusement. A l'ouverture des grilles dans le moine de vidange, les crevettes suivent le courant sortant et sont capturées au fur et à mesure dans le filet de pêche. L'équipe chargée du filet le videra à chaque 10 – 15 kg et les transférera à la plate forme de pêche installée sur la digue.

Une fois sur la digue, les crevettes seront immédiatement trempées dans un bain d'eau glacée qui les anesthésiera puis dans un autre bain d'eau glacée avec du MBS (métabisulfite de sodium). Ce bain a pour but de bloquer les réactions enzymatiques qui provoquent le noircissement des carapaces et que l'on appelle la mélanose. Ce traitement est à 5% pendant 2 mn en fonction du temps de transport entre la ferme et l'usine de conditionnement.

Une durée de transport supérieure, cas d'usines situées loin de la ferme, implique que ce traitement soit augmenté en % de MBS et en durée.



*Ouverture des grilles du moine de pêche.*



*Filet de récolte en sortie du moine*

Après le traitement au MBS, les crevettes sont pesées et mises en bacs plastiques avec de la glace pour être transportées jusqu'à l'unité de conditionnement. Le transport sur la ferme se fait soit avec des engins légers du type petits tracteurs ou motos à quatre roues motrices (quad) équipés d'une petite remorque. En saison des pluies, la circulation sur les digues est rendue très difficile voire impossible et dans ces conditions le transport se fait par bateaux sur le canal d'alimentation.

En fin de récolte, les dernières crevettes sont souvent ramassées à la main dans le fond du bassin. Ces dernières crevettes ont besoin d'être abondamment lavées pour extraire toute la boue qui s'est insinuée dans les branchies et sous la carapace.

### **L'usine de conditionnement**

Une usine de conditionnement est une unité complexe qui doit se conformer à un certain nombre de critères techniques et sanitaires. Ce guide technique ne peut suffire à décrire en détail les procédés et le fonctionnement d'une telle unité, de nombreux ouvrages techniques sont disponibles sur le sujet.

En résumé, une usine de conditionnement est un bâtiment qui va recevoir les crevettes en provenance d'un bassin ou d'une ferme éloignée et qui va les conditionner pour les expédier en conteneur frigorifique.

Toute la chaîne de froid sera strictement respectée ainsi que toutes les étapes de contrôles pour aboutir à un produit qui recevra l'autorisation d'être exporté. La méthode de contrôle HAACP est appliquée sur toutes les étapes du conditionnement y compris depuis la sortie du bassin. La méthode du HACCP est une assurance sur la sécurité tant pour le vendeur que pour le client.

Les crevettes arrivent généralement dans des bacs en plastiques avec de la glace plus ou moins propre. Très schématiquement, les différentes étapes du conditionnement seront les suivantes :

- réception des produits : pesées puis tris des débris et des écarts,
- lavage et retraitement au MBS si nécessaire,
- calibrage manuel ou automatique en fonction des tailles,
- mise en boîtes de 2 kg (inner) et congélation suivant la



*Lavage des crevettes sur la ferme.*

méthode retenue (congélateur à plaques, tunnel de congélation, congélation en saumure),  
- mise en masters cartons (9 unités d'inners),  
- stockage en chambre froide.

Au cours de la chaîne qui va du bassin à la fin du conditionnement dans l'usine, le poids des crevettes va diminuer progressivement avec le temps. Il faut compter une différence de poids de 5 à 10% entre le poids pris en sortie de bassin et celui rendu usine de conditionnement. Cette perte de poids s'explique principalement par l'égouttage naturel. Si le conditionnement des crevettes est mal fait (manque de glace), il peut y avoir en plus une perte d'eau des crevettes par déshydratation.

Dans l'usine de conditionnement, la quantité de crevettes mise en boîte pour la congélation, dépassera de 1 à 2% le poids indiqué pour garantir un poids réglementaire lorsque le produit arrivera sur les marchés internationaux.

L'usine de conditionnement doit pratiquer des analyses bactériologiques dans son laboratoire interne. Les analyses portent sur les germes suivants:

Tableau n°10 : Critères d'acceptabilité pour les analyses d'eau et de chair de crevettes

Germes	Critères d'acceptabilité	
	Analyse de l'eau	Analyse des crevettes
Flore mésophile totale	37°C (24h) : ml<20	30°C (72h) : 10 <sup>6</sup> UFC/g
Coliformes totaux	37°C (48h) : 100 ml = 0	44°C (24h) : <10 UFC/g
Escherichia coli	44°C (24h) : ml = 0	44°C (24h) : 10 UFC/g
Anaérobies sulfato-réductrices	37°C (20h) : 20 ml<20	37°C (20h) : 20 UFC/g
Vibrios parahemolyticus et cholerae	37°C : absence	37°C : absence

## Éléments techniques sur les infrastructures

Dans le cadre de ce guide sur l'aquaculture de crevettes, il sera proposé un certain nombre de possibilités d'aménagement en fonction des techniques d'élevages retenues, des superficies à mettre en œuvre, du site et des caractéristiques du sol.

Ces aménagements concernent essentiellement les principaux ouvrages entrant dans la réalisation d'une ferme d'élevage de crevettes, à savoir :

- les bassins,
- la station de pompage,
- les ouvrages hydrauliques.

Les bassins sont généralement disposés autour d'un canal principal d'alimentation en eau qui distribue l'eau de mer par gravité dans les bassins. Le canal principal est alimenté par une station de pompage qui relève l'eau dans le canal d'alimentation dont le niveau d'eau sera supérieur à celui des bassins. L'eau de mer circule dans les bassins par l'intermédiaire d'ouvrages en béton, appelés moines, pour l'entrée et la sortie de l'eau. Les canaux d'évacuation drainent les rejets à l'opposé de la station de pompage pour éviter une reprise de ces eaux.

Le plan de masse général doit prévoir l'emplacement d'une plate forme technique qui regroupera les différentes structures techniques et logistiques, qui sont :

- la base vie (logements, sanitaires, cantines ...),
- les bureaux,
- les ateliers,
- les réserves de carburants (essence et gas-oil),
- la station d'énergie,
- le stockage des aliments et des engrais,
- et éventuellement l'unité de conditionnement.



## ■ Les bassins

La conception des bassins sera fonction des choix biotechniques élaborés au niveau de l'étude de faisabilité du projet.

Tableau n°11 : Caractéristiques des filières de base

Types de développement	Filières et rendements	Caractéristiques des bassins
Artisanal / familial	Extensive 0,1 à 0,5 tonnes/ha/an	De 0,5 à 20 ha Alimentation par marée
Semi-industriel et Industriel	Semi-intensive 2 à 4,0 tonnes/ha/an Semi-intensive aérée 6 à 12 tonnes/ha/an	De 2 à 10 ha Alimentation par pompage De 2 à 4 ha Pompage et aération
Industriel	Intensive 10 à 20 tonnes/ha/an	De 0,1 à 1 ha Pompage et aération forte

A ces différentes filières d'élevages, correspondent des méthodes de construction des bassins :

- pour les fermes artisanales et familiales utilisant la méthode de l'extensif, il sera privilégié la construction manuelle,
- pour les fermes semi-industrielles et industrielles en semi-intensif, les bassins seront construits en terre mais avec des engins de terrassements,
- pour les bassins en intensif ou super-intensif, les bassins sont de plus petites tailles et généralement avec une géomembrane étanche (liner) comme une piscine.

### **Fermes artisanales**

Les fermes artisanales ou familiales sont des unités généralement de petites superficies où les coûts de construction et de fonctionnement doivent être le plus possible réduits. Pour cette raison, les bassins sont construits à la main et le pompage se fait par le jeu des marées et non pas avec une station de pompage. Une grande partie de la production aquacole mondiale fonctionne encore sur ce principe (Indonésie, Inde).

Compte tenu que ce système d'élevage n'utilise pas de station de pompage, les sites pour construire les bassins en méthode extensive doivent être situés dans la zone de marée des marées. Cette zone aménageable est celle qui est occupée par la mangrove, il s'agit donc de détruire les palétuviers pour pouvoir installer les bassins. Si, il y a vingt ans cela ne posait pas de problèmes étant donné la relative expansion de l'aquaculture, depuis, les mentalités ont changé en raison des dégâts écologiques causés par un développement souvent anarchique de cette activité.

Toutefois, il est encore possible dans certains sites de construire des bassins artisanaux tout en respectant l'environnement. Les caractéristiques de base de ce type de bassin sont les suivantes :

- les digues sont construites à partir des matériaux prélevés sur place,
- le niveau haut des digues doit être supérieur à celui des plus hautes marées,
- la hauteur d'eau interne sera comprise entre 0,30 et 1,0 m.
- renouvellement d'eau lors des grandes marées, soit quelques % par mois.

Ce type de construction faite à la main, doit tout de même être soigneusement réalisé pour résister à la pression de l'eau de chaque côté des digues et être étanche. Les digues font généralement 50 à 80 cm en crête avec une pente de 1,5 : 1, soit un volume de 4 m<sup>3</sup> au mètre linéaire. Les rendements de construction sont de 1 à 2 m<sup>3</sup> de terrassement par homme et par jour suivant la difficulté du site et les marées.

Pour un bassin de 5000 m<sup>2</sup> en eau, il y aura 300 m de longueur de digue, soit 1200 m<sup>3</sup> de terrassement : temps de travail de 60 à 120 jours pour 10 personnes.

Les ouvrages hydrauliques sont réduits à un moine par bassin qui fait office d'entrée et de sortie d'eau. Il peut être construit en bois pour réduire encore plus les coûts d'investissement.

## **Les fermes semi-industrielles et industrielles**

Ce type de fermes peut avoir de quelques dizaines d'hectares à plus de mille hectares suivant les sites et bien sûr les possibilités du promoteur. La conception fera appel à des spécialistes dans plusieurs domaines pour faire l'étude de faisabilité et les dossiers d'APS et APD (avant projet sommaire et avant projet détaillé). Une fois la décision prise de lancer l'opération, la phase suivante consiste à faire le DCE (dossier de consultation des entreprises) pour les appels d'offres. Les plans d'exécutions sont réalisés par les bureaux d'études et d'ingénieries des entreprises en charge des travaux.

La conception des bassins est avant tout fonction des choix biotechniques retenus au niveau de l'étude de faisabilité. Les surfaces des bassins sont en général comprises entre 2 et 10 ha. Des bassins de grandes dimensions (10 ha) sont moins coûteux sur le plan de l'investissement mais plus difficiles à exploiter.

*Vue aérienne  
d'une ferme  
industrielle  
(220ha).*



La récolte dans ce type de bassin peut produire plus de 20 tonnes de crevettes qu'il faudra récolter en plusieurs jours. Une surface unitaire de 5 hectares paraît être un bon compromis.

En terme de volume de terrassement, pour une ferme de 220 hectares en eau, les quantités varient de :

- avec des bassins de 2,5 ha : 600 000 m<sup>3</sup> et 45 km de linéaire de digues,
- avec des bassins de 5 ha : 500 000 m<sup>3</sup> et 36 km,
- avec des bassins de 10 ha : 450 000 m<sup>3</sup> et 33 km.

Les bassins sont situés de part et d'autre d'un canal d'alimentation en eau de mer. Il peut y avoir des canaux annexes suivant la configuration du site afin d'utiliser au mieux toute la superficie disponible. Il faut compter environ 20% du site qui sera occupé par les digues, canaux d'alimentation et d'évacuation, plate forme technique ...et zones difficiles à aménager. Sur un site de 100 ha, il y aura 80 ha de surface en eau.

Les digues sont de trois types : les digues du canal principal, les digues des canaux d'évacuation et les digues transversales de séparation des bassins.

Les digues du canal principal sont les plus volumineuses car elles sont plus hautes que les autres en raison du niveau d'eau supérieur de 30 à 40 cm pour tenir le canal en charge. De plus, ces digues sont utilisées pour la circulation sur la ferme. Elles auront une largeur en crête de 4,0 m. Pour une pente de digue de 3 :1, le volume au linéaire sera de 20 m<sup>3</sup>. Les moines d'entrées d'eau sont situés sur cette digue.

La hauteur d'eau moyenne d'un bassin est de 1 m, il faut tenir compte d'une " revanche " de 30 à 50 cm entre le niveau d'eau et le sommet de la digue.

Les digues des canaux d'évacuation feront 4,00 m de crête avec une pente de 3 :1, mais avec un peu moins de hauteur que les digues du canal principal, soit un volume linéaire de 12,75 m<sup>3</sup>. Les moines de sorties et de pêches sont construits sur cette digue.

Les digues transversales qui séparent chaque bassin auront une largeur en crête de 3,50 m avec une pente de 3 :1 soit un volume linéaire de 12,0 m<sup>3</sup>. Les pentes sont toujours de 3 :1 pour avoir une plus grande tenue à l'érosion (pluie et vent, vaguelettes des bassins).



La construction de ces digues se réalise avec des engins de terrassements qui doivent être adaptés à ce type de travaux. Souvent les sols de tannes d'arrière mangrove sont peu porteurs et il faut utiliser des engins à basse pression (LGP-low ground pressure) qui leur permettront de travailler sans s'enliser dans l'argile.



Au moins deux mois avant le démarrage des travaux, le site dans son entier sera ceinturé par une petite digue de protection afin de l'isoler de la mer à chaque marée.

Un chantier de terrassement devra comporter les engins suivants :

Engins de  
terrassement  
basse pression  
(LGP).

- bulldozers LGP du type D4 à D6 pour l'élévation des digues,
- pelles mécaniques pour le creusements des chenaux,
- camions pour le transport de terre,
- compacteurs pour les digues,
- niveleuse pour les fonds de bassins,
- bétonnières, matériel de battage de pieux, citernes d'eau douce et de gas-oil.

Les digues sont construites avec les matériaux prélevés sur place, de deux manières :

1. Les fonds de bassins sont décapés sur toute leur surface au bulldozer pour prélever les quantités nécessaires à chaque digue,
2. Des canaux internes à la périphérie sont creusés en excavation à la pelle mécanique.

Les deux méthodes sont généralement utilisées sur un même site étant donné les différences de portance que l'on rencontre sur les sols de tanne. Les déblais des canaux d'évacuation rentrent pour une large part dans la construction des digues ainsi que les volumes extraits du canal d'alimentation. Les digues sont élevées par couches successives qui seront compactées avec un pied de mouton. Auparavant il faut décaper le terrain pour un bon ancrage de la digue ou prévoir un noyau en terre très argileuse qui va permettre d'éviter les infiltrations d'eau. Ces infiltrations sont la source de destructions de digues par ce qu'on appelle des " renards ".

Chaque bassin doit pouvoir se vider complètement, ce qui implique de veiller plus particulièrement au nivellement du fond pour avoir une pente régulière de la digue amont vers la digue aval (plus ou moins 2/1000 de pente).

Le canal d'alimentation est calculé pour apporter l'eau de mer jusqu'aux extrémités de la ferme. Il doit avoir une largeur suffisante pour ne pas créer trop de vitesse qui risquerait d'éroder les digues. Souvent ce canal sert de réservoir qui stock l'eau de mer pendant les heures de pompage, il a alors une largeur beaucoup plus importante.

En fonction de la qualité du sol d'un site, il arrive qu'on soit obligé de transporter de la terre car le niveau du terrain ne permet pas de creuser et de travailler en déblais / remblais. Le transport est une solution intéressante tant que le gîte de terre est à proximité du chantier, toute distance excessive entre les deux va fortement pénaliser le coût de la construction.

La plate forme technique qui va regrouper les locaux et

ateliers, sera construite à un niveau la mettant hors d'eau des plus hautes marées. Il faut prévoir large car les extensions réalisées plus tard sont contraignantes et très coûteuses. Pour des fermes de 50 et 200 hectares, il faut respectivement des plates formes de 1 et 3 hectares (sans compter la base vie du personnel).

### **Fermes intensives**

Dans le système intensif, le plan de masse de l'exploitation est plus réduit que sur les fermes semi-intensives. Les bassins sont également de plus petites tailles avec des superficies de 0,1 à 1 hectare. Le canal d'alimentation est souvent construit en béton et donc d'une largeur suffisante pour travailler comme un conduit pour l'eau de mer et non pas en tant que canal réservoir.



| Canal d'alimentation en béton sur une ferme intensive.

La construction d'une ferme intensive est semblable à celle d'une ferme semi-intensive avec des digues et des ouvrages hydrauliques. Par contre, les bassins sont recouverts d'une géomembrane en PVC ou PEHD ayant une épaisseur de 0,5 à 1 mm. Les avantages et les inconvénients de cette technique sont les suivants :

Avantages	Inconvénients
Installation sur tous types de sols, Pas d'infiltration dans le sol, Nettoyage et désinfection efficaces, Pas de traitement des sols après les élevages, Crevettes propres à la récolte, Rapidité de nettoyage, Pas d'érosion des digues, moins de maintenance	Investissement élevé, Installation par professionnels uniquement, Fragilité des membranes, Installation difficile de pontons et supports, Durée de vie limitée de 10 à 12 ans.

Étant donné la taille généralement plus réduite des exploitations, les digues de séparation entre les bassins sont construites avec une largeur en crête de 1,5 à 2 m. Les géomembranes d'étanchéité sont enfouies en sommet de digues pour les fixer, la circulation sur ces digues en est donc limitée.

Un des avantages majeurs de ce type de bassin, est qu'il permet une construction sur tout type de sols y compris sur sol sableux. Cette technique peut également être retenue dans le cadre d'élevage et de stockage de géniteurs pour une éclosure et même pour de petits bassins de nurseries pour des post larves.

Il faut toutefois noter que cette technique d'élevage en intensif, produit une masse considérable de boues qu'il faut évacuer après chaque récolte. Le plan masse devra donc prévoir, lors de la conception de l'exploitation, le transport des boues et leur évacuation vers un site de stockage et de traitement.



## ■ Les stations de pompage

La station de pompage comprend deux éléments qui doivent être analysés séparément : l'implantation de la station de pompage et le type de pompes utilisées. Le choix de son implantation est délicat car il fait appel à de nombreux critères :

- configuration générale du site et de la zone,
- qualité d'eau et hydrologie,
- bathymétrie et topographie,
- stabilité des rives et nature des sols,
- contraintes environnementales (coupes de mangrove, passage de bateaux ...).

En fonction des sites et de la surface des exploitations, on peut présenter trois schémas d'installation :

- la prise d'eau sur jetée,
- la prise d'eau sur la berge,
- la prise d'eau sur canal d'amenée.

Dans la mesure du possible, on évite toute installation de station de pompage sur une côte battue par la mer.

### La prise d'eau sur jetée

*Station de pompage sur structure métallique.*

Il s'agit d'une installation sur une structure métallique ou en bois (petite exploitation) qui est plus ou moins éloignée de la



berge. Cette structure est reliée à la berge et au canal d'alimentation par une série de poteaux qui supporteront les tuyaux de **r e f o u l e m e n t**. L'extrémité de ces tuyaux va se fixer dans l'ouvrage de dissipation qui est construit en tête de canal.

La difficulté dans ce type d'aménagement vient des travaux de fondation qu'il faut engager pour stabiliser la structure. Suivant les sites et la qualité des sols, il faut battre des pieux parfois à plus de 20 m de profondeur avant de trouver un sol résistant. La station de pompage est généralement en acier (parfois en béton) ce qui supposera une maintenance importante.

### **La prise d'eau sur berge**

Cette installation n'est possible que dans la configuration de berges très stables et à sols consolidés. Les travaux sont réalisés après excavation de la zone et construction d'un ouvrage en béton qui vient s'appliquer contre le sol. La protection de l'ouvrage contre l'envasement nécessite de construire des épis de chaque côté de l'ouvrage.



### **La prise d'eau sur canal d'amenée**

Cette disposition est nécessaire lorsque les bassins sont situés loin de la zone retenue pour aller pomper l'eau de mer. Il faut creuser un canal entre le site de captage de l'eau de mer et la station de pompage. Cette station est alors identique à celle qui est construite dans le cas précédent.



*Station de pompage semi-industrielle et filtration de l'eau.*

La construction d'un canal d'amenée doit se faire avec beaucoup de prudence car, d'une part, les coûts de dragage ou de creusement sont élevés et d'autre part, la circulation de l'eau

de mer le long dans ce canal peut devenir une source de problèmes par envasement, développement d'algues filamenteuses ou cyanophycées, déficit en oxygène ...

### **Le pompage**

Il est calculé en fonction du volume à renouveler chaque jour sur la ferme et sur le temps de pompage qui dépend de la marée et de l'implantation de la station. Pour une ferme travaillant en semi-intensif, il faut compter 20% de changement d'eau par jour, ce qui donne des volumes de 100 000 et 400 000 m<sup>3</sup>/jour pour des exploitations de respectivement 50 et 200 hectares en eau.

Dans l'hypothèse d'une zone sans marée ou à très faible marée, il est possible de pomper 24 heures sur 24, mais cette configuration est relativement rare. Il arrive souvent que les temps de pompage soient de 18 voire 12 heures par jour seulement. Dans ces cas là, la capacité horaire de pompage doit être de :

Tableau n°12 : Capacité de la station de pompage sur deux fermes

	Ferme de 50 ha			Ferme de 200 ha		
<b>Temps de pompage</b>	24 H	18 H	12 H	24 H	18 H	12 H
<b>Changement d'eau en m<sup>3</sup>/par heure</b>	4200	5600	8400	17 000	23 000	34 000
<b>Nombre de pompes*</b>	3	3	4	4	5	6
<b>Débit unitaire</b>	1500	2000	2500	4500	5000	6000

\* Hors pompe de secours

Les principaux types de pompes sont : les pompes verticales, submersibles verticales ou inclinées et de surface.

## **Les pompes verticales**



*Ensemble moteurs, cardans et renvois d'angle de pompes verticales.*

Ces pompes sont constituées d'un axe positionné dans la conduite de refoulement et actionnant une hélice. C'est un moteur thermique ou électrique qui fait fonctionner la pompe. Entre le moteur thermique et la pompe il faut installer : un embrayage manuel, un accouplement par cardan ou courroies puis un réducteur avec renvoi à 90° (ou 45° suivant l'installation).

## **Les pompes submersibles verticales ou inclinées**

Ce type de pompe utilise un bloc submersible avec moteur électrique au fond d'un puits ou à l'extrémité d'une conduite de refoulement (verticale ou inclinée à 45°). L'installation de ce type de pompe est plus simple que la précédente mais il

faut relier la pompe à une centrale d'énergie ou au réseau électrique local suivant les sites.

### **Les pompes de surface**

Pour de petites exploitations, en général inférieures à 10 ha, on peut utiliser des pompes de surfaces. Ce type d'installation ne nécessite pas de génie civil car le groupe de pompage (fixe ou mobile) est installé sur la digue ou en bordure de la berge. Les tuyaux de refoulement sont posés sur le sol jusqu'au canal d'alimentation.

## **■ Les ouvrages hydrauliques**

Sur une ferme de crevettes, les ouvrages hydrauliques sont des éléments importants car ils contribuent au fonctionnement des bassins et donc aux résultats d'exploitation. Ils sont de plusieurs types, à savoir :

- les moines d'entrée d'eau des bassins de grossissement et de pré-grossissement,
- les moines de sortie d'eau et de pêches pour tous les bassins,
- les passages busés sous les digues de circulation,
- l'ouvrage de dissipation en tête de canal d'alimentation,
- les ponts de traversées de canaux.

### **Les moines des bassins**

Le nombre de moines par bassin dépend de sa superficie. Pour un bassin de pré-grossissement de 0,5 à 1 hectare, il y aura un moine d'entrée et un moine de sortie/pêche. Pour un bassin de grossissement de 2 à 5 hectares, il y aura également un moine d'entrée et un moine de sortie/pêche. Au-delà de 5 hectares, il est préférable d'installer deux moines d'entrée et deux moines de sortie dont un de vidange ou de circulation d'eau et l'autre affecté aux pêches.

Un moine est un ouvrage en béton qui demande à être positionné avec précision surtout pour le moine de sortie/pêche. Il est composé de trois sections :

- une section interne au bassin ou au canal d'alimentation qui est équipée de filtres et de batardeaux de régulation du niveau d'eau,
- une section de traversée sous la digue par dalot (grands bassins) ou buses béton (petits bassins),
- une section externe équipée pour les récoltes.

Une mauvaise construction de moines est souvent la source de problèmes permanents sur une exploitation. Il faut veiller plus particulièrement à leur stabilité (éventuellement des pieux en bois pour les fondations), leur solidité (surdimensionner le ferrailage et prévoir une épaisseur de 20 cm de béton), et faire des anti-renards sur le passage sous la digue. Les moines de récoltes ou de pêches peuvent être conçus pour recevoir une pompe à crevettes pour les récoltes.

### **L'ouvrage de dissipation**

Il s'agit de l'ouvrage situé en tête de canal sur lequel viennent se fixer les tuyaux de refoulement de la station de pompage. Son rôle est de prévenir les dégâts, principalement l'érosion des digues, qui serait faite par l'eau qui sort des tuyaux de refoulement. Plus la station de pompage est importante, plus l'ouvrage devra être construit en conséquence. Il permet en outre la circulation sur la digue et le contrôle et la maintenance des clapets de sortie de tuyaux.

### **Les passages busés et les ponts**

Il s'agit des différents ouvrages qui serviront à faciliter la circulation sur l'ensemble de la ferme. Les ponts sont des constructions assez lourdes et coûteuses car ils doivent supporter le passage d'engins tels que des tracteurs et autres véhicules de maintenance et d'exploitation.

## Critères d'appréciation économique

### ■ Les investissements

Dans ce chapitre, seront traités les montants des investissements pour deux types d'exploitation semi-intensives : une ferme artisanale de 50 hectares et une ferme industrielle de 200 hectares. Seules les grandes lignes seront prises en compte sachant que chaque projet aura ses propres spécificités selon le site, la nature des sols, la filière et les rendements attendus, et surtout le pays.

Ce choix de superficie de fermes de crevettes va s'imposer en premier lieu en fonction des sites disponibles et donc du pays. Sur le continent Africain (côtes ouest et est) il est pos-

Tableau n°13 : Comparatif d'investissement pour deux exploitations (50 et 200 ha)

Les caractéristiques retenues pour chacune des fermes sont :

	Ferme de 50 ha	Ferme de 200 ha
Écloserie	non	85 millions de PL/an
Conditionnement	non	5 T/jour
Bassins	5 de 10 ha	40 de 5 ha
Moines	4 par bassin	2 par bassin
Coût du m3 de terrassement	4,5 Euros	4,5 Euros
Nombre de pompes	3 de 3000 m3/h	6 de 5000 m3/h
Production annuelle	175 Tonnes/an	800 Tonnes/an
Rendement en T/ha/an	3,5 T	4 T
Prix de vente par kg	5 Euros sortie bassin	6 Euros sortie usine
<b>Chiffre d'affaire</b>	875 000 Euros	4 800 000 Euros
<b>Besoins en fonds de roulement</b>	175 000 Euros	960 000 Euros

Tous les prix sont en Euros

	Ferme 50 ha	Ferme 200 ha
<b>Études préliminaires</b>	3 000	25 000
<b>Écloserie (optionnelle)</b>	0	1 800 000
<b>Bassins</b>		
Aménagement du terrain	20 000	120 000
Terrassement :		
Digues, canaux, divers	900 000	2 800 000
Ouvrages hydrauliques	120 000	650 000
Station de pompage	150 000	250 000
Bâtiments techniques	70 000	350 000
<b>TOTAL</b>	<b>1 260 000</b>	<b>4 170 000</b>
<b>Équipements</b>		
Pompage	110 000	450 000
Groupes électrogènes	15 000	45 000
Matériels d'exploitation	70 000	250 000
Véhicules et bateaux	35 000	200 000
<b>TOTAL</b>	<b>230 000</b>	<b>945 000</b>
<b>Conditionnement</b>		
Unité de 5 T/jour (optionnelle)	0	1 200 000
<b>TOTAL 1 à 5</b>	<b>1 493 000</b>	<b>8 140 000</b>
Divers et imprévus 15%	224 000	1 221 000
Ingénierie 3%	44 000	244 200
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>1 761 000</b>	<b>9 605 200</b>

sible de disposer de terrains de grandes superficies (parfois plusieurs centaines d'hectares comme au Mozambique) alors que sur les archipels des Caraïbes et du Pacifique il sera difficile, voire impossible, de trouver des sites aménageables supérieurs à quelques dizaines d'hectares

Il est évident que ces chiffres ne sont donnés qu'à titre indicatif car en fonction des projets ils peuvent varier de plus ou moins 15%. Les terrassements sont les plus coûteux car ils



représentent 35 à 50% des investissements, il appartient alors au promoteur de faire réaliser une bonne étude de faisabilité qui lui permettra de lancer des appels d'offres précis.

La réalisation d'une ferme semi-intensive avec aération (rendement de 10T/ha/an) augmente les coûts de 600 à 800 000 Euros (électrification et équipements en aérateurs) pour une superficie de 200 hectares mais la production attendue sera de 2000 tonnes environ. L'analyse de la rentabilité indiquera quelle filière choisir pour avoir un retour sur investissement dans des délais raisonnables (en général 4 à 7 ans).

### **Rentabilité**

Elle est dépendante de nombreux facteurs tels que le cours des crevettes, les coûts d'exploitation et de production, l'accès et le taux des crédits bancaires et leur durées ... Chaque projet devra avoir une approche particulière car il est difficile de transposer l'expérience d'un pays à un autre sachant que les coûts peuvent être très différents. Une ferme de 50 ha (ou moins) peut être très rentable si elle est installée dans une zone où elle va pouvoir s'approvisionner en post-larves, en aliments fabriqués sur place et vendre ses crevettes à une unité de conditionnement proche ! Ces conditions existent dans certains pays qui ont déjà des infrastructures aquacoles qui fonctionnent depuis longtemps mais pas dans d'autres où l'aquaculture est inexistante ou naissante. Dans un schéma d'activité aquacole qui démarre dans un pays, il ne pourra y avoir que des unités intégrées ayant leur propres écloséries ainsi que les moyens de conditionnement. Afin de rentabiliser ces projets intégrés, il faut produire des quantités importantes de crevettes sur de grandes exploitations (économies d'échelles).

Dans l'exemple cité plus haut d'une exploitation de 200 ha, l'investissement initial est fortement alourdi par la réalisation d'une éclosérie et d'une usine de conditionnement (30% de l'investissement global). Bien entendu la rentabilité va s'en

ressentir mais il s'agit avant tout de pouvoir être autonome dans un projet intégré.

La taille d'une exploitation sera essentiellement dépendante du niveau de développement aquacole du pays et des moyens financiers dont disposera le promoteur. Toutefois, on peut avancer comme tailles critiques ou minimum une superficie de 30 à 50 ha en méthode artisanale ou semi-industrielle dans un pays à vocation aquacole déjà ancienne et une superficie de 200 ha et plus en méthode industrielle dans un pays peu ou pas développé en aquaculture.

La rentabilité d'une opération aquacole sera également très dépendante des crédits et plus particulièrement de l'accès à ces crédits bancaires. De nombreux pays restent réticents à ce type d'investissements car les organismes de prêts financiers restent prudents et même sceptiques sur la rentabilité des projets aquacoles qu'ils jugent, à tort ou à raison, trop risqués. Les frais financiers sont donc des éléments décisifs dans la rentabilité d'une exploitation d'aquaculture de crevettes.

### **Délais de construction**

Il est important dans la réalisation d'un projet d'aquaculture de connaître les temps de travaux afin de programmer les premières productions. Il faut considérer que dans toute la ceinture tropicale, la saison des pluies marquera l'arrêt du chantier pendant 3 à 4 mois. Raisonnablement, il est possible de construire une écloserie de 20 à 85 millions de post-larves en 5 ou 6 mois. Concernant les bassins et les infrastructures de la ferme, cela dépendra principalement des entreprises locales en charge des travaux. Mais on peut avancer une moyenne de 100 hectares par an y compris les installations de base comme certains bâtiments techniques et la station de pompage. Au-delà de cette moyenne, il faut faire appel à de grandes entreprises de terrassement qui ont une bonne maîtrise de ce type de chantier.

## ■ Les coûts de production

L'étape qui suit les études préliminaires, consiste à finaliser l'étude de faisabilité par une analyse financière qui va mettre en évidence la rentabilité de l'opération. Des ajustements seront faits afin de travailler sur les coûts d'investissement et aussi de fonctionnement qui paraîtront trop élevés. Les coûts de production sont très dépendants des pays, des sites et de la filière de production. Nous indiquerons les postes de dépenses les plus importants car ils sont ceux qui interviennent le plus dans la rentabilité de l'affaire.

Les coûts de production se répartissent comme suit :

aliments :	39 %
personnel	20%
énergie	17%
coûts des PL	12%
fonctionnement	7%
produits chimiques	5%

### Les aliments

Il s'agit des aliments destinés aux grossissements des crevettes dans les bassins (les granulés). C'est le poste le plus important en terme de coût de production et il est celui qui pèse le plus sur la rentabilité de l'affaire, si :

- les prix du kg de granulés augmente,
- le taux de conversion passe au-dessus de 2 :1.

Le prix des aliments tourne autour de 0,7 à 1,1 US\$ suivant le fabricant mais principalement suivant le taux de protéines. Sachant que, pour produire un kg de crevettes il faut environ 1,6 à 2 kg d'aliment (1,5- 2,4 Euros pour un prix de vente moyen sortie ferme de 6 Euros !), on s'aperçoit de l'impact que peut avoir ce poste dans les coûts de production.

## **Les produits chimiques**

Cela concerne les engrais, produits de traitements des bassins comme la chaux, le chlore et le métabisulfite (MBS).

## **L'énergie**

Ce poste regroupe toutes les dépenses de gas-oil (station de pompage, groupes électrogènes, véhicules). Il est très variable suivant les pays. Il ne faut pas oublier l'essence qui est utilisée dans les moteurs hors-bord et les motos ainsi que les huiles diverses.

## **Les frais de fonctionnement**

Il s'agit des frais courants de fonctionnement comme les déplacements, les communications par téléphone et internet, les représentations, les études diverses et la maintenance des infrastructures.

Le poste assurance comprend, d'une part, les assurances classiques sur les équipements, bâtiments et infrastructures générales et d'autre part, les assurances sur le cheptel ou la production. Ce dernier point est parfois exigé par les financiers qui veulent des garanties, mais le coût de ces assurances est tel, qu'elles sont rarement prises par les exploitants. De plus, les difficultés à se faire rembourser à la suite d'un sinistre méritent que le contrat soit très méticuleusement analysé.

## **Personnel**

Ce poste constitue 20% du coût global. L'aquaculture de crevettes demande beaucoup de main-d'œuvre et aussi d'expertises extérieures. Il sera nécessaire de faire appel à un ou des expatrié(s) en fonction de la taille du projet et aussi en fonction de l'expertise disponible sur place. La formation rentre dans les coûts de personnel, elle peut être faite sur place ou

dans des centres spécialisés à l'étranger. Sont incluses dans ce poste les interventions de consultants sur des problèmes particuliers.

### **Les post-larves**

Il s'agit des coûts de production de l'écloserie en tant qu'unité indépendante de la ferme. Les coûts viennent de l'alimentation (cystes d'artemia, microparticules, granulés et aliments frais) d'achats ou de production de géniteurs, de produits chimiques pour le traitement des larves et des surfaces ... Les post-larves peuvent être également achetées directement dans une écloserie, le prix est alors de 9 à 11 Euros pour mille post-larves PL15 soit 9 000 à 11 000 Euros par million de PL (hors frais de transport).

## **■ Le marché**

Il y a deux types de marché : le marché local et celui à l'exportation.

### **Les marchés locaux**

Dans l'ensemble des pays producteurs de crevettes d'aquaculture, peu de pays ont la possibilité d'absorber leur production de crevettes. Il s'agit au mieux d'un marché de proximité comme les hôtels et restaurants. La très grande part de la production mondiale est dirigée vers trois zones : l'Europe, les États-Unis et le Japon.

### **Les marchés à l'exportation**

D'une façon générale, les crevettes sont présentées suivant différents aspects :

- crevette entière (head-on),

- queue sans tête (head less),
- queue décortiquée (peeled),
- queue décortiquée et éviscérée (peeled and deveined).

La grande majorité des crevettes sont vendues crues congelées. Elles peuvent être, dans certains cas, cuites avant d'être congelées mais la tendance de ces dernières années consiste à les décongeler et à les cuire dans le pays de destination. Elles sont alors vendues comme " fraîchement cuites ".

Concernant l'Europe, les pays qui importent le plus de crevettes tropicales sont l'Espagne et la France. Actuellement, les prix sont les plus intéressants sur le marché européen mais les exigences sont par contre les plus contraignantes en terme de qualité. C'est pourquoi il est conseillé de prospecter aussi sur le marché américain pour écouler une catégorie de crevettes différentes. Les Européens consomment surtout des crevettes entières alors que les américains préfèrent les queues de crevettes.

Le Japon est le plus gros importateur de crevettes avec plus de 4 kg par personne et par an. Le conditionnement pour ce marché est le bloc de 1,3 kg. La crevette *P.monodon* est très répandue mais c'est l'espèce *P.japonicus* qui est la plus recherchée car vendue vivante sur les étalages.

Les exportations se font du pays d'origine vers le pays de destination en conteneur frigorifique de 20 pieds. Il contient environ 11 tonnes de crevettes congelées.

Les prix dépendent de plusieurs facteurs :

- l'espèce,
- le calibre,
- le pays d'origine,
- la présentation,
- la qualité,
- la période de l'année,
- l'offre au niveau mondial.

Voici une indication de prix FOB de P.monodon produites à Madagascar et destinées au marché européen :

Calibre Crevettes entières HO	Prix FOB en Euros	Calibre Queues de crevettes HL	Prix FOB en Euros
10/20	13,00	U15	12,96
20/30	10,73	16/20	11,70
30/40	9,40	21/25	10,33
40/60	8,00	21/30	9,40
60/80	7,18	26/30	9,22
80/100	6,54	31/40	8,00
100/120	5,20	41/50	7,50
120/150	3,85	51/60	6,16
150/UP	3,00	61/70	5,00
		91/110	3,20
		111/UP	2,64

Ces indications de prix sont très variables et doivent être prises avec beaucoup de précaution. De même qu'une étude de faisabilité est nécessaire pour tous projets d'aquaculture de crevettes, l'étude de marché doit faire un bilan précis de la demande mondiale au moment de l'étude et proposer les grandes orientations de commercialisations. Ensuite, en fonction de la production, le promoteur pourra rechercher des marchés correspondant le mieux possible à sa production.

Le nombre d'espèces décrites dans ce manuel ne permet pas de donner toutes les informations de prix sur l'ensemble des marchés mondiaux.

Dans le cas où une production est issue d'une unité artisanale ou familiale, elle sera vendue " ex-farm " à un conditionneur proche. Le prix du kg sera obligatoirement plus bas que ceux indiqués précédemment car le conditionneur prendra sa marge pour le traitement des produits. Le coût du traitement d'un kg de crevettes est de 1 Euro et il faut compter environ 0,5 Euro/kg de transport en conteneur frigorifique vers les marchés européens.

# Aide mémoire de faisabilité



La réalisation d'un projet d'aquaculture de crevettes est une entreprise qui va demander du temps et du savoir-faire. Il faut de 6 mois à 1 an de préparation avant de pouvoir démarrer les travaux proprement dit. Cette période sera nécessaire pour arriver à terminer toutes les études et aussi pour obtenir toutes les autorisations requises pour ce type de projet.

L'étude de faisabilité intervient lorsque le terrain sur lequel va se monter le projet est déjà défini et acquis (soit en propriété soit sous forme de bail emphytéotique). Cette étude fait appel aux services de spécialistes qui ont une expérience en aquaculture de crevettes.

En plus des aspects techniques d'élevages et de construction, l'étude de faisabilité va rassembler tous les paramètres économiques qui vont entrer dans les investissements et le fonctionnement de l'entreprise. Tous ces éléments serviront à évaluer la rentabilité du projet. La qualité de travail qui sera apportée à cette étude est d'autant plus importante qu'elle servira à rechercher des financements auprès d'organismes et de banques. Un soin particulier devra donc être apporté à l'analyse financière du projet.

Une étude de faisabilité contient généralement les chapitres suivants :

- contexte et historique du projet,
- présentation de la société et/ou du promoteur,
- la situation de l'aquaculture dans le pays,
- description et analyse du site (ou des sites retenus),
- les aspects météorologiques locaux,
- les analyses d'eau, de sol,
- les choix biotechniques : espèces et filières d'élevages,
- les normes d'élevages et les choix stratégiques,



- l'organisation de la production (organigramme et personnels),
- le marché et les perspectives de vente,
- l'estimation des investissements et des charges,
- les recettes,
- l'évaluation économique et financière

Dans cette deuxième partie du Guide de l'Aquaculture de Crevettes, nous allons nous attacher aux aspects concernant la préparation de cette étude de faisabilité. Dans le cadre d'un projet soit artisanal/familial soit semi-industriel, il est possible de ne retenir que partiellement les points de cette liste, de même que pour un projet qui ne comportera qu'une ferme et pas d'écloserie par exemple. Voici une liste (non limitative) de points qui devront être abordés au cours des études du projet :

## Informations techniques

### ■ Choix d'espèces

- ✓ Existences ou non d'espèces locales dans le milieu naturel : espèces maîtrisées en aquaculture : oui – non.
- ✓ Sélection d'une espèce locale ou importée : difficulté d'importation, gestion du stock, résistance aux maladies.
- ✓ Approvisionnement des post-larves : écloserie du projet ou achat à une écloserie locale ou importation.
- ✓ Choix définitif de l'espèce après analyses des paramètres environnementaux et économiques.

### ■ Analyse des sites

- ✓ Description de la situation du site de la ferme (et celui de l'écloserie).
- ✓ Superficie totale retenue et localisation géographique.

- ✓ Environnement social : villages, villes ou communautés (pêcheurs, agriculteurs).
- ✓ Protections particulières : parcs et réserves, zones de pêche, autres.
- ✓ Nature des sols :
  - description générale : couvert végétal,
  - mangrove, zones maritimes ou plaines agricoles,
  - analyser la composition et la granulométrie des sols (étude pédologique),
  - portance des sols (travaux de construction).
- ✓ Étude topographique et bathymétrique.

## ■ Climat

- ✓ Études sur la température, les précipitations annuelles et les vents.
- ✓ Pourcentage des risques cycloniques et dépressions tropicales sur plusieurs années.

## ■ L'eau de mer

- ✓ Étude hydrobiologique de l'ensemble du système environnant les sites :
  - les courants et marées,
  - les apports continentaux : fleuves et rivières.
- ✓ Analyse de l'eau : campagnes de prélèvements d'échantillons d'eau (étalées sur plusieurs semaines ou mois) pour :
  - salinité, température, oxygène, pH, turbidité, phytoplancton et chimique (ammoniac, nitrite ...),
  - recherche de pesticides, métaux lourds,
  - analyses bactériennes.
- ✓ Évaluation et validation d'un site de pompage (temps de pompage par jour).
- ✓ Analyses des effets des rejets d'exploitation.

## Informations économiques

### ■ Le marché de la crevette

- ✓ Existence d'un marché local : pour projet familial ou extensif :
  - quantité et valeurs des produits,
  - concurrence,
  - problèmes de transports, d'intermédiaires ...
- ✓ Marché à l'exportation - semi-industriel et industriel :
  - étude de marché : tendances et valeurs du produit suivant l'espèce,
  - existence d'usines locales, situation,
  - types de conditionnement,
  - contraintes sanitaires et douanières.

### ■ Les importations

- ✓ Aliments pour l'écloserie : importation quasiment obligatoire sauf si représentant local de marques connues.
- ✓ Aliments pour la ferme : provenance de l'aliment, temps de transport, conditionnement.
- ✓ Existence de fabricants locaux pour aliments de la ferme : qualité (pourcentage de protéines, nature des ingrédients) livraisons, et prix ?
- ✓ Matériels et équipements : contraintes douanières, taxes portuaires, débarquements des conteneurs, transport jusqu'aux sites de production.

### ■ Choix stratégiques

- ✓ Taille de l'exploitation et filière retenue (extensive, semi-intensive).
- ✓ Conception de la ferme : superficie des bassins, dimensionnement de la station de pompage et des canaux.
- ✓ Nombre de production par an (tonnage annuel).
- ✓ Avec ou sans écloserie (approvisionnement des post-larves).

- ✓ Avec ou sans unité de conditionnement (production de glace pour les récoltes).

## ■ Génie civil et construction

- ✓ Existe-t-il des bureaux d'études, généralistes ou aquacoles ?
- ✓ Existe-t-il des entreprises de terrassements et de construction ? Leurs moyens en engins de terrassement ?
- ✓ Prix de la construction : au m<sup>3</sup> de terre, de béton, au m<sup>2</sup> de construction de bâtiments.
- ✓ Entreprises d'électricité, de plomberie. Ateliers de soudure, de mécaniques, autres...
- ✓ Choix d'un maître d'œuvre ou d'un responsable de suivi de chantier.

## ■ Main d'œuvre et personnels

- ✓ Disponibilité et coût de la main d'œuvre locale ? Qualifications ?
- ✓ Code du travail : spécifique à l'aquaculture, la pêche, l'agriculture, autres ?
- ✓ Montants des charges sociales.
- ✓ Recrutement des cadres : déplacements sur lieu de travail, moyens de communications, base vie ?
- ✓ Formation : existe-t-il des écoles ou centres de formation à l'aquaculture ? Universités ? Formation sur place : recrutement de formateurs.

## ■ Services

- ✓ Eau et électricité :
  - accès à l'électricité ? puissance de la ligne ? régularité de fonctionnement et tarifs (domestique, industriel, de nuit ...),
  - disponibilité d'eau douce : réseau public (quantité et qualité), prix ?

- forage ou captage : distance, profondeur (étude géologique et forage), coûts ?
- ✓ Carburants.
  - disponibilité et qualité du gas-oil et de l'essence : coûts.
  - analyse des produits,
  - transports sur site : par route, bateau ? coûts et régularité.
  - stockage sur site : réglementation, sécurité et quantité du stock tampon.
- ✓ Télécommunications, postes, banques, assurances et commerces :
  - existent-ils sur place ou à quelles distances ? qualité et fiabilité des services.
- ✓ Services administratifs : situation par rapport au projet (vétérinaires, douaniers, gendarmerie, justice).

## ■ Conjoncture économique

- ✓ Capacité d'auto-financement du promoteur.
- ✓ Taux d'inflation dans le pays et tendance pour les années à venir.
- ✓ Taux d'intérêts (court, moyen ou long terme), agios, autorisation de découverts ... pratiqués par les banques.
- ✓ Taxes (TVA et autres), impositions sur les bénéfiques, avantages fiscaux.
- ✓ Subventions et aides financières directes.

## ■ Informations sur la législation

- ✓ Constitution de société.
- ✓ Joint-venture, partenariat.
- ✓ Autorisations diverses : permis d'exploitations environnementales, d'exportations ...
- ✓ Autorisations éventuelles d'importations : aliments, matériels et post-larves.
- ✓ Immigration : carte de résident, permis de travail, impôts.
- ✓ Accès aux devises, rapatriement des bénéfiques.

# Équipements et fournisseurs



Dans ce chapitre seront traités les équipements nécessaires à une exploitation d'aquaculture de crevettes. Il est évident que les besoins en équipements dépendent des choix techniques et de la superficie d'élevage. Une ferme artisanale aura des besoins bien moindres qu'une ferme semi-industrielle et une ferme intensive nécessitera des équipements plus nombreux qu'un élevage en semi-intensif.

## Le pompage

La station de pompage est l'élément clé d'une ferme de crevettes. Son emplacement a été étudié afin d'avoir une qualité d'eau et une durée de pompage qui permet le renouvellement quotidien des bassins. Le choix d'un équipement de pompage vient en premier lieu du volume à pomper. Une attention toute particulière doit être apportée à sa réalisation.

Les considérations qui déterminent le choix des pompes dépendent des caractéristiques suivantes : le débit, la hauteur géométrique, les pertes de charges, la hauteur manométrique, la puissance et le rendement et enfin le NPSH.

- le débit est désigné par la lettre  $Q$ , il s'exprime en  $m^3/h$ ,
- la hauteur géométrique ( $H_g$ ) mesure la distance verticale qui sépare les deux niveaux (en mètres),
- les pertes de charges en ligne ( $J$  en  $m/m$ ) sont déterminées,

dans des tableaux par le fabricant ainsi que les pertes de charge singulières ( $\Delta h$  en m/m),

- la hauteur manométrique totale (HMT) est la somme de la hauteur géométrique et des pertes de charges,
- la puissance et le rendement sont exprimés par les lettres PH et  $r$ ,
- la NPSH (net positive suction head ou charge nette à l'aspiration) est la hauteur de charge nette absolue à l'aspiration. Elle est fournie par le constructeur.

Les renseignements à fournir aux constructeurs sont les suivants :

- débit demandé,
- hauteur géométrique totale à partir des plus basses eaux (marées) avec hauteur d'aspiration et de refoulement,
- amplitudes maximales de la marée,
- longueur et nombre de courbes des tuyauteries de refoulement, éventuellement nature et diamètre intérieur du matériel existant,
- caractéristiques du moteur et du mode d'accouplement. S'il s'agit d'un moteur électrique : voltage, fréquence et nombre de phases.

Les pompes verticales à hélices sont les plus répandues en aquaculture car elles permettent le pompage de très grosses quantités d'eau (plusieurs centaines à plusieurs milliers de m<sup>3</sup>/h). Pour le fonctionnement de ces pompes, il existe deux possibilités : thermique et électrique (en aériens ou en immergés). Le choix du dispositif dépend de l'existence ou non d'une ligne électrique sur le site et de sa puissance.

La hauteur de refoulement peut être augmentée, soit en choisissant des hélices multi-pales (jusqu'à 5) soit en doublant les hélices (deux ou trois étages). Cette configuration n'augmente pas le débit mais seulement la hauteur de refoulement.

Les pompes centrifuges sont utilisées dans de petites exploi-

tations et dans l'écloserie (volumes de quelques dizaines à quelques centaines de m<sup>3</sup>/h). Dans certains cas, ces pompes ne nécessitent aucun travail de génie civil et peuvent être installées directement sur la berge.

### Indications de coût de pompes

Motopompe de 500 m <sup>3</sup> /h :	8 000 Euros
Motopompe tractée de 1000 m <sup>3</sup> /h :	15 000 Euros
Pompe verticale à hélice, débit de 2000 m <sup>3</sup> /h :	15 000 Euros (pompe seule) + 9 000 Euros pour le moteur
Pompe verticale à hélice, débit de 8000 m <sup>3</sup> /h :	60 000 Euros (pompe seule) + 30 000 Euros pour le moteur
Pompe centrifuge 50 m <sup>3</sup> /h :	1 200 Euros

Ces coûts ne comprennent pas les installations électriques, le génie civil, les réseaux de gas-oil ...

## Les aérateurs

Ce matériel est surtout utilisé dans les bassins en élevage intensif. Mais il peut s'avérer utile d'en avoir quelques uns à portée de main lors de problèmes d'oxygène afin de sauver une production. Les déficits en oxygène apparaissent essentiellement la nuit (pas de photosynthèse) et plus particulièrement avant le lever du jour. La densité et la biomasse contribuent fortement à la consommation de l'oxygène.

Pour une ferme qui ne sera pas équipée d'un réseau électrique sur les bassins, il faudra soit les faire fonctionner avec un petit groupe électrogène, soit avoir des aérateurs fonctionnant sur moteur thermique.



Les principaux types d'aération, sont : à turbine rapide, à pales, hydro-éjecteurs de surface et immergés. Seuls, les aérateurs à pales sont disponibles en alimentation autonome thermique, tous les autres fonctionnent à l'électricité. Il faut mentionner certains systèmes à fonctionnement mécanique ou hydraulique directement accouplés à la prise de force d'un tracteur.

### **Les aérateurs à turbine rapide**

Ce sont des aérateurs de surface, flottants, composés d'un bloc moteur étanche et d'une grille qui protège l'hélice. L'eau est projetée vers le haut par un cône qui augmente son efficacité d'oxygénation. Leur efficacité est faible, mais leur coût est relativement bas (environ 450 Euros pour un modèle de 2cv).

### **Les aérateurs à pales**

Ce sont les plus répandus en aquaculture de crevettes. Ils sont constitués d'un axe horizontal entraîné par un moteur et un réducteur. Le tout est fixé sur un châssis muni de flotteurs. Les pales sont situées en extrémité et sont parfois doublées. Ils ont une excellente efficacité et sont très robustes. Coût indicatif : entre 300 et 600 Euros suivant la provenance pour un aérateur de 2cv.

*Aérateur à pales  
(paddle wheel).*



### **Les hydro-éjecteurs de surface**

Ce sont des appareils qui utilisent un courant d'eau pour aspirer de l'air par un effet venturi. Ce système est flottant et composé d'une petite hélice située juste sous la surface de l'eau. Cet aérateur crée des micro bulles qui permettent un très bon transfert de l'oxygène. Coût pour un appareil de 2cv : entre 300 et 1000 Euros suivant la provenance.

### **Les hydro-éjecteurs immergés**

Dans ce système, la pompe est électrique et placé au fond du bassin, l'air arrive au venturi par un tuyau qui remonte à la surface. Très bonne efficacité du système mais il crée des amoncellements de terre et de la turbidité. Peu ou pas utilisé en aquaculture de crevettes.

## **Les filtres et stérilisation UV**

La filtration de l'eau est impliquée essentiellement aux eaux de mer utilisées dans l'écloserie et dans une moindre mesure pour une ferme.

### **■ Filtration dans l'écloserie**

**Filtres à sable** : en fonction des différentes unités d'une écloserie, il y aura plusieurs types de filtrations à des finesses allant de 1 à 50 microns. Les plus utilisés sont les filtres à sable qui filtrent entre 50 et 25 microns suivant la granulométrie du sable. Ces filtres sont constitués d'un corps en polyester très résistant. Ils sont chargés de sable naturel (quartzite alluvionnaire) à granulométrie entre 0,5 et 1 mm. L'eau traverse la couche filtrante du haut vers le bas, les débits vont de 20 à plus de 100 m<sup>3</sup>/h. Estimation de coûts pour un débit de 30 et 60 m<sup>3</sup>/h : 1500 à 2000 Euros.

**Filtres à tambour** : il est utilisé en amont de toute l'installation pour filtrer l'ensemble de l'eau de mer qui sera ensuite stockée dans une cuve ou un réservoir. C'est un tambour micro-perforé qui tourne autour d'un axe et qui sépare les impuretés du liquide. Une rampe de rinçage assure en permanence le nettoyage du tambour afin d'éviter le colmatage et évacuer les impuretés vers une canalisation spécifique. Les débits vont de 50 à 4000 m<sup>3</sup>/h et la filtration est de 15 à 25 microns suivant la turbidité du milieu. Estimation de coût pour un débit de 150 m<sup>3</sup>/h et 15 microns : 7000 Euros.

**Filtres à cartouches et à poches** : utilisés uniquement en éclosion. Ils sont composés d'un corps en polypropylène ou PVC et d'une cartouche amovible à l'intérieur. La cartouche est en carton résistant à l'eau, en fibre synthétique, en disques plastiques, en matières poreuses ... Les filtres à poches sont plus rustiques et utilisent un tissu filtrant (appelé chaussette) à l'intérieur du corps du filtre. Les cartouches se nettoient au jet d'eau à forte pression et ensuite traitées au chlore et séchées. Les filtrations vont de 0,2 micron à 50 microns pour des débits de 1 à 50 m<sup>3</sup>/h.

## ■ Stérilisation dans l'éclosion

**Stérilisation UV** : appliquée uniquement en éclosion dans le cas de risques de pompage d'eau polluée et pour son effet bactéricide. La stérilisation par UV n'est efficace que si le débit correspond exactement aux spécifications de l'appareil et aussi en fonction de la qualité de l'eau à traiter. Une bonne filtration en amont est indispensable. Elle est utilisée également dans le traitement des eaux de rejets d'une éclosion. Les lampes UV se nettoient automatiquement ou manuellement et ont une durée de vie limitée. Les débits vont de quelques m<sup>3</sup>/h à plusieurs centaines de m<sup>3</sup>/h. Estimatif de coût : 1500 Euros pour un débit de 30 m<sup>3</sup>/h.

## ■ Filtration dans la ferme

Il s'agit uniquement de l'eau en provenance de la station de pompage. Il y a deux méthodes qui peuvent s'appliquer en fonction des débits et des moyens de l'exploitant. La filtration peut prévenir de certains problèmes apportés par les crustacés tels que crevettes sauvages et crabes.

**Filtres à tambour** : déjà décrit plus haut mais cher. Les filtres peuvent être installés en série pour augmenter leur capacité.

**Mailles filtrantes** : il s'agit de tissus synthétiques de maillages différents, entre 1 mm et 50 microns. Ils sont installés en sortie de pompes et se fixent sur des châssis. Pour augmenter leurs surfaces de filtration ils ont la forme de châlut. Inconvénients : se colmatent très vite et risques de déchirures.

## ■ La glace

Il est apparu important que, dans ce chapitre, soient traités les procédés de fabrication de glace. En effet, une exploitation de crevettes d'aquaculture va avoir besoin de glace à chaque récolte pour la conservation temporaire des produits et leur transport jusqu'à une unité de conditionnement. La proximité d'un centre urbain ou d'une usine de conditionnement permettra à l'exploitant de s'approvisionner directement chez des fournisseurs de glace sans avoir à investir dans ce type de matériel.

Cependant il arrive que la situation de la ferme oblige à posséder sa propre fabrication et stockage de glace ce qui présente de nombreux avantages pour la qualité finale des pro-

duits (compter de 1 à 2 kg de glace /kg de crevettes suivant la durée de conservation. Il faut rajouter la glace pour le refroidissement des bains de traitements et d'anesthésies, environ 1 kg/kg de crevettes).

La glace se présente sous diverses formes : en barres, en grains et en écailles.

**Glace en barre** : c'est la plus traditionnelle. De moins en moins utilisée, elle reste courante dans certains pays africains pour un usage domestique et de conservation des produits de la pêche artisanale. Sa conservation est très bonne mais son usage est peu pratique car il faut la piler pour arriver à la répartir sur les produits à conserver.

**Glace en grains** : sous cette appellation, on retrouve différentes glaces : paillettes et pilées. La fonte de ce type de glace est très rapide et donc bien adaptée à un usage commercial comme les présentoirs de poissonneries, grandes surfaces ou restaurants. Elle est peu adaptée à un usage en aquaculture.

**La glace écaille** : c'est la glace la plus couramment utilisée dans la filière pêche et aquaculture. Sa forme en écaille (taille importante et faible épaisseur) lui assure une plus grande surface d'échange et lui permet ainsi de refroidir efficacement le produit. Sa température proche de  $-5^{\circ}\text{C}$  lui assure une " auto-réfrigération " et ainsi une meilleure conservation lors du stockage.

## ■ Les machines à glace

Nous ne retiendrons que le procédé de fabrication de la glace écaille. Il s'agit de machines à cylindres fixes et verticaux. D'autres systèmes de cylindre existent (horizontal, tournant) mais celui-ci est le plus fiable et le plus performant, de plus il

peut être utilisé avec de l'eau de mer sans aucune difficulté dans la mesure où le matériel est en matériaux inoxydables.

L'eau ruisselle sur la paroi interne du cylindre évaporateur où elle congèle. Une fraise à denture hélicoïdale tournant à l'intérieur fractionne la glace par simple pression et sans aucun effort latéral. C'est le système le plus utilisé sur les exploitations d'aquaculture.

Le stockage de la glace se fait soit en conteneurs frigorifiques soit en silos à glace soit en glacières pour les petites exploitations.

**ANNEXE A****Adresses de quelques fournisseurs**

Les noms de fournisseurs européens ou des pays ACP, sont soulignés. Les autres sont des fournisseurs connus proposant des équipements ou des produits de qualités déjà testés sur des fermes d'aquaculture de crevettes.

**Pompes****DELTA – DELFINI & cia.Itda**

P.Box 09.01.4893, Guayaquil, Équateur

Tél et fax : (593-4) 688010 ou 011

E.mail : [delta@deltadelfini.com](mailto:delta@deltadelfini.com) – Internet : [www.deltadelfini.com](http://www.deltadelfini.com)

**ETEC sa**

Cartagena, Colombie

Tél : (575) 6685278 – Fax : (575) 6685722

E.mail : [etec@ctgred.net.co](mailto:etec@ctgred.net.co)

**TERRAMAR**

Culiacan, Mexique

Tél : (6) 7172720 – Fax : (6) 7146705

E.mail : [terramar@pacificnet.com.mx](mailto:terramar@pacificnet.com.mx)

**Aérateurs****FAIVRE sarl**

7 rue de l'Industrie, 25110 Beaume les Dames, France

Tél : (33)(0) 3 81 84 01 32. Fax : (33)(0) 3 81 84 16 15

E.mail : [faivre.aqua@wanadoo.fr](mailto:faivre.aqua@wanadoo.fr)

**ACQUA & CO**

Via Augera, 5/A 42023 Cadelbosco Sopra, Italie

Tél : (39) 0522 919121 – Fax : (39) 0522 918790

E.mail : [acquaeco@tin.it](mailto:acquaeco@tin.it)

**AIRE-O2**

P.O.Box 59144 Minneapolis 55459 **États-Unis**  
Tél : (952) 448 6789 – Fax : (952) 448 7293  
E.mail : [brianc@aireo2.com](mailto:brianc@aireo2.com) – Internet : [www.aireo2.com](http://www.aireo2.com)

**SINO-AQUA Corporation**

Kaohsiung 802, **Taiwan**  
Tél : (886) 7 330 8868 – Fax : (886) 7 330 1738  
E.mail : [nanrong@ksmail.seed.net.tw](mailto:nanrong@ksmail.seed.net.tw) – Internet : [www.sino-aqua.com](http://www.sino-aqua.com)

**Aliment pour éclosion****INVE**

Koning Albertlaan 2B – B.9080 Lochristi, **Belgique**  
Tél : (32) 2 337 77 77 – Fax : (32) 2 337 77 70  
E.mail : [ieuser@inve.be](mailto:ieuser@inve.be)

**KURIOS**

6, Place Princeteau, 33500 Libourne, **France**  
Tél : (33) 5 57 51 98 39 – Fax : (33) 5 57 51 98 55  
E.mail : [pcalleja@alienor.fr](mailto:pcalleja@alienor.fr)

**ARTEMIA INTERNATIONAL**

E.mail : [sales@artemia-international.com](mailto:sales@artemia-international.com)  
Internet : [www.artemia-international.com](http://www.artemia-international.com)

**Aliment pour grossissement****INVE**

Voir “Aliment pour éclosion”

**VDS**

Paanderstraat 40, 8540 Deerlijk, **Belgique**  
Tél : (32) 56 719168 – Fax : (32) 56 723002  
Web page : <http://users.skynet.be/vds/>

**LFL – LIVESTOCK FEED LIMITED**

Claude Delaitre road, Guibies, **Ile Maurice**  
Tél : (230) 208 11 12/3 – Fax : (230) 208 11 14



**UNI-PRESIDENT**

301, Chung Cheng Rd, Tainan Hsien, **Taiwan**  
 Tél : (886) 6 2536789 – Fax : (886) 6 2549845  
 Internet : [www.pec.com.tw](http://www.pec.com.tw)

■ **Filtrations et UV****ABIOTEC Technologie UV**

12, avenue Schneider, 92140 Clamart, **France**  
 Tél : (33) 1 46 45 19 19 – Fax : (33) 1 46 45 81 13

**CUNO**

11 rue du Chêne Lasse, BP 245, 44818 Saint Herblain Cedex, **France**  
 Tél : (33) 1 49 82 91 00 – Fax : (33) 1 49 82 91 01  
 E.mail : [France@cuno-europe.com](mailto:France@cuno-europe.com) - Internet : [www.cuno.com](http://www.cuno.com)  
 Nieuwe Weg 1, Haven 1053, B-2070, Zwijndrecht, **Belgique**  
 Tél : (32 0) 3 250 1540 – Fax : (32 0) 250 1549  
 E.mail : [benelux@cuno-europe.com](mailto:benelux@cuno-europe.com) – Internet : [www.cuno.com](http://www.cuno.com)

**ARKAL FILTRATION SYSTEM**

Kibboutz Bet-Zera, Vallée du Jourdain, **Israël**  
 Tél : (972) 4 6775140 – Fax : (972) 4 6775461  
 E.mail : [filters@arkal.com](mailto:filters@arkal.com) – Internet : [www.arkal.com](http://www.arkal.com)

**PENTAIR Aquaculture sa**

1228 Plan les Ouates, **Suisse**  
 Tél : (41) 22 794 80 00 – Fax : (41) 22 794 91 43  
 E.mail : [info@aquaculture.ch](mailto:info@aquaculture.ch) – Internet : [www.pentair-aquaculture.com](http://www.pentair-aquaculture.com)

■ **Divers****Grillage plastique : INTERMAS**

Ronda de Collvabadell, 11 Pol.ind, 08450 Llinares del Valles, **Espagne**  
 Tél : (34) 93 8425700 – Fax : (34) 93 8425701  
 Internet : [www.intermas.com](http://www.intermas.com)

**Calibreuse : LAITRAM MACHINERY – Angleterre**

Tél : (44) 121 321 2402 – Fax : (44) 121 321 3382  
 E.mail : [lm.sales@laitram.com](mailto:lm.sales@laitram.com) – Internet : [www.laitrammachinery.com](http://www.laitrammachinery.com)

**Structures métalliques : JOHN REID & SONS – Angleterre**  
E.mail : sales@reidsteel.co.uk – Internet : www.reidsteel.co.uk

**Métabisulfite de soude alimentaire : GEIMEX**  
Anvers, Belgique  
Tél : (32)3 541 40 00 – Fax : (32)3 541 74 26

**Géomembrane PEHD : GSE Lining Technology GmbH**  
Hamburg, Allemagne  
Tél : 49-40767420 – Fax : 49-407674233  
Internet : www.gseworld.com

**Grues hydrauliques : FASSI GRU IDRAULICHE S.P.A**  
Albino, Italie  
Tél : (39) 35 77 5111 – Fax : (39) 35755214  
E.mail : fassicom@tin.it – Internet : http://web.tin.it/fassi

**Serre agricole : FILCLAIR**  
Route nationale 96, 13770 Venelles, France  
Tél : (33) 4 42 54 07 97 – Fax : (33) 4 42 54 77 28  
E.mail : informations@filclair.com

**Matériels écloséries : AQUACULTURE SUPPLY**  
E.mail : info@aquasales.com – Internet : www.aquaculture-supply.com

**Matériels divers pour écloséries : ARGENT**  
8702 152nd Ave. N.E, Redmond, WA 98052, États Unis  
Tél : (425) 885 3777 – Fax : (425) 885 2112  
E.mail : email@argent-labs.com – Internet : www.argent-labs.com

 ANNEXE B

## Bibliographie

Ce travail a été lu et corrigé par des experts en aquaculture de crevettes qui ont une longue pratique de l'aquaculture de crevettes en zone tropicale, on peut citer :

- Olivier MILLOUS : consultant (Inde, Fiji) et propriétaire/exploitant d'une ferme de crevettes en système intensif de P.monodon de 30 ha au Sri-Lanka pendant 15 ans.
- Jean François VIRMAUX : directeur de Pacifique Aquaculture Service (fermes de crevettes et de poissons – pêche et conditionnement des produits halieutiques).

Ce document a pu être réalisé grâce à de nombreux ouvrages et études sur l'aquaculture de crevettes, principalement en pays ACP. Le développement de l'élevage de crevettes dans un pays comme Madagascar a été une démonstration efficace de la réussite d'un développement maîtrisé et durable.

Parmi la bibliographie ci-dessous, les deux études du " Schéma de développement " pour Madagascar et la Guinée, ont été très utiles. De nombreux extraits de ces deux études ont été repris dans ce Guide de l'Aquaculture de la Crevette.

" **Étude du Schéma d'Aménagement de l'Aquaculture de Crevettes à Madagascar** ", Ministère de la Pêche, consortium OSIPD. Financement de l'Union Européenne. Décembre 1997.

" **Schéma Directeur de la Crevetticulture en Guinée** " Ministère de la Pêche, SEPIA et COFREPECHE. Financement FAD, Septembre 1996.

" **GAA – Global Aquaculture Advocate** " revue bi-mensuelle. Global Aquaculture Alliance. E.mail : [gaa@mo.net](mailto:gaa@mo.net) – Internet : [www.gaalliance.org](http://www.gaalliance.org)

" **Les Crustacés d'élevage** " M.Autrand, édition Maisonneuve & Larose, 1990.

" **A Guide To The Common Problem and Diseases of Cultured Penaeus Vannamei** " Aquaculture development program. Oceanic Institute of Hawai. J.Brock and K.Main 1994.

" **Handbook of Shrimp Diseases** " Texas University, S.K.Johnson. 1991.

" **Prawn Culture** " Dr.C.Jung, Westpoint Aquaculture Corporation. 1988.

" **Catalogue Technique Aqualog** " édition 1996.

" **Farm-Made Aquafeed** " M.New, A.Tacon and I.Csavas. FAO 1993.

" **Pisciculture Continentale – Le Sol** " A .Coche, collection FAO – Formation. 1986.

" **Advances in Tropical Aquaculture** " IFREMER, atelier à Tahiti 1989.

" **Memento de l'Agronome** " Ministère de la Coopération et du Développement. France, 1991.

" **Atlas de l'Ecologie** " D.Heinrich et M.Hergt, Livre de Poche, 1993.

" **Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture** " G.Barnabé. édition Lavoisier. 1991.

## SÉRIE TECHNOLOGIES

1. Briquettes à base de déchets végétaux
2. La valorisation du phosphate en Afrique
3. La production de savon
4. Production de peinture
5. Blocs de terre comprimée: équipement de production
6. Mousse de polyuréthane souple: processus continu
7. La filière avicole dans la zone sahélienne
8. Les produits de concassage : équipements de production
9. Les petites boulangeries et la valorisation des céréales locales dans les pays ACP
10. Le guide de l'emballage des jus de fruit et des boissons fruitées non gazeuses
11. Blocs de terre comprimée : normes
12. Elevage industriel du Tilapia
13. Guide: "Secteur Laitier"
14. Guide: Briqueteries
15. Guide de l'Exploration Minière des minerais métalliques
16. Séchage du bois
17. Blocs de terre comprimée : procédures d'essai
18. L'extraction des herbes *-en préparation-*
19. Code de bonnes pratiques environnementales pour les projets miniers

## SÉRIE CONTRATS ET PARTENARIATS

1. Les achats d'équipements industriels
2. S'implanter en pays ACP
3. ACP/UE : Guide du partenariat en industrie

## SÉRIE ÉVALUATION ET FINANCEMENT DES PROJETS

1. Ressources financières pour les projets industriels dans les pays ACP
2. Manuel FINAN
3. Outils et instruments de la coopération industrielle

## SÉRIE DÉVELOPPEMENT DES EXPORTATIONS

1. L'exportation des produits de la mer

## SÉRIE FORUMS

1. Le secteur Agro-alimentaire en Afrique de l'Ouest - 1995
2. Les matériaux de construction en Afrique centrale - 1995
3. Dimension Stone in ACP Countries (S.A.D.C.)
4. Le suivi-accompagnements des Forums sectoriels de Partenariat UE-ACP
5. Dimension Stone in ACP Countries: N° 2- Potential and Projects of the Dominican Republic (en Anglais et Espagnol)

## SÉRIE DOSSIERS DU CDE

1. La pêche lacustre en Ouganda: la perche du Nil
2. Perspectives commerciales de l'horticulture de roses en Afrique de l'Est et Australe
3. Développer la filière pêche au Mozambique
4. Débouchés à l'exportation des fruits transformés en provenance des Caraïbes
5. Composants en béton: Etude sectorielle - CEDEAO



Création et développement d'entreprises ACP