

Université de Montréal

**DÉFIS ET PERSPECTIVES DE
L'EXPANSION AQUACOLE EN THAÏLANDE**

Par
ESTELLE DRICOT

Département de géographie
Faculté des arts et des sciences

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Philosophiae Doctor (Ph.D.) en géographie

Février 2003

©, Estelle Dricot, 2003



G
59
U54
2003
V.006

Direction des bibliothèques

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

**DÉFIS ET PERSPECTIVES DE
L'EXPANSION AQUACOLE EN THAÏLANDE**

Présentée par :

ESTELLE DRICOT

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Pierre André
président-rapporteur

Peter Foggin
directeur de recherche

Rodolphe De Koninck
codirecteur

Yann Roche
membre du jury

Doryane Kermel-Torrès
examineur externe

Daniel Boisclair
représentant du doyen de la FES

RÉSUMÉ LONG

L'aquaculture est l'art d'élever des animaux aquatiques en milieu clos et surveillé afin d'en favoriser la croissance, en augmenter la production et en assurer la récolte. Cette activité, qu'elle soit conduite selon des méthodes traditionnelles ou de façon industrielle, permet d'accroître ou de combler la satisfaction des besoins en protéines dans l'alimentation humaine à un coût abordable dans tous les pays tropicaux.

Parce qu'elle recourt à un ensemble de techniques simples et de ressources localement disponibles, l'aquaculture est depuis longtemps une activité complémentaire au sein d'exploitations agricoles polyvalentes. Mais, et de plus en plus, elle est aussi une monoculture mercantile dynamique et une source d'emplois et de revenus pour les populations rurales; et surtout pour les populations littorales.

Car, en réponse à une forte demande internationale qui vient s'ajouter à la demande locale ou régionale, on peut observer une véritable migration, au cours des dernières décennies, du système de polyculture traditionnelle vers un système de production plus ou moins intensive basé sur la monoculture de la crevette le long des côtes, soit là où les conditions naturelles sont les plus favorables à ce type d'entreprise. Alors qu'en 1970 l'aquaculture côtière n'était encore qu'une production à petite échelle orientée vers les marchés locaux, elle s'est depuis transformée progressivement en source importante de devises étrangères et en facteur de transformation des collectivités locales côtières.

Dans le cas de la Thaïlande, le rythme d'expansion aquacole a été très rapide, en plus de revêtir un caractère assez anarchique. Au point que de graves conséquences négatives sont apparues : détérioration de la qualité de l'eau côtière, dégradation ou destruction de la forêt de mangrove, abandon contraint de terres épuisées par la surexploitation ou la négligence et, par ailleurs, conflits entre individus et familles selon qu'on adhère au nouveau modèle ou qu'on assure sa subsistance par d'autres modes d'utilisation du sol.

En fait, il semble indiscutable après étude que la production intensive de la crevette compromet toute perspective de développement durable, sauf corrections radicales aux méthodes actuellement utilisées.

La recherche dont nous présentons ici les résultats a été placée délibérément dans le cadre de la géographie environnementale et de la quête des moyens d'un développement durable. Elle visait à analyser un des aspects importants du développement économique et social en Thaïlande, à savoir les enjeux et défis de l'expansion aquacole.

L'hypothèse que nous voulions vérifier était ambitieuse: il s'agissait de confirmer l'existence d'une interdépendance entre aquaculture et mangrove. Or, au terme de notre recherche, il nous semble clair en effet que le développement à long terme de l'aquaculture en Thaïlande est de plus en plus conditionné par la restauration et la préservation de territoires à mangrove alors que l'avenir de la forêt de mangrove dépend des pratiques de gestion et d'expansion aquacoles.

L'objectif de cette thèse était donc de retracer l'évolution et les formes de l'expansion aquacole en Thaïlande, d'en repérer les conséquences, puis de suggérer les conditions dans lesquelles un plan d'aménagement et de gestion intégrée des ressources naturelles en milieu côtier peut être réalisé, plan qui devra concilier au mieux développement économique de l'aquaculture et préservation de la forêt de mangrove. À cette fin, nous avons choisi de nous concentrer sur les transformations et les problèmes apparus dans la baie de Kung Krabaen, province de Chantaburi.

Mots-clés: Asie du Sud-Est, Thaïlande, province de Phangha, province de Surat Thani, province de Chantaburi, baie de Kung Krabaen, aquaculture, crevetticulture, forêt de mangrove, expansion aquacole, pratiques aquacoles, déforestation, dégradation, capacité d'absorption environnementale, développement durable, aménagement territorial, gestion intégrée des ressources naturelles, gestion des déchets aquacoles et de la qualité d'eau.

RÉSUMÉ COURT

Depuis 1970, le territoire aquacole a connu un rythme d'expansion fort élevé tout le long du littoral thaïlandais. Or, les principales conséquences environnementales et sociales en sont la détérioration de la qualité de l'eau côtière, la dégradation et la destruction de la forêt de mangrove, l'abandon rapide de territoires rendus infertiles, ainsi que des conflits entre les groupes prônant différents modes d'utilisation du sol. C'est dire que l'expansion continue de la production intensive de la crevette peut compromettre toute perspective de développement durable dans certaines régions de la Thaïlande (ou ailleurs, sans doute). L'étude du cas de la baie de Kung Krabaen, province de Chantaburi, permet d'illustrer les enjeux et défis de la liaison quasi symbiotique entre l'aquaculture et la forêt de mangrove. Même si les sources cartographiques, statistiques et autres doivent être analysées avec prudence, elles permettent néanmoins de conclure que le développement aquacole nécessaire au bien-être des populations locales est de plus en plus conditionné par la conservation de la forêt de mangrove et vice-versa.

Mots-clés: Asie du Sud-Est, Thaïlande, province de Chantaburi, baie de Kung Krabaen, aquaculture, crevetticulture, forêt de mangrove, déforestation, dégradation, développement durable, gestion intégrée des ressources naturelles, gestion des déchets aquacoles.

RÉSUMÉ EN ANGLAIS

SUMMARY

Since 1970, the territory devoted to aquaculture has undergone a marked increase along the Thailand coast. The principal environmental and social consequences of this expansion have been a deterioration of the quality of coastal waters, the degradation and destruction of the mangrove forest, the rapid abandonment of zones made infertile, as well as conflicts between groups favouring different types of land use. The continued expansion of intensive shrimp production could thus compromise any chance of sustainable development in certain regions of Thailand (or elsewhere, no doubt). A case study of the Kung Krabaen bay in the province of Chantaburi illustrates the issues and challenges of the almost symbiotic relationship between aquaculture and the mangrove forest. Even if available cartographic, statistical and other evidence must be analysed with prudence, they nevertheless enable one to conclude that the aquacultural development necessary for the well-being of the local population is more and more conditioned by the preservation of the mangrove forest and vice-versa.

Key words: Southeast Asia; Thailand; Phangha, Surat Thani, and Chantaburi provinces; aquaculture; shrimp culture; mangrove forest; aquacultural expansion; aquacultural practices; deforestation; degradation; environmental absorption capacity; sustainable development; territorial planning; integrated natural resource management; aquacultural waste management; water quality.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé long	iii
Résumé court et mots-clés	v
Résumé en anglais	vi
Table des matières	vii
Liste des cartes	xi
Liste des figures	xii
Liste des tableaux	xiii
Liste des abréviations	xvi
Avant-propos et remerciements	xvii
Dédicace	xxi

Première partie

L'aquaculture: défis et contraintes, traditions et changements

CHAPITRE I - INTRODUCTION: PROBLÈMES ET ENJEUX DE LA FORÊT DE MANGROVE ET DE L'AQUACULTURE

1.1 La forêt de mangrove	23
1.1.1 Qu'est-ce la forêt de mangrove?	23
1.1.2 Où se trouve la forêt de mangrove?	25
1.1.3 Quels en sont le rôle écologique et le potentiel économique?	27
1.2 Qu'est-ce l'aquaculture et quel est son potentiel?	28
1.3 L'expansion aquacole aux dépens de la forêt de mangrove	31
1.4 Le défi thaïlandais et le cas de la province de Chantaburi	37
1.5 Pour une aquaculture durable: hypothèse de recherche	40
1.6 Cadre conceptuel	41
1.6.1 Quelques précisions terminologiques	44
1.7 Objectifs de la recherche	45
1.7.1 Généraux	45
1.7.2 Spécifiques	45
1.8 Organisation de la thèse	46

CHAPITRE II- L'AQUACULTURE EN ASIE DU SUD-EST: DÉFIS, CONTRAINTES, STRATÉGIES ET PERSPECTIVES

2.1 Introduction	49
2.2 Pêche et aquaculture en Asie du Sud-Est: un survol historique	51

2.2.1	La pêche	51
2.2.2	L'aquaculture	54
2.3	Rôle et potentiel actuel de l'aquaculture	58
2.3.1	La production mondiale en comparaison à la situation Sud-Est asiatique	58
2.3.2	Les espèces cultivées	59
2.4	Les pratiques et systèmes de production aquacoles	64
2.4.1	Les pratiques d'élevage	64
2.4.2	Les systèmes de gestion de la production	65
2.5	Le développement durable dans la gestion des ressources naturelles: un concept utile?	68
2.6	Aménagement et gestion pour une aquaculture durable	73
2.6.1	Stratégie d'aménagement et de gestion pour la protection de l'environnement littoral: un concept à cerner	75
2.6.2	La gestion intégrée du milieu littoral: concept ou méthode?	79
2.7	Quelques éléments sur les règlements et mesures de contrôle en Thaïlande	82
2.7.1	Règlements et mesures de contrôle concernant la crevetticulture	82
2.7.2	Règlements et mesures de contrôle concernant la forêt de mangrove	84
2.7.3	Règlements et mesures de contrôle en matière de pollution aquatique	85

CHAPITRE III - CADRE MÉTHODOLOGIQUE

3.1	Introduction	87
3.2	L'acquisition des données et leur dimension spatiale	92
3.3	Les démarches cartographiques	94
3.3.1	Le rôle et l'utilisation des Systèmes d'information Géographique (SIG)	94
3.3.2	Processus d'élaboration des cartes d'utilisation du sol	96
3.4	Les données statistiques et leur dimension d'analyse	101
3.4.1	Étude des pratiques aquacoles	101
3.4.2	Étude de l'environnement marin	102
3.4.3	Étude de la forêt de mangrove	102
3.4.4	Étude du sol et sédiments	103
3.4.5	Étude concernant la capacité d'absorption des nutriments et leur transport dans l'environnement côtier	104
3.4.6	Étude des données socio-économiques	104
3.4.7	Processus d'analyse pour le plan d'aménagement et de gestion intégrée	105
3.5	Les missions de terrain et les procédures d'étude régionale	108
3.6	Les difficultés et les limites méthodologiques	113

Deuxième partie

L'espace territorial et pratiques de l'aquaculture en Thaïlande

CHAPITRE IV - LES ÉTAPES DE L'EXPANSION AQUACOLE EN THAÏLANDE: CARTOGRAPHIE, STATISTIQUES ET ANALYSES

4.1	Le rôle de l'aquaculture dans la transformation des paysages littoraux	115
4.2	L'aquaculture en Thaïlande: une expansion par étapes	118
4.2.1	L'évolution de l'utilisation du sol dans la province de Surat Thani, 1990-2000	118

4.2.2 L'évolution de l'utilisation du sol dans la province de Phangna, 1990-1999 ...	123
4.2.3 L'évolution de l'utilisation du sol dans la province de Chantaburi, 1990	130
4.2.3.1 L'évolution de l'utilisation du sol dans le district de Thamai, 1991-1996	134
4.3 Confrontation entre données cartographiques et données statistiques	138
4.4 Une pratique aquacole diversifiée selon les régions	143
4.5 Situation actuelle de la forêt de mangrove	146
4.6 Conclusion	147

CHAPITRE V - LES PRATIQUES AQUACOLES À KUNG KRABAEN, CHANTABURI

5.1 La baie de Kung Krabaen	149
5.2 Situation actuelle des fermes aquacoles	153
5.2.1 Le système de drainage	156
5.2.2 L'aménagement et la gestion des bassins	157
5.2.3 La gestion des déchets	167
5.3 Estimation de la quantité de déchets aquacoles	173
5.3.1 Dans la baie de Kung Krabaen	174
5.4 Conclusion	177

CHAPITRE VI - CONSEQUENCES DES PRATIQUES AQUACOLES SUR L'ENVIRONNEMENT BIO-PHYSIQUE À KUNG KRABAEN

6.1 Les caractéristiques hydrauliques de la baie de Kung Krabaen	179
6.1.1 Les éléments structurants	179
6.1.2 Tendances concernant la qualité de l'eau de la baie	180
6.1.3 Prédications sur les changements de la qualité de l'eau de la baie et la capacité d'accueil en fermes aquacoles	183
6.2 Les caractéristiques de la forêt de mangrove à Kung Krabaen	185
6.2.1 Les éléments structurants	186
6.2.2 La biomasse forestière	188
6.2.3 La capacité d'absorption en nutriments	190
6.3 Les particularités du sol et des sédiments dans le site de Kung Krabaen	192
6.3.1 Les éléments structurants	192
6.3.2 Le rôle du sol et des sédiments	194
6.4 Conclusion: la capacité d'absorption et déplacements des sédiments et nutriments dans l'environnement littoral	195

CHAPITRE VII - LES RÉPERCUSSIONS SOCIO-ÉCONOMIQUES PROVENANT DE L'AQUACULTURE À KUNG KRABAEN

7.1 Introduction	201
7.2 Les indicateurs sociaux	202
7.2.1 Profil des aquaculteurs	202
7.2.2 Types d'emploi secondaire	206
7.2.3 Droit de propriété des fermes aquacoles	208
7.3 Les indicateurs économiques	210
7.3.1 Analyse des coûts et bénéfices des fermes aquacoles	210

7.3.2	Systèmes de crédit et de prêt	219
7.3.3	Le marché crevetticole	220
7.4	L'attitude des aquaculteurs face.... ..	220
7.4.1	... à la crevetticulture	220
7.4.2	... aux politiques et règlements gouvernementaux	226
7.4.3	... à la forêt de mangrove	228
7.5	Conclusion	230

Troisième partie

Vers une aquaculture durable en Thaïlande: éléments de solution

CHAPITRE VIII - ANALYSE FINALE: POUR UN PLAN D'AMÉNAGEMENT ET UNE GESTION INTEGRÉE DES RESSOURCES LITTORALES

8.1	Introduction	233
8.2	Les problèmes d'aménagement et de gestion issus de la crevetticulture	234
8.2.1	Les problèmes de la gestion crevetticole sur l'environnement bio-physique	234
8.2.2	Les problèmes de la gestion crevetticole au niveau socio-économique	243
8.2.3	En résumé, que retenons-nous?	247
8.3	Propositions d'aménagement et de gestion des fermes aquacoles à Kung Krabaen	248
8.4	Le Sea Water Irrigation Project	252
8.4.1	Résumé des propositions d'aménagement et de gestion du projet	252
8.4.2	Évaluation du projet SWI	256
8.5	Établissement d'une gestion adéquate des bassins aquacoles	258
8.6	Transformations nécessaires du système de gestion des déchets	262
8.7	Le rôle de la forêt de mangrove dans le traitement des déchets aquacoles	265
8.8	Pour une surveillance de la qualité des eaux	272
8.9	Transformations possibles du territoire aquacole	273
8.10	Renforcer la participation des aquaculteurs	275

CHAPITRE IX - CONCLUSION: AQUACULTURE ET FORÊT DE MANGROVE: UN TANDEM A ÉTABLIR

9.1	L'expansion aquacole en Thaïlande: un rappel des objectifs	277
9.2	Les défis posés par l'expansion aquacole: critique des résultats	280
9.3	Aquaculture et forêt de mangrove: un regard vers l'avenir	282

ANNEXE A:	Formulaire du questionnaire en anglais	284
-----------	--	-----

ANNEXE B:	Formulaire du questionnaire en thaï	291
-----------	---	-----

ANNEXE C:	Répertoire photographique	300
-----------	---------------------------------	-----

Bibliographie	317
----------------------	-------	-----

LISTE DES CARTES

Carte 1	Distribution mondiale de la forêt de mangrove	26
Carte 2	Distribution mondiale des aires de mangrove protégées	26
Carte 3	Localisation des provinces et du site spécifique à l'étude en Thaïlande	39
Carte 4	Localisation des enquêtes dans la baie de Kung Krabaen, Chantaburi, 2001 ...	111
Carte 5	Localisation des enquêtes dans le district de Thamai, Chantaburi, 2001	112
Carte 6	Utilisation du sol dans la province de Surat Thani, 1990	119
Carte 7	Utilisation du sol dans la province de Surat Thani, 2000	120
Carte 8	Utilisation du sol dans la province de Phangna, 1990	125
Carte 9	Utilisation du sol dans la province de Phangna, 1999	126
Carte 10	Utilisation du sol dans la province de Chantaburi, 1990	131
Carte 11	Utilisation du sol dans la baie de Kung Krabaen, district de Thamai, 1991	135
Carte 12	Utilisation du sol dans la baie de Kung Krabaen, district de Thamai, 1996	136
Carte 13	Territoire administré par le Centre d'études du projet royal de la baie de Kung Krabaen, 1996	150
Carte 14	Utilisation du sol dans le site de la baie de Kung Krabaen, 1996	151
Carte 15	Les zones économiques dans la baie de Kung Krabaen, 1996	242
Carte 16	Plan du site d'étude de la forêt de mangrove et ses potentiels d'exploitation dans la baie de Kung Krabaen, Chantaburi	271

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Plan intégré de développement et d'aménagement	43
Figure 2.1	Structure de gestion pour la protection du milieu littoral	78
Figure 2.2	Procédure pour une gestion intégrée des ressources du milieu littoral	81
Figure 3.1	Schéma synthétique sur la méthodologie d'ensemble de la recherche	89
Figure 3.2	Processus d'analyse pour un plan d'aménagement et de gestion intégrée	107
Figure 4.1	Schéma de synthèse: évolution complexe de l'utilisation du sol dans le milieu littoral.....	148
Figure 5.1	Système de canalisation aquacole à Kung Krabaen	155
Figure 6.1	Circulation actuelle des déchets aquacoles dans l'environnement littoral ...	196
Figure 6.2	Proposition de circulation des déchets aquacoles dans l'environnement littoral	200
Figure 8.1	Problèmes crevetticoles au plan bio-physique	236
Figure 8.2	Interventions majeures en vue d'une crevetticulture durable compte tenu des paramètres bio-physiques	251
Figure 8.3	Le schéma d'aménagement du projet <i>Sea Water Irrigation</i>	253
Figure 8.4	Proposition de modification du système de canalisation à Kung Krabaen	255
Figure 8.5	Schéma du système central de traitement des déchets tel que proposé par le projet SWI	256

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	L'évolution de la forêt de mangrove, 1961-1996	31
Tableau 1.2	Nombre de fermes et superficies aquacoles en Thaïlande, 1961-1997	32
Tableau 2.1	Production aquacole en Asie du Sud-Est, 1986-1997	58
Tableau 2.2	Production par catégorie d'espèces en Asie du Sud-Est, 1997	60
Tableau 2.3	Définitions du développement durable	70
Tableau 2.4	Définitions et perspectives pour une agriculture durable	72
Tableau 2.5	Critères d'établissement de zones pour l'utilisation des terres à mangroves	86
Tableau 3.1	Résumé de la base de données et structure analytique de la recherche ...	90
Tableau 3.2	Définition des classes d'utilisation du sol	100
Tableau 4.1	Évolution de l'utilisation du sol dans la province de Surat Thani, 1990-2000	122
Tableau 4.2	Évolution de l'utilisation du sol dans la province de Phangna, 1990-1999	128
Tableau 4.3	Utilisation du sol dans la province de Chantaburi, 1990	132
Tableau 4.4	Évolution de l'utilisation du sol dans le district de Thamai, 1991-1996	137
Tableau 4.5	Évolution des superficies aquacoles dans les provinces et district à l'étude, 1979-2000	139
Tableau 4.6	Production aquacole dans les provinces à l'étude, 1994-1997	140
Tableau 4.7	Évolution de la forêt de mangrove dans les provinces et district à l'étude, 1979-2000	142
Tableau 5.1	Durée de préparation des bassins entre deux élevages	158
Tableau 5.2	Densité en larves de crevettes employée au début de l'élevage	159
Tableau 5.3	Période d'élevage des crevettes	161
Tableau 5.4	Fréquence des échanges d'eau des bassins aquacoles	163
Tableau 5.5	Utilisation de produits chimiques, antibiotiques et fertilisants	166
Tableau 5.6	Gestion des eaux usées pendant la période d'élevage	168
Tableau 5.7	Gestion du fond des bassins et accumulation des sédiments après chaque récolte	169
Tableau 5.8	Gestion des bassins de dépôts et leur usage précédent	172

Tableau 5.9	Type de gestion et quantité d'azote et de phosphore pour un bassin aquacole administré par le Centre d'Etude et de Développement de la baie de Kung Krabaen	175
Tableau 5.10	Estimation de la quantité rejetée en azote et en phosphore provenant des bassins aquacoles vers la baie de Kung Krabaen	176
Tableau 6.1	Liste floristique des espèces rencontrées dans la forêt de mangrove de Kung Krabaen	187
Tableau 6.2	Biomasse et croissance annuelle pour la communauté des <i>R. apiculata</i> de Kung Krabaen, entre 1992-1993	190
Tableau 6.3	Moyenne de la production annuelle pour les différents composants de la forêt de mangrove de Kung Krabaen	191
Tableau 6.4	Estimation du ratio entre les superficies d'aquaculture et de forêt de mangrove à Kung Krabaen en fonction de la quantité d'azote et de phosphore dérivé de l'aquaculture	192
Tableau 6.5	Quantité annuelle de sédiments et nutriments aquacoles évacués dans la baie de Kung Krabaen	197
Tableau 6.6	Balance de la production et absorption des nutriments dans l'environnement littoral	198
Tableau 7.1	Profil des aquaculteurs	204
Tableau 7.2	Évolution de l'utilisation du sol vers l'aquaculture	205
Tableau 7.3	Les activités secondaires	207
Tableau 7.4	Droits de propriété des éleveurs	209
Tableau 7.5	Types d'emplois dans l'aquaculture	210
Tableau 7.6	Coûts approximatifs d'opération des fermes aquacoles dirigées par les propriétaires en 1999-2000	212
Tableau 7.7	Coûts d'opération des fermes aquacoles en location en 1999-2000	213
Tableau 7.8	Production et prix de vente en 1999-2000	215
Tableau 7.9	Salaire annuel net des propriétaires de bassins aquacoles en 1999-2000 ...	217
Tableau 7.10	Salaire annuel net des locataires de bassins aquacoles en 1999-2000 ...	218
Tableau 7.11	Sources de crédit et de prêt	219
Tableau 7.12	Orientation de la vente de la production crevetticole	220

Tableau 7.13	Perception des éleveurs face aux problèmes liés à l'aquaculture	222
Tableau 7.14	Attitude des éleveurs face à l'aquaculture	225
Tableau 7.15	Connaissance des aquaculteurs face aux politiques et règlements gouvernementaux	227
Tableau 7.16	Attitude des aquaculteurs face à la forêt de mangrove	229
Tableau 8.1	Aquaculture et problèmes environnementaux à Kung Krabaen	235
Tableau 8.2	Difficultés socio-économiques liés à l'aquaculture à Kung Krabaen	243
Tableau 8.3	Résumé des interventions pour une gestion adéquate des bassins aquacoles	258
Tableau 8.4	Résumé des interventions pour une gestion adéquate des déchets aquacoles	262
Tableau 8.5	Résumé des interventions pour la préservation et la réhabilitation de la forêt de mangrove	267
Tableau 9.1	Résumé des objectifs et des énoncés obtenus	279

LISTE DES ABREVIATIONS

ARRI: Aquatic Resources Research Institute / Institut de recherche sur les ressources aquatiques
 BAAC: Bank of Agriculture and Agricultural Cooperatives
 BOD: Biochemical Oxygen Demand / DBO: Demande biochimique en oxygène
 CEDKKB: Centre d'Etudes et de Développement de Kung Krabaen
 CIDA: Canadian International Development Agency / ACDI: Agence Canadienne de Développement International
 DO: Dissolved Oxygen / OD: oxygène dissous
 DOF: Department of Fisheries / Département des Pêches de la Thaïlande
 DTEC: Department of Technical and Economic Cooperation
 EIE: Evaluation d'Impact Environnemental
 EIFAC: European Inland Fisheries Advisory Commission / Commission Consultative Européenne pour la Pêche Interne (ou fluviale)
 ESCAP: Economic and Social Commission for Asia and the Pacific
 F.A.O. : Food and Agriculture Organisation of the United Nations
 FCR: feed conversion ratio / ratio de conversion alimentaire
 GBH: Girth at Breast Height
 ICAM: Integrated Coastal Area Management, gestion intégrée du milieu littoral
 ICLARM: International Center for Living Aquatic Resources Management
 IPFC: Indo-Pacific Fishery Commission / Commission Indo-Pacifique de la Pêche
 KKBRDSC: Kung Krabaen Bay Royal Development Study Center
 MIDAS: Mekong International Development Associates
 MSTE: Ministry of Science, Technology and Environment
 NACA: Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific
 NCC: The Nature Conservancy Council
 NRTC: National Research Council of Thailand
 OEPP: Office of Environmental Policy and Planning
 ONEB: Office of the National Environment Board
 Ppm: Parts per million / parties par million
 RCT: Research Council of Thailand
 RTG: Royal Thai Government / Gouvernement Royal de la Thaïlande
 SIG: Systèmes d'Information Géographique
 SWI Project: Sea Water Irrigation Project / Projet d'irrigation d'eau de mer
 TDRI (Thailand Development Research Institute)
 TESCO: Thai Environmental Survey Company
 UNDP: United Nation for the Development Program / Programme des Nations Unies pour le Développement
 UNEP: United Nation for the Environment Program
 UNESCO: United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization
 YHD: Yellow-Head Disease
 WCDE: World Commission in Environment and Development / CMED: Commission Mondiale de l'Environnement et du Développement
 WSSC: White Spot Syndrome Virus

AVANT-PROPOS

«Tout nous confirme dans l'illusion de la durée de notre espèce, tout nous dit qu'elle n'a plus rien à craindre que d'elle-même».

M. Sorre, 1943.

«La seule prévision que nous puissions faire est que la géographie continuera d'exister. Les questions posées par les géographes sont tellement fondamentales qu'il est impossible d'imaginer le monde sans eux».

P. Haggert, 1972, cité par J-M. Hoerner, 1994.

Depuis que j'ai commencé mes études universitaires en géographie, on m'a souvent posé des questions du genre «pourquoi la géographie, que va t'apporter la géographie, veux-tu devenir enseignante ? ». Et c'est vrai : pourquoi la géographie et pas l'histoire ou même la biologie, la géologie, l'économie ? Pour ma part, je savais comme par intuition que la géographie n'était pas réductible à ces autres disciplines et une perspective semblait se profiler assez nettement: la géographie me mènerait vers quelque chose d'unique. Pour tout avouer de suite, j'ai choisi d'étudier la géographie parce que c'était pour moi, et ce l'est toujours, une façon de voyager et de partir à la découverte du monde. En fait, de poursuivre un mode de vie qui m'était familier depuis ma naissance. Quel meilleur apprentissage que l'observation!

L'Asie du Sud-Est, parmi les autres coins du monde que j'ai eu la chance de visiter, m'a particulièrement séduite. Il y existe un mélange d'odeurs typiques, d'encens, de coriandre, de piment, d'ail, d'orchidée, et même de durian ou de poisson séché, sans parler des sauces à base de poisson, mélange que l'on ne retrouve nulle part ailleurs! Cette odeur n'est pas pour moi simplement inscrite dans la nourriture, mais me semble faire partie du paysage.

D'abord le Vietnam, ensuite la Thaïlande, Singapour et la Birmanie : ces pays et ces gens ont grandement contribué à façonner ma vision de la réalité asiatique. Cette découverte provient d'un fort bagage éducationnel, héritage parental, qui s'est développé au cours de ma formation universitaire, héritage professoral.

Je tiens donc à témoigner toute ma reconnaissance à l'ensemble des personnes rencontrées et qui m'ont aidée, chacune à leur façon, à l'accomplissement de cette recherche. D'abord, à mes deux directeurs de thèse, Peter Foggin et Rodolphe De Koninck, du département de géographie de l'université de Montréal, qui ont accepté conjointement de me superviser. Vos judicieux conseils, soutien moral ainsi que les différentes aides conceptuelles et financières m'ont été indispensables. Plus que cela, «le suivi» offert par Rodolphe De Koninck depuis ma première recherche de baccalauréat constitue un apport à ma formation qui déborde largement le cadre académique.

Au surplus, grâce à votre appui, des subventions de recherche m'ont été accordées. Je tiens à souligner combien l'appui financier a été décisif dans l'achèvement de cette thèse. D'abord, le département de géographie de l'Université de Montréal, grâce aux subventions de la Faculté d'Études Supérieures, m'a appuyé pour réaliser ma première mission de terrain en Thaïlande durant l'automne 2000. Ensuite, un soutien financier du professeur Rodolphe de Koninck (Université Laval à l'époque) m'a permis de rencontrer les frais de numérisation par balayage optique des cartes acquises en Thaïlande. D'ailleurs, ce procédé a été entièrement réalisé par la compagnie privée *Géomatique Enco Inc.* à Lévis, Québec, et je suis reconnaissante à son personnel.

De plus, une bourse d'excellence m'a été attribuée par le Fonds pour la Formation de Chercheurs et Aide à la Recherche (FCAR), lequel fond a supporté le deuxième terrain d'étude (en juin et juillet 2001) et permis de me consacrer à temps plein à l'analyse des données ainsi qu'à la rédaction de cette thèse. Enfin, de nombreux contrats d'assistance, notamment pour les cours d'Asie du Sud-Est et de la Chine offerts par le professeur Peter Foggin m'ont aidée durant tout mon parcours doctoral à l'université de Montréal.

Je souhaite également remercier les professeurs Chris Bryant et Danielle Marceau du département de géographie de l'université de Montréal qui, ayant fait partie de mon comité d'évaluation lors de l'examen de synthèse, ont grandement contribué à compléter ma formation et m'ont aidée à établir les bases conceptuelles et techniques de cette étude. Enfin, je désire souligner toute ma gratitude à Monsieur Marc Girard, mon ami du laboratoire de cartographie, département de

géographie de l'université de Montréal, pour son aide précieuse à chaque fois qu'il y avait «un pépin» lors du colossal travail de réalisation cartographique!

En Thaïlande, plusieurs organismes et institutions m'ont fourni une aide considérable. Mais c'est surtout à des personnes que je dois mes vifs remerciements. Je souhaite spécialement remercier le professeur Sanit Aksornkoae de la faculté de foresterie de l'université de Kasetsart (Bangkok, Thaïlande) pour son aide sur le choix du site d'étude. Je désire également remercier Monsieur Sonjai Havanoud (directeur du *Mangrove, Peat Swamp Forest and Wetland Research and Management*) du Département Royal de Foresterie de la Thaïlande qui dès ma toute première visite à son bureau en 1995 (terrain de maîtrise) m'a toujours chaleureusement accueillie et orientée à travers l'immense administration thaï. Grâce à son assistance, j'ai non seulement obtenu l'autorisation d'enquêter auprès des aquaculteurs lors de mon deuxième terrain d'étude mais reçu tout l'accueil nécessaire pendant mon séjour à Kung Krabaen.

Merci aussi à son collaborateur, et chercheur, Monsieur Tanuwong Sangtiew de la division de la forêt de mangrove, Département Royal de Foresterie de la Thaïlande, qui m'a été d'une aide essentielle dans la traduction du questionnaire en langue thaï. Il faut également évoquer l'aide de Monsieur Suwit Ongsomwang (directeur du *Remote Sensing and GIS*) du Département Royal de Foresterie de la Thaïlande et de Monsieur Chumphol Wattanasarn (directeur du *Land Planning Division*) du Département d'Utilisation du Sol pour l'acquisition des données cartographiques.

Et puis il faut que je souligne l'apport incommensurable des chercheurs du Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen: Monsieur Vichein, directeur du Centre, Monsieur Somchai Ditsorn, directeur de la division de foresterie, Monsieur Prachuab Leeruksatiat, directeur du bureau cartographique. Le support technique et l'amitié de certains membres du personnel du Centre de Kung Krabaen ont été indispensables à la réalisation des enquêtes sur le terrain. Je leur en conserve une très forte reconnaissance.

Enfin, je dois mes profonds remerciements à ma famille. À mes parents, Jean et Christiane Dricot (UNICEF, Abidjan), à mon beau-père Jacques Dagneau (Université Laval) et à mon oncle Éli

Dricot (Université de Louvain-la-Neuve, Belgique). De près ou de loin, vos conseils et soutien moral ont été primordiaux.

En dernier lieu, et il s'agit en quelque sorte d'une place d'honneur, je veux souligner l'immense contribution de mon mari, Philippe, qui a toujours cru en la bonne fin de cette thèse. Son amour et sa confiance m'ont été indispensables, surtout dans les moments classiques de remise en question!

Au début de cette longue recherche, j'étais loin d'imaginer les contraintes qu'un tel contrat comportait. Ce chemin de cinq années a d'ailleurs été marqué de grands bouleversements sur le plan personnel, dont le décès accidentel de mon frère Thomas mais aussi la naissance et les premiers pas (et premiers cris !) de ma fille Eloïse. Autant d'éléments qui m'ont démontré combien la vie est constituée d'aléas parfois durs, parfois heureux mais tous potentiellement constructifs.

Pour Thomas Dricot

CHAPITRE I

INTRODUCTION: PROBLÈMES ET ENJEUX DE LA FORÊT DE MANGROVE ET DE L'AQUACULTURE

«I've always taken comfort in the ocean. It embodies constancy in a world of uncertainty and change. Like many drawn to the ocean, however, I've come to realize that what we thought to be immutable does change, and is fragile. We've observed ocean ecosystems under assault, from over-development of the coastal zone, overfishing, over-enthusiastic coastal tourism, and from «our naïve belief that the ocean would absorb anything we could throw into it.»

John Waugh, cité dans Salm et Clark, 2000, p. 1.

«Le site idéal pour la production aquacole est par excellence tout territoire à mangrove!» (Fishery Development Planning Services, FAO, 1991). Tel est le point de départ de notre thèse, qui vise à en comprendre les conséquences et à élaborer une stratégie de gestion du développement durable à la fois de l'aquaculture et des forêts de mangrove.

L'élevage des crevettes est, en effet, facile dans le milieu de la mangrove, lequel constitue un habitat naturel privilégié pour la ponte des œufs et la croissance des larves. Parallèlement, la forêt de mangrove, par sa présence dans les espaces intertidaux des régions côtières et sa richesse en nutriments régulièrement approvisionnés par les fleuves et les marées hautes, offre des sites géographiquement bien situés pour la construction de bassins aquacoles.

Or, de nos jours, la forêt de mangrove, déjà confinée à ces territoires fragiles et instables, est sévèrement menacée. À la croissance démographique qui a, depuis des siècles, conduit à l'extension des territoires occupés par l'homme, essentiellement à des fins d'autoconsommation, s'est superposée une dynamique bien plus dangereuse qui tient à la demande des marchés extérieurs et qui conduit à la croissance effrénée de l'aquaculture, surtout celle de la crevetticulture. Son exploitation par l'homme pour le bois de chauffage, sa conversion en rizières et en fermes d'élevage de crocodiles et de crevettes ont, dans bien des cas, amené un appauvrissement massif des plantes de la forêt de mangrove, voire sa destruction complète (F.A.O., 1994).

Ce problème d'une crise de la mangrove nous a conduit à mener une étude concernant la dynamique aquacole en Asie du Sud-Est, et plus particulièrement en Thaïlande où cette dynamique est très forte. Le but principal de notre recherche est d'identifier les problèmes et de suggérer des plans de développement et de gestion des ressources naturelles en milieu littoral qui concilient au mieux développement économique de l'aquaculture et préservation de la forêt de mangrove. Nous comptons atteindre cet objectif par l'étude et l'analyse des données concernant les pratiques aquacoles, le milieu littoral et les données socio-économiques dans le site de la baie de Kung Krabaen dans la province de Chantaburi.

1.1 La forêt de mangrove

1.1.1 Qu'est-ce la forêt de mangrove?

Parmi les forêts tropicales humides, un type très particulier se distingue des grandes formations végétales de «terre ferme», celui de la forêt de mangrove. Caractérisée par sa présence dans les régions côtières intertropicales, la mangrove est probablement une des plus anciennes forêts de notre globe, son âge remontant au Paléocène (Schnell, 1971). C'est du malais *mangui* que semble issu le terme mangrove, commun, avec des prononciations différentes, au français, à l'anglais et au néerlandais, et proche du terme espagnol, *manglar*. Le terme de forêt de *palétuviers* a longtemps été utilisé par les chercheurs français pour désigner la forêt de mangrove. Cette appellation s'est révélée incorrecte puisque le mot palétuvier ne désigne qu'un seul peuplement

majoritaire, celui des *Rhizophora*. Le terme de forêt de mangrove est, de nos jours, internationalement reconnu. Il est utilisé pour désigner les arbres amphibies des côtes et, d'une façon générale, est réservé aux formations arborescentes de la zone de balancement des marées sur les côtes tropicales.

Cette végétation s'étend essentiellement sur des substrats meubles, vaseux à des degrés divers, qui prolongent la partie émergée du socle continental. Certaines formes de la forêt de mangrove existent sur des sables et des cailloutis ainsi que sur des côtes rocheuses. En Asie du Sud, *Rhizophora mucronata* peut vivre sur des blocs rocheux périodiquement submergés. Certains arbres de la mangrove remontent le long des estuaires et constituent un rideau sur les rives et ce, parfois jusqu'à plusieurs kilomètres à l'intérieur des côtes. A ces diverses conditions stationnelles correspondent des compositions floristiques différentes. On observe que les divers arbres constitutifs de la mangrove (*Rhizophora*, *Laguncularia*, *Avicinnia*, etc.) possèdent des exigences écologiques distinctes, qui leur confèrent un rôle et une place spécifiques dans la végétation côtière.

La forêt de mangrove constitue une formation végétale particulière, une véritable sylviculture aquatique (Robertson et Alongi, 1992). Aucune autre communauté végétale ne montre une si grande intimité à la fois avec la terre et avec la mer. Elle est un lieu de rencontre exclusif entre les faunes terrestre et aquatique. Il existe, dans cette mangrove, un roulement constant de matières organiques et inorganiques qui affecte tout aussi bien les milieux marins que fluviaux. La forte originalité botanique de la forêt de mangrove provient de ce qu'elle s'apparente à la fois aux plantes de la forêt tropicale humide et à celles de la végétation côtière des tropiques. De ce fait, quoique nettement moins riche au plan de la biodiversité que la grande forêt ombrophile, la mangrove n'en représente pas moins un des écosystèmes côtiers les plus fertiles au monde.

Originale par sa composition floristique et par les structures très particulières de ses espèces végétales, la mangrove l'est tout autant par sa faune. La mangrove est peuplée d'oiseaux et de mammifères et sert également d'abri à diverses espèces marines dont les crevettes et les crabes. Dans les mangroves atlantiques de l'Afrique vit l'étrange poisson amphibie *Periophthalmus kolreuteri*, qui court à la surface de la vase à marée basse, et parfois même grimpe sur les basses

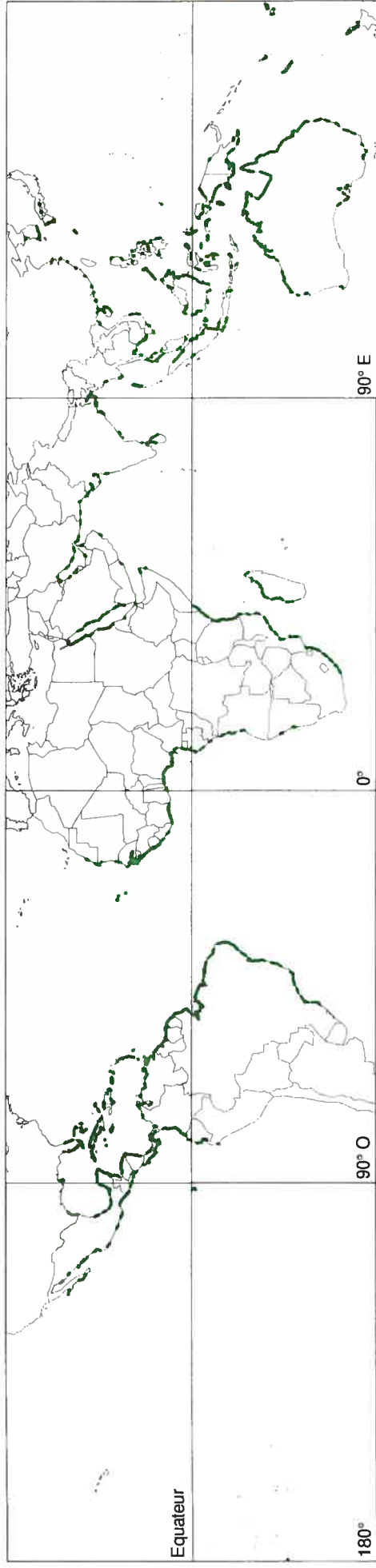
branches ou les racines des palétuviers (*Rhizophora*). Des périophthalmes très voisins vivent également dans les mangroves orientales (Madagascar, Asie) tandis que dans la mangrove du Sud-Est asiatique vit un singe, le *Semnopitèque nasique*. De tels exemples concourent avec la phytogéographie de la mangrove pour souligner la grande biodiversité de cette formation.

1.1.2 Où se trouve la forêt de mangrove?

En général, la mangrove existe sur toutes les côtes tropicales offrant des substrats favorables entre les 30° parallèles au Nord et au Sud de l'Equateur (carte 1 et carte 2)⁽¹⁾. On remarque des extensions vers le nord aux Bermudes (32°20'N) et au Japon (31°22'N), et vers le sud en Australie (38°45'S), en Nouvelle Zélande (38°03'S) et sur la côte est de l'Afrique du Sud (32°59'S). En plus de ces limites latitudinales, la distribution de la forêt de mangrove est conditionnée par trois principaux éléments qui sont la température, la pluviométrie et la salinité de l'eau. La forêt de mangrove est sensible aux températures froides des courants marins et de l'air extérieur et aux trop fortes concentrations de sel des eaux environnantes qui limitent sa croissance. Par contre, le développement de la mangrove est maximal dans les régions tropicales très pluvieuses, où croît également la forêt dense hydrophile, et elle s'appauvrit ou disparaît dans les régions à faible pluviosité.

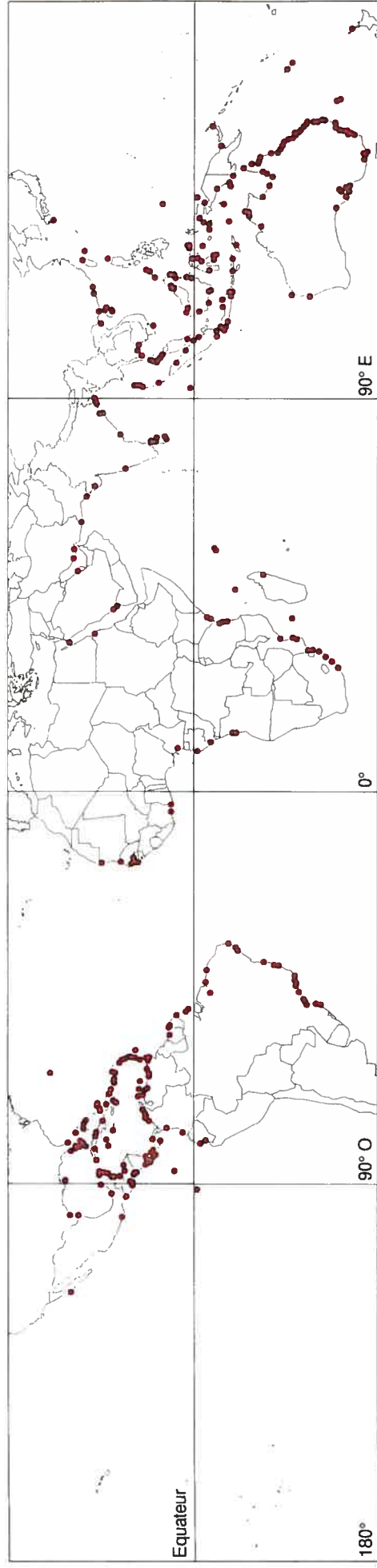
D'autre part, même si, grâce à la présence d'espèces homologues, la forêt de mangrove revêt des aspects semblables, elle est cependant loin d'avoir partout la même composition. Outre les variations liées aux substrats et aux climats, elle présente des variations géographiques majeures; la mangrove dite «atlantique» des côtes Ouest de l'Afrique et Est de l'Amérique s'oppose à la mangrove dite «orientale», qui s'étend sur les côtes de l'Afrique de l'Est, de l'Asie continentale, de l'Asie insulaire, de certaines îles du Pacifique et de la côte Ouest de l'Amérique (Tomlinson, 1986). C'est dans la région du Sud-Est asiatique que la mangrove offre la plus riche gamme en genres et espèces (Schnell, 1971).

⁽¹⁾ La carte 1 montre la distribution générale de la forêt de mangrove dans le monde et représente une synthèse des données acquises (Spalding, Blasco et Field, 1997). Afin de permettre la visibilité de ces sites restreints, sans quoi il ne nous serait pas possible de les voir à cette échelle, les frontières ont été grossies et ne devraient donc pas être perçues comme un indicateur de surface des mangroves actuelles. Ceci explique en partie pourquoi l'étude sur les étendues forestières de la mangrove dans l'espace est si limitée.



Carte 1. Distribution mondiale de la forêt de mangrove.

Dans le but de les rendre plus visibles, les zones à mangrove sont représentées par des traits plus prononcés que l'aire qu'elles occupent véritablement.



Carte 2. Distribution mondiale des aires de mangrove protégées.
(adapté d'après la WCWMC Protected Areas Database)

1.1.3 Quels en sont le rôle écologique et le potentiel économique?

La forêt de mangrove possède des aptitudes écologiques exceptionnelles. Outre sa tolérance vis-à-vis de la submersion, de la salinité et des variations quotidiennes ou saisonnières, la forêt de mangrove est traditionnellement reconnue pour son effet important de modérateur dans l'interface entre la mer et la terre. Cette présence forestière le long des côtes tropicales protège les populations littorales en atténuant les effets dévastateurs des cyclones et ouragans. Elle permet également de réduire l'érosion des rivages causée par les vagues et par les inondations des marées sur les côtes. La forêt de mangrove est donc une ceinture de sécurité vitale pour le milieu littoral (Dricot, 1997).

De plus, la forêt de mangrove offre un fort potentiel économique et occupe une place très importante dans le développement des pays du Sud-Est asiatique. Son utilisation traditionnelle (charbon, bois de combustion, pêche familiale) est fort ancienne dans les pays en voie de développement, où elle constitue un moyen de subsistance pour les familles vivant au voisinage de la forêt. Mais, de nos jours, on constate la multiplication des tentatives d'exploitation plus intense, et à plus grande échelle. Ce changement provient sans aucun doute d'une prise de conscience du potentiel des terres occupées par la mangrove. En conséquence, là où les types traditionnels d'exploitation forestière permettaient la régénération de la mangrove, on constate aujourd'hui que les déséquilibres se multiplient, en raison de la pression croissante exercée par une série de facteurs tels que la coupe de bois (à la fois pour des fins commerciales et pour des prélèvements domestiques), l'expansion de l'agriculture et l'expansion aquacole (Dricot, 1997). Cette «évolution» des modes d'utilisation agricole des anciennes terres à mangrove est déterminée par la rentabilité relative des diverses productions et constitue une preuve, par ailleurs, de l'influence importante des facteurs politiques et économiques qui régissent les pays en Asie du Sud-Est.

Bien sûr, cette situation n'est pas propre à la mangrove puisque, de façon générale, les formations végétales font l'objet d'un intérêt croissant et, souvent, d'une exploitation plus poussée qui conduit à leur dangereux affaiblissement (Bernard, 1994, p. 28 et 29; De Koninck, 1994b, p. 8).

Comme nous le verrons, de nouveaux modes d'exploitation tels que l'aquaculture peuvent être rentables à court terme mais, du moins en ce qui concerne la mangrove, on constate qu'ils mènent, à la longue, à une véritable déchéance de la forêt et donc à une réduction de ses capacités écologiques et économiques.

A l'arrière-plan de ce processus, il convient de prendre en compte une démographie en hausse constante dans les régions du Sud-Est asiatique et notamment dans les régions littorales, et ce, surtout depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale. L'augmentation du nombre d'habitants explique en bonne partie la conversion des espaces forestiers en zones agricoles, dédiées notamment à la culture de crustacés, et interdit tout espoir de voir se régénérer la forêt de mangrove. L'intérêt économique de cette forêt et de l'espace qu'elle occupe est important pour les populations pauvres qui vivent sur ses marges. Il s'agit en conséquence d'une forêt menacée de disparition ou d'un appauvrissement marqué qui la réduirait aux quelques espèces les plus persistantes. Son milieu d'habitat est une zone extrêmement fragile qui subit, nous le verrons, des changements très rapides. On comprend donc l'importance d'une étude des mécanismes de déforestation et de la mesure de leur ampleur dans le temps et dans l'espace.

1.2 Qu'est-ce l'aquaculture et quel est son potentiel?

L'aquaculture est l'art d'élever des animaux aquatiques en milieu clos et surveillé afin de faciliter leur croissance et d'en multiplier la production. En fait, l'aquaculture de type traditionnel est connue depuis fort longtemps en Asie, aussi bien en eau douce à l'intérieur des terres qu'en eau saumâtre le long des littoraux. Dans tous les pays tropicaux d'Asie, l'exploitation aquacole basée sur deux à quatre récoltes annuelles est un moyen important d'accroître ou de combler, de façon abordable, la satisfaction des besoins en protéines. Ainsi, à travers l'utilisation de technologies simples et de ressources localement disponibles, le développement de l'aquaculture a toujours tenu une place importante parmi les stratégies opportunistes d'emploi et de revenus secondaires mises en œuvre par les populations rurales et littorales (Montalvo et Pomeroy, 1994).

Aujourd'hui, l'aquaculture tient une place majeure dans l'économie asiatique. Elle contribue de façon significative à la production totale des pêches des pays asiatiques. En Thaïlande, par

exemple, l'aquaculture comptait pour 8% de la récolte provenant du secteur des pêches en 1989; ce pourcentage s'élève, pour la même année, à 58% en Chine et au Népal (FAO, 1989). L'aquaculture a, de cette façon, fortement contribué à masquer les problèmes soulevés par la surexploitation de la pêche dès les années 1970. L'activité aquacole, en soutenant le niveau de production du secteur de la pêche, a permis un certain maintien des prix des différentes récoltes piscicoles provenant de la pêche commerciale de haute mer. Les ressources de l'activité aquacole demeurent accessibles aux populations à faible revenu (Montalvo et Pomeroy, 1994). Le prix de nombreuses espèces locales de poissons et mollusques est ainsi demeuré relativement bas par rapport aux viandes, surtout lorsqu'on les compare en termes de valeurs protéiniques. A l'exception des quelques espèces qui sont spécialement produites pour l'exportation (crevettes, anguilles, poissons ornementaux pour les aquariums), la plupart des espèces élevées dans les bassins aquacoles sont encore principalement destinées à la consommation nationale des pays asiatiques.

L'aquaculture côtière, plus particulièrement, relève également d'une longue tradition dans l'ensemble du monde asiatique, avec des systèmes bien établis de production caractérisés par une polyculture de poissons et de crevettes. Les bassins d'élevage sont remplis de larves de crevettes par l'action de la marée. Le courant de marée amène également les nutriments nécessaires afin de permettre la production du premier élevage. La réussite de ce type de système réside dans son faible coût. Le fait que ces systèmes de production aient été viables pendant des centaines d'années démontre leur capacité en développement durable et leur impact relativement faible sur les écosystèmes littoraux.

Néanmoins, on observe que cette aquaculture de type traditionnel s'efface de plus en plus en faveur d'une aquaculture de type moderne, commercialement plus profitable et fondée sur une production intensive. En effet, en réaction à la demande internationale, s'est produite, pendant ces dernières décennies, une véritable transformation du système de polyculture (poisson et crevette) en un système de production basé sur la monoculture de la crevette. Actuellement, les efforts se concentrent sur l'augmentation de la productivité de ces nouveaux systèmes par la mise en oeuvre d'une aquaculture intensive. Ce changement du type de production, d'extensif à intensif, représente un mouvement vers les méthodes capitalistes et requiert des supports techniques et

financiers beaucoup plus importants que ceux utilisés jusqu'alors. Ce type de système est aujourd'hui très répandu au Japon et à Taiwan, où il permet effectivement d'utiliser moins d'espace le long du littoral. En dépit de cet avantage, dans la plupart des pays dits développés, les productions de type semi-intensif demeurent les plus répandues et les plus couramment favorisées.

En Asie, les décideurs politiques nationaux et les agences d'assistance en développement international investissent de plus en plus dans l'élevage de crevettes. Pourtant, malgré ces investissements, le facteur clé de la croissance de la crevetticulture asiatique provient de l'initiative du secteur privé, y compris par l'engagement de sociétés multinationales de production de crevettes. Par leur pouvoir économique, par l'appât du gain rapide, ces grandes industries de calibre international contournent bien souvent les règles de base écologiques établies afin d'assurer la durabilité de la ressource. C'est donc à juste titre que Montalvo et Pomeroy (1994) ont fait état de ce sérieux problème, tant social qu'économique et politique.

Alors qu'en 1970 l'aquaculture côtière de la plupart des pays asiatiques ne constituait encore qu'une production à petite échelle de poissons et crevettes satisfaisant les besoins des marchés locaux, elle s'est, suite à l'explosion du marché international de la crevette, transformée progressivement en une source importante de devises étrangères. Le passage de la polyculture du poisson et de la crevette à la monoculture de la crevette a entraîné le déclin sérieux de la production de poisson-lait (*milkfish* ou *Chanos chanos*), très prisé sur les marchés asiatiques. De plus, dans l'empressement à construire des bassins d'élevage, de larges superficies de mangrove ont été détruites causant, par voie de conséquence, une diminution dramatique du stock en poissons et même en crevettes. En effet, la plupart des crustacés dépendent étroitement de la forêt de mangrove qui leur sert de «nursérie» et d'abri pendant tout le stade juvénile de leur cycle de vie. Dans un futur proche, cela pourrait également aboutir à une baisse importante des captures marines et de l'approvisionnement domestique en poisson. La très particulière forêt de mangrove devient ainsi le domaine le plus menacé par l'expansion aquacole (Dricot, 1997). En réduisant la mangrove, la monoculture de la crevette se menace elle-même de disparition.

1.3 L'expansion aquacole aux dépens de la forêt de mangrove.

Bien qu'il existe plusieurs causes à l'origine du recul forestier de la mangrove en Thaïlande, le principal facteur de sa disparition progressive est sa conversion pour l'aquaculture (Kongsangchai, 1995). Alors qu'en 1961, la forêt de mangrove occupait 3 679 km² du territoire thaïlandais, cette formation végétale ne représentait plus qu'environ 1 676 km² en 1996, soit une perte de 57% du territoire initial en 35 années (tableau 1.1) (Kongsangchai, 1995, cité dans Dricot, 1997, et Département royal de foresterie, 1999)⁽¹⁾. Ce recul de la forêt de mangrove est estimé, en moyenne, à 5,7 milliers d'hectares par an au cours de cette même période.

Tableau 1.1
L'évolution de la forêt de mangrove en Thaïlande, 1961-1996

Années	Superficie de mangrove (km ²)	Surface de recul (km ²)	Déforestation moyenne (km ² /an)
1961	3 679	-	-
1975	3 127,3	551,7	39,4
1979	2 873,1	254,2	63,6
1986	1 964,4	908,7	129,8
1989	1 805,6	158,8	52,9
1991	1 738,2	67,4	33,7
1993	1 686,8	51,4	25,7
1996*	1 675,8	11,0	3,6

Source: Kongsangchai, 1995, p. 122 ; (*) Département royal de foresterie, 1999, non publié.

Par ailleurs, et jusqu'à très récemment, l'aquaculture était une activité encore mineure en Thaïlande. Le Département des Pêches de la Thaïlande (DOF, *Department of Fisheries*, 1996) déclarait que les bassins aquacoles ne couvraient, en 1972, que 90 km² dans l'ensemble du pays, pour une production de 991 000 tonnes de crevettes (tableau 1.2).

⁽¹⁾ Cette évaluation est effectuée à partir des images satellitaires, LANDSAT-5TM, de 1993.

Tableau 1.2

Nombre de fermes, superficies et production aquacoles en Thaïlande, 1961-1997

Années	Nombre de fermes aquacole	Superficie aquacole (km ²)	Production (en tonnes)
1961	-	-	-
1972	1 154	90,5	991,0
1975	1 568	128,7	2 538,3
1979	3 378	246,7	7 064,1
1986	5 534	453,7	17 885,8
1989	12 545	711,6	93 494,5
1991	18 998	753,3	162 069,7
1993	20 027	718,9	225 514,3
1996	23 413	726,6	239 499,5
1997	23 723	731,2	227 560,2

SOURCE: Département des pêches de la Thaïlande, 1999, p. 31.

La production aquacole en Thaïlande est passée de 134,1 millions de tonnes en 1986 à 509,7 millions de tonnes en 1996, soit un taux de croissance annuelle moyen de 15%, la moyenne pour la région sud-est asiatique étant de 13,7% (RAP et FAO, 1998). En comptabilisant seulement la crevetticulture, la Thaïlande avait une production de 991 tonnes en 1972 mais de quelques 228 milliers de tonnes en 1997 (*Département des pêches de la Thaïlande*, 1999, p. 31).

Depuis 1986, la crevetticulture a été activement promue par le gouvernement thaïlandais pour plusieurs raisons majeures, dont la baisse de la pêche des poissons de haute mer, mais surtout pour son potentiel énorme en revenus d'exportation. De la méthode de culture extensive, on est donc passé rapidement aux méthodes de culture semi-intensives et intensives. Actuellement, la plupart des crevettes sont élevées selon la pratique intensive, et l'espèce élevée dominante dans le pays est la crevette tigre noire (*Penaeus monodon*).

Le pays a connu un tel rythme d'expansion aquacole que les conséquences environnementales et sociales ont été très rapidement visibles et ont été soulignées par plusieurs scientifiques (Chua, 1986, et Bailey, 1988). Parmi les conséquences environnementales, nous retenons les problèmes suivants:

1) Détérioration de la qualité de l'eau côtière

Un des plus sérieux problèmes environnementaux provient du drainage des bassins d'élevage de crevettes (Csavas, 1990). Les déchets qui apparaissent sous forme de débris organiques, de restes chimiques toxiques et de micro-organismes pathogènes, sont la plupart du temps directement rejetés dans la mer et causent une nette détérioration de la qualité de l'eau des mers littorales. Cette dégradation croissante de la qualité de l'eau saline restreint la poursuite de cette même activité aquacole. D'autre part, le regroupement des fermes de production intensive de crevettes sur des sites appropriés, facilement et rapidement mis en développement comme dans la région deltaïque du Chao Praya, a engendré une pollution de l'eau des bassins qui, à son tour, a contribué à accroître le déclin de l'aquaculture de la région (Lin, 1995; Dricot, 1997).

Les bassins d'aquaculture ont été généralement construits comme des unités individuelles, sans canalisation des eaux usées, et non pas comme un système intégré, bien défini, de drainage et d'approvisionnement d'eau. Dès lors, l'eau est transportée d'un bassin à l'autre, d'une ferme à d'autres fermes voisines. Par voie de conséquence, la fréquence des épidémies qui causent une mortalité massive parmi les animaux aquatiques élevés a augmenté. Beaucoup de fermes aquacoles en Thaïlande ont péri de cette manière et ont été par la suite abandonnées par manque d'eau de mer non polluée permettant de procéder à un recyclage significatif de l'eau des bassins. A cause de cette «désertification marine», la Thaïlande a ainsi perdu 27,2 millions de dollars américains en exportation de produits aquacoles en 1989 (Csavas, 1990).

2) Dégradation et destruction de la forêt de mangrove

La disparition de très larges superficies de la forêt de mangrove a des répercussions écologiques, économiques et, subséquent, des répercussions sociales. Ainsi, l'utilisation traditionnelle des

produits forestiers (bois de combustion, tannin) et l'exploitation naturelle dans le secteur de la pêche traditionnelle font aujourd'hui défaut aux populations vivant autrefois en symbiose avec la forêt de mangrove. Le rôle de modérateur de l'effet des cyclones et ouragans joué auparavant par la ceinture forestière de la mangrove le long des côtes rivages a aujourd'hui disparu. En conséquence, bien des fermes aquacoles souffrent des inondations et de l'érosion des rivages.

C'est dire que la forêt de mangrove a un rôle prépondérant à jouer dans l'équilibre si recherché entre la conservation de l'environnement littoral et la continuité des activités économiques. Grâce au système des hautes et basses marées, cette forêt peut absorber une bonne quantité de déchets et polluants et offrir de l'eau de qualité appropriée tout en prélevant les matières organiques non désirables. Ainsi, les superficies forestières de mangrove situées à proximité des fermes d'élevage de crevettes peuvent servir à régénérer les eaux usées et à absorber les excès d'éléments nutritifs provenant des bassins aquacoles.

Mais cette habilité de la forêt de mangrove à atténuer les effets néfastes des polluants aquacoles est limitée. En effet, il ne faut pas oublier que, comme tout autre écosystème forestier ou maritime, la forêt de mangrove demeure écologiquement vulnérable. Si un seul des paramètres qui régularisent le système est trop utilisé, dépassant le seuil de tolérance d'une des espèces forestières ou de l'écosystème entier, les superficies à forêt de mangrove sont très rapidement dégradées. Ceci sous-entend que si l'aquaculture est source d'impacts environnementaux négatifs, il se pourrait que, fort prochainement, tout l'environnement littoral (lequel comprend la forêt de mangrove, les fermes de crevettes, l'agriculture et tout autre mode d'exploitation d'une ressource naturelle) soit menacé de dégradation. D'où la célèbre maxime : «*No mangroves, no prawns*» (Ong, 1982, p. 254).

3) Conflits entre les différents modes d'utilisation du sol dans la région littorale

Outre les territoires à mangrove, quelques terres agricoles des régions côtières, tels les espaces voués à la riziculture ou aux vergers, ont été converties à la production aquacole. Cette dernière constitue une activité bien plus attrayante, aussi bien pour le gouvernement que pour les populations locales, puisque beaucoup plus rentable. L'histoire se répétant, le sort qui semble

actuellement réservé aux territoires rizicoles est celui-là même qui a frappé dans le passé d'importantes superficies à forêt de mangrove (Takaya, 1987).

Dans bien des régions de la Thaïlande, comme par exemple dans le delta du Chao Praya, nous avons au surplus pu remarquer une évolution typique dans les modes d'utilisation du sol des anciennes terres à forêt de mangrove (Dricot, 1997), évolution témoignant surtout de l'existence d'influents facteurs plus globaux d'ordre politique, démographique ou économique.

L'impact des opérations provenant de l'aquaculture affecte tout autant les terres et les ressources situées à l'arrière de ces bassins. En effet, l'intrusion d'eau salée à l'intérieur des réserves aquifères d'eau douce des terres agricoles proches du rivage provoque la salinisation des sols, qui a elle-même pour résultat la dévaluation dramatique de ces terres. Des rapports ont également fait mention d'une salinité excessive de l'eau de rivière due à une surexploitation de l'aquaculture (Banque Mondiale et Ministère de l'Agriculture et des Coopératives de Thaïlande, 1995). Ces phénomènes ont énormément modifié le système et les pratiques d'utilisation du sol des régions littorales et, surtout, ils ont augmenté la marginalisation des producteurs à petite échelle (Bailey, 1988). Enfin Pillay (1992) a décrit les différents conflits entre l'activité aquacole et les activités touristique, de navigation, de sauvegarde du paysage situés en bord de mer.

Tout développement non planifié de l'aquaculture provoque des perturbations environnementales qui auront des répercussions sociales et économiques importantes, dont la baisse de la production, la diminution des revenus paysans et l'endettement. En effet, les terres devenues infertiles parce que polluées par la forte utilisation de produits chimiques sont abandonnées, le déplacement vers d'autres régions encore exploitables s'accroît, tandis que la conversion vers d'autres modes d'utilisation du sol s'accroît dans les territoires littoraux. Même si ces problèmes environnementaux et socio-économiques provenant de l'aquaculture sont de nos jours reconnus par le gouvernement thaïlandais, le maintien et la promotion de la production intensive de la crevette continuent de compromettre durement toute perspective de développement durable.

Plusieurs organismes gouvernementaux ou privés ont souligné cette situation dramatique et ont mis en œuvre divers projets en vue de remédier à la situation. Depuis les années 1990, le

gouvernement thaïlandais a mis en place une série de règlements de gestion et, entre autres, a institué le contrôle régulier des fermes d'élevage de crevettes. Le secteur privé expérimente différentes techniques d'implantation de systèmes de drainage et d'approvisionnement d'eau. Mais de telles interventions continuent d'avoir des répercussions fort variées puisque l'impact de la crevetticulture change selon les personnes engagées, les ressources utilisées, les caractéristiques de l'environnement des sites existants et, enfin, en fonction des nouvelles approches de gestion appliquées.

Le premier élément à retenir de ces constats d'un développement écologiquement non viable de l'élevage de la crevette tel qu'il est mené actuellement en Thaïlande est qu'un juste milieu entre une utilisation rationnelle des ressources et leur conservation doit être atteint afin d'optimiser l'utilisation de ce système et de le pérenniser. Une utilisation en longue durée de l'environnement devrait assurer une réduction des situations irréversibles et limiter toute évolution hostile à l'écosystème, en tenant minutieusement compte de la capacité d'absorption de l'écosystème naturel.

Chez les éleveurs de produits aquacoles, la prise de conscience de la nécessité de mettre en place un plan d'aménagement côtier et de gestion des ressources durables est aujourd'hui réelle. Il s'agit maintenant de réaliser ces plans et de les ajuster aux besoins et difficultés locales, faute de quoi la durabilité de l'aquaculture et de son environnement littoral ne sera plus assurée. Dans le courant de la dernière décennie, de nombreux guides de référence, de règlements et de mesures d'atténuation des impacts négatifs de l'aquaculture ont fait leur apparition (Chua et Scura, 1992; FAO, 1998). Cependant, un plan d'aménagement littoral, spécifique aux littoraux à mangrove et qui prendrait en compte une meilleure intégration de l'aquaculture, reste encore à élaborer.

1.4 Le défi thaïlandais et le cas de la Province de Chantaburi

Cette perspective de recherche peut certes s'appliquer partout où la forêt de mangrove existe et est indûment exploitée. Mais le fait que le développement économique et social de la région du Sud-Est asiatique soit l'un des plus dynamiques du monde mérite que l'on y porte une attention toute particulière. Analyser plus spécialement le littoral thaïlandais se justifie parce qu'on y note, au cours des deux dernières décennies, une des plus fortes croissances aquacoles de la région. C'est pourquoi la période d'analyse de la présente recherche s'étend des années 1980 jusqu'à nos jours.

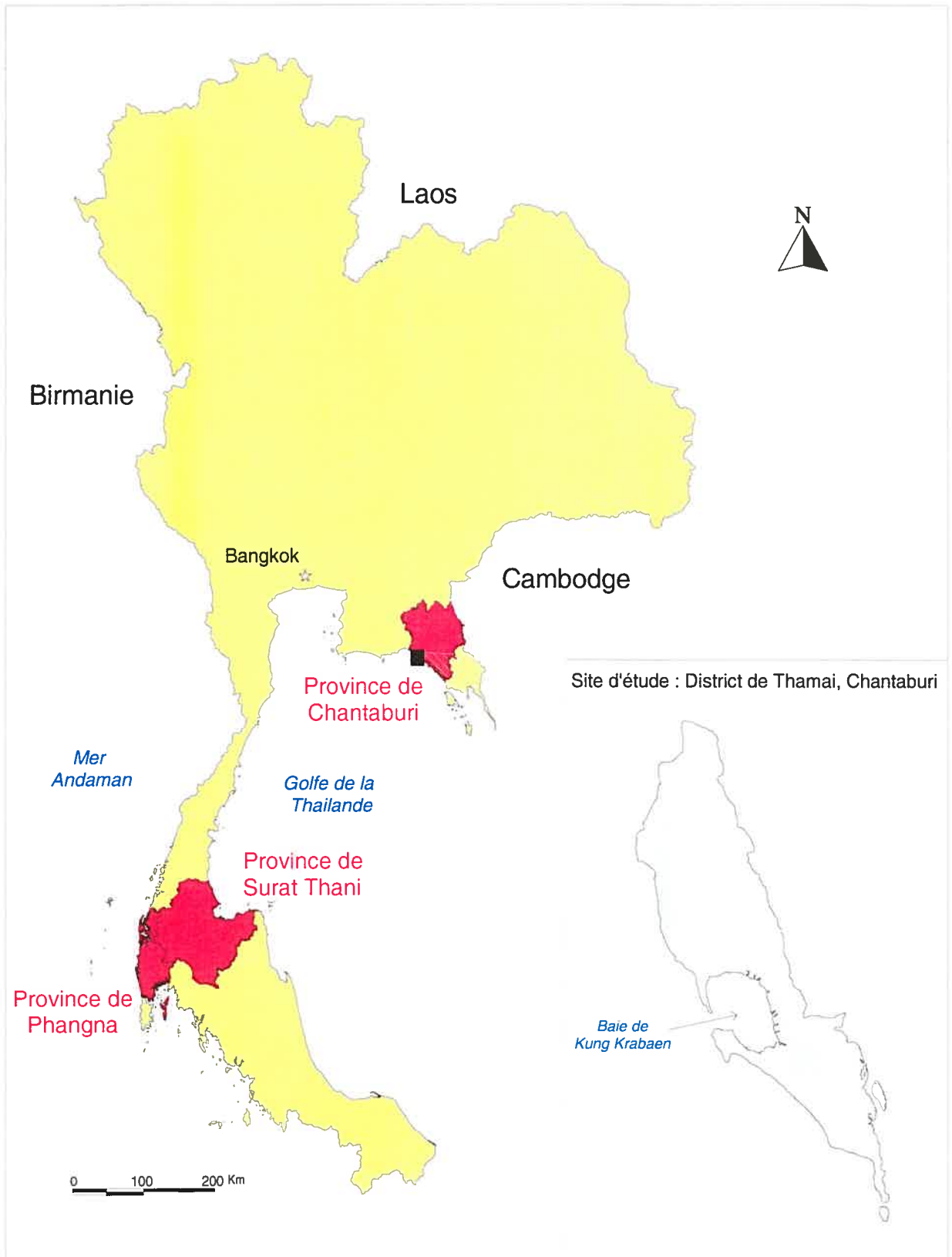
Afin d'acquérir une bonne compréhension de ces éléments en Thaïlande, trois provinces thaïlandaises, constituant trois exemples distincts par la façade maritime qui les touche seront analysées. Ces provinces sont: Phangna, bordée par la Mer d'Andaman ; Surat Thani, sur la rive sud du Golfe de la Thaïlande ; et Chantaburi, sur le littoral est du Golfe de la Thaïlande (Carte 3). Similaires quant à la flore, ces trois provinces ont connu des rythmes différents d'évolution de l'aquaculture. Ainsi, on pourra observer, d'une province à l'autre, des évolutions étrangement semblables mais survenant à des époques différentes.

Enfin, le site de la baie de Kung Krabaen, dans le district de Thamai, à l'intérieur de la province de Chantaburi, fera l'objet d'une étude plus approfondie qui permettra de proposer un plan d'aménagement côtier intégré qui prenne tout à la fois en compte la préservation du milieu de la forêt de mangrove et la bonne gestion des fermes à crevettes qui y sont implantées. Le site de la baie de Kung Krabaen est placé sous la responsabilité du *Centre Royal d'Etude de Développement*, lequel promeut l'activité aquacole afin d'augmenter les revenus des populations locales tout en défendant la préservation de la forêt de mangrove. Cependant, il subsiste encore des problèmes à résoudre pour assurer la réussite de ce premier grand pas du pays vers un développement durable en aquaculture. Parmi ces problèmes, il faut citer:

- 1) l'expansion non contrôlée des fermes de crevettes privées situées en dehors de la zone mise sous responsabilité du *Centre de Développement*;

- 2) la détérioration de la qualité de l'eau de mer de la baie de Kung Krabaen ce qui augmente les épidémies mortelles parmi le crustacé cultivé;
- 3) l'identification des mécanismes de maintien d'un équilibre optimum entre la crevetticulture et la conservation de la forêt de mangrove afin de préserver les fonctions écologiques de l'ensemble du milieu littoral;
- 4) l'application adéquate des principes et techniques de base en matière de gestion intégrée des ressources naturelles et de l'aquaculture durable.

Carte 3 : Localisation des provinces et du site spécifique à l'étude en Thaïlande



1.5 Pour une aquaculture durable: hypothèse de recherche

L'étude des facteurs du recul de la forêt de mangrove a mis en évidence une forme d'évolution des modes d'exploitation agricole des anciennes terres à mangrove (Dricot, 1997). Les pratiques aquacoles y succèdent généralement à la riziculture en raison de leur plus forte rentabilité. Mais, par la suite, les fermes aquacoles sont abandonnées en raison de la trop grande pollution des sols et des eaux et à cause de problèmes d'approvisionnement en eau douce.

Cet abandon de l'aquaculture est bien souvent suivi par l'installation de fermes de sel qui finissent par rendre ces anciennes terres à mangrove complètement infertiles pendant au moins une dizaine d'années (*Banque Mondiale et Ministère de l'Agriculture de la Thaïlande*, 1995, p. 73). Finalement, on observe de plus en plus fréquemment, surtout dans la région deltaïque du Chao Praya, une expansion du territoire urbain comme résolution finale du problème de l'utilisation du sol. Dans cette optique, l'hypothèse que nous voulons vérifier dans le cadre de cette recherche doctorale est que la conservation de la forêt de mangrove est de plus en plus conditionnée par le développement des pratiques aquacoles et vice-versa.

Panayotou (1985) a identifié trois problèmes distincts mais interdépendants auxquels les gouvernements asiatiques sont toujours confrontés :

- Comment gérer les ressources marines afin de maximiser leur productivité?
- Comment définir les limites marines à l'intérieur de la zone de pêche nationale afin de partager équitablement le territoire entre les pêcheurs ou éleveurs traditionnels et les pêcheurs commerciaux et ainsi minimiser le conflit entre ces deux modes d'exploitation?

En somme, comment assurer le développement durable des communautés de pêcheurs compte tenu des contextes socio-économiques variables? Comment maximiser leur productivité? Comment gérer, à l'intérieur de la zone de pêche, les conflits d'intérêts entre les pêcheurs ou éleveurs traditionnels et les pêcheurs insérés dans les circuits commerciaux et pratiquant un élevage intensif?

Les solutions à ces problèmes semblent *a priori* incompatibles à long terme. Pourtant, une gestion adéquate des ressources marines doit pouvoir contribuer à résoudre les problèmes de pauvreté et de disparité de revenus entre pêcheurs et paysans, ce qui atténuerait les risques de conflits. Aussi, dans le cadre d'une seconde interrogation, on peut se demander quelles sont les conditions requises afin que les pratiques aquacoles puissent garantir un développement durable. On doit aussi se demander si l'adhésion, la volonté et la participation des populations concernées et de leur gouvernement ne sont pas des conditions indispensables pour définir des modèles de gestion côtière.

Il est en effet alarmant d'observer que les stratégies d'aménagement et de développement de l'aquaculture côtière visant à renverser les tendances vers la pauvreté, la surexploitation des ressources et la dégradation ont échoué dans la plupart des cas. Globalement, cet échec peut être attribué à nombre de facteurs, parmi lesquels l'accès libre aux ressources naturelles et le manque de connaissance sur les comportements, les organisations ainsi que les structures socio-économiques des aquaculteurs et des communautés littorales. En même temps, il faut souligner la rareté des planifications et des mises en œuvre de projets d'aménagement et de développement qui tiennent compte à la fois du maintien d'un équilibre écologique garantissant une production durable et de la réalité socio-économique des communautés riveraines.

1.6 Cadre conceptuel

La structure d'ensemble de cette recherche est fondée essentiellement sur le fait que divers éléments critiques liés à l'environnement côtier doivent être explicitement considérés et analysés dès lors qu'il s'agit d'exploiter une ressource naturelle dans un écosystème aussi dynamique et fragile que le milieu littoral. Ce qui signifie bien sûr qu'il faut absolument procéder à un examen minutieux de toute information concernant les éléments bio-physiques et socio-économiques de la région.

Pour les critères bio-physiques, qui comprennent la forêt de mangrove, les sols, les sédiments et l'eau côtière, le concept préconisé est leur capacité d'absorption, c'est-à-dire ce que peut supporter

l'environnement. Nous utiliserons le concept d'équilibre de masse afin de décrire cette absorption et le transport des nutriments à l'intérieur du territoire étudié.

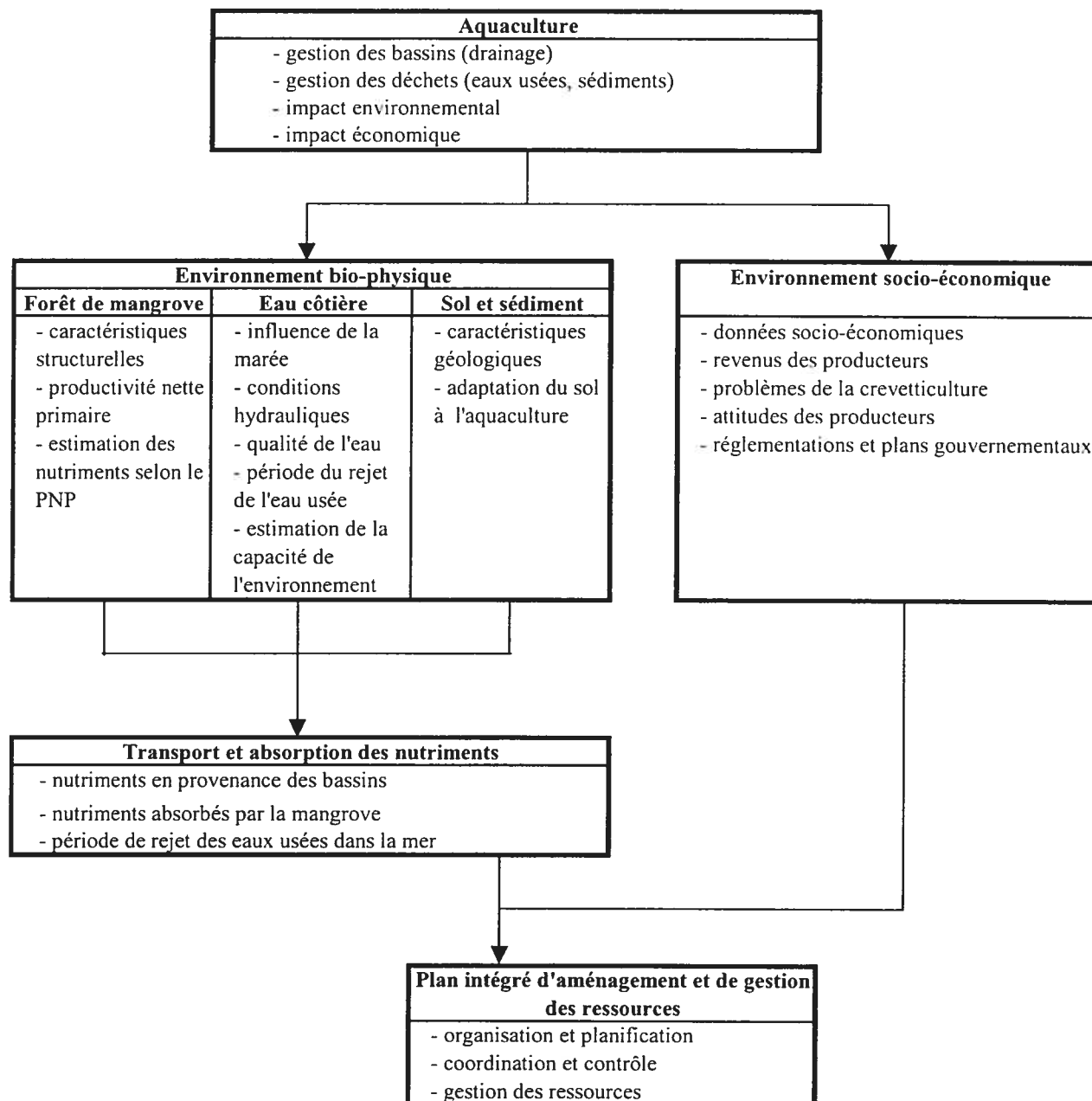
En ce qui concerne l'activité humaine, nos critères sont fondés sur l'ordre socio-économique et sur la perception des populations locales face aux règlements concernant les fermes d'élevage de crevettes ; mais aussi sur les priorités des institutions et organismes gouvernementaux.

Enfin, il nous faudra garder à l'esprit le fait que les différents facteurs qui influencent l'environnement interagissent constamment les uns sur les autres. Inspiré du modèle élaboré par Sajise *et al.* (Sajise *et al.*, 1990 dans Michael P Pido et Chua Thia-Eng, 1992) pour les évaluations environnementales rapides en milieu agricole, un schéma illustre comment nous devons considérer les éléments clés qui conditionnent un projet de développement (figure 1.1).

Une fois ces questions traitées, il nous sera possible de nous intéresser utilement aux questions d'aménagement, de gestion et d'intégration du territoire ainsi qu'au concept de développement durable des littoraux à mangroves menacés ou déjà remplacés par l'activité aquacole. En effet, nous considérons ces questions comme des éléments majeurs de résolution des conflits environnementaux et socio-économiques engendrés par la dynamique de cette expansion aquacole de type commercial.

Figure 1.1

Plan d'étude intégrée de développement et d'aménagement



Source: Inspiré de Sajise et al. (1990) dans M. D. Pido et Chua-Thia Eng (1992), pp 134.

1.6.1 Quelques précisions terminologiques

Cette recherche fait référence à des concepts dont la précision terminologique doit être clarifiée au préalable. Il s'agit ici de décrire les termes ou expressions en relation avec la problématique exposée dans ce premier chapitre afin d'éclairer les chapitres subséquents. D'autres termes ne sont pas repris ici puisqu'ils ont déjà été cernés ailleurs tels que *dégradation* (Bernard, 1995, p. 18-19), *expansion agricole* (Déry, 1995, p. 22) et *territoire* (Déry, 1999, p. 247). Par ailleurs, le concept de développement durable fera l'objet d'un examen spécifique appliqué à l'aquaculture (chapitre II).

La biodiversité, c'est la «Diversité des espèces vivantes et de leurs caractéristiques génétiques» (Larousse, 1999). Ce terme nous permet de mettre l'accent sur l'importance du caractère riche et complexe de l'écosystème forestier de la mangrove.

L'environnement, dans le cadre de notre recherche, est «l'Ensemble des éléments naturels et artificiels qui entourent un individu humain, animal ou végétal. Le mot s'associe alors à *écologie*» (Larousse, 1999).

Le concept de masse d'équilibre est lié d'assez près à la définition précédente. On entend en effet par masse d'équilibre la capacité que possède l'environnement à absorber les éléments négatifs à sa survie (pollution, déboisement). Elle se mesure donc à travers des données statistiques ou cartographiques et qui permet d'établir et de surveiller le seuil critique à partir duquel l'environnement risque d'être compromis à long terme.

Écosystème et écologie: «Un écosystème est l'ensemble des êtres vivants et des éléments non vivants, aux nombreuses interactions, d'un milieu naturel» (forêt, lac) (Larousse, 1999). Le mot s'associe alors encore une fois à *écologie*. *L'écologie* est la «science qui étudie les relations des êtres vivants entre eux et avec leur milieu» (Larousse, 1999).

Déforestation versus déboisement: La déforestation constitue un processus au terme duquel 90% d'un territoire est délesté de ses forêts (Bernard, 1995). Ce processus inclut un déboisement initial

et une conversion du sol à un autre usage. Le déboisement n'est qu'une action ponctuelle, alors que la déforestation présente un caractère plus structurel.

1.7 Objectifs de la recherche

1.7.1 Généraux

À la lumière des faits brièvement exposés, il apparaît que l'évolution des modes d'utilisation du sol dans les régions littorales ne correspond pas à une simple progression rectiligne. Il nous faudra donc d'abord mettre en évidence les différents processus d'évolution possibles. A cette fin, nous avons choisi les trois provinces mentionnées ci-dessus afin d'observer leurs dynamiques spécifiques.

Nous analyserons par la suite le site de la baie de Kung Krabaen, province de Chantaburi, afin d'évaluer le modèle de développement aquacole proposé par différents groupes de recherche et organismes nationaux et internationaux. Le but principal de cette recherche est d'obtenir les éléments de connaissance nécessaires afin d'établir un modèle d'aménagement du territoire et de gestion des ressources naturelles propre aux littoraux à mangroves menacés ou déjà remplacés par le développement aquacole.

1.7.2 Spécifiques

Nos objectifs spécifiques consistent dès lors à:

- 1) identifier les paramètres de la dynamique aquacole de ces dernières décennies en Asie du Sud-Est, notamment en Thaïlande;
- 2) décrire pour les provinces de Chantaburi, Phangna et Surat Thani cette même dynamique de transformation du sol par une cartographie précise et par termes relationnels afin de pouvoir analyser et comparer l'évolution et les formes de l'exploitation aquacole;

3) étudier les conditions dans lesquelles un plan de gestion et d'aménagement côtier spécifique aux littoraux à mangrove, tel que celui de la baie de Kung Krabaen à Chantaburi, peut être élaboré et mis à exécution par les acteurs. Ce modèle pourrait constituer une contribution majeure à la recherche et la réalisation d'une gestion intégrée des ressources littorales qui prenne en compte la complexité des objectifs à poursuivre; tant s'impose l'image qu'une forêt de mangrove ne sera préservée qu'à la seule condition d'offrir au moins une partie de son territoire à la production aquacole.

4) formuler des recommandations quant aux actions à entreprendre pour atténuer les impacts négatifs de l'aquaculture et, enfin, recommander des programmes de contrôle.

1.8 Organisation de la thèse

La thèse se divise en trois grandes parties: 1- la problématique et le cadre analytique et méthodologique (chapitre I, II, III); 2- la description du contexte régional et la présentation des résultats (chapitres IV, V, VI et VII); 3- l'analyse des résultats, les suggestions pour l'établissement d'un plan d'aménagement et de gestion des ressources littorales et les conclusions (chapitres VIII et IX).

Au cours de la première étape, après que l'objet de l'étude concernant l'aquaculture ait été défini, un aperçu de l'historique de la pratique aquacole est brossé, depuis la pratique millénaire existant traditionnellement en Asie jusqu'à sa transformation récente en une pratique intensive. L'approche historique permet de mettre en évidence le conflit entre les traditions ou le savoir-faire typiquement asiatique et l'aquaculture intensive d'exportation.

Depuis un certain temps déjà, différentes études ont porté sur l'aquaculture (Panayotou, 1985; Pauly, 1987; Chua et Pauly, 1989; Bailey et Skladany, 1991; Pullin et *al.*, 1993; Rabanal, 1994; Smith et *al.*, 1999). Bien que ces études soulignent souvent les problèmes engendrés par une aquaculture récente et intensive, on remarque que les enjeux et défis de l'aquaculture en rapport aux écosystèmes voisins sont encore trop peu cernés et analysés. Nous avons décidé ainsi, en premier lieu, d'étudier l'aquaculture dans les zones thaïlandaises de mangrove en rapport avec

l'ensemble de ses différents besoins, pratiques et modes d'exploitation. Il s'est agi pour nous de dépouiller les revues et publications consacrées à l'activité aquacole, à la forêt de mangrove, à la colonisation agricole ou à la mise en valeur commerciale des forêts, à l'aménagement côtier, en portant une attention particulière au littoral thaïlandais et, à titre indicatif, à d'autres littoraux de la région sud-est asiatique.

Dans la seconde partie de la recherche, l'analyse de la dynamique aquacole et l'étude de la mise en place d'un schéma d'aménagement côtier privilégient l'expression cartographique, l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG), le recours à des cartes d'utilisation du sol, photos aériennes et images satellitaires. L'étude de ces cartes, photos aériennes et images satellitaires de la région étudiée permet de décrire et de quantifier l'étendue, les types et les formes de l'activité aquacole par rapport aux autres modes d'utilisation du sol environ entre 1990 et 2000. Cette seconde grande étape concerne donc toute l'étude cartographique et statistique de la zone concernée, replacée dans un contexte régional, provincial et national. L'analyse des données conduit au dégagement des facteurs qui permettent de comprendre les éléments qui déterminent l'évolution du sol, la dynamique de l'expansion aquacole et le recul concomitant de la forêt (chapitre IV).

Les trois chapitres suivants présentent les résultats de l'enquête de terrain sous forme de tableaux et de figures statistiques et dégagent les conditions environnementales et socio-économiques du site de Kung Krabaen, Chantaburi (chapitres V, VI et VII).

La troisième étape est consacrée à la présentation et à l'analyse des aménagements et modifications de gestion aquacole proposés par les différents groupes de recherche et organismes nationaux et internationaux. Une attention particulière est portée aux modèles présentés par la TESCO (*Thai Environmental Survey Company*, 1994) et Barg (1992), car ils servent de point de départ au modèle proposé au terme de cette thèse. La plupart des modèles proposés jusqu'ici se sont, en effet, révélés irréalistes et impossibles à mettre en œuvre ou bien se sont révélés incomplets car ne tenant pas compte de la diversité des problèmes propres à chaque territoire, région et pays. L'analyse de ces modèles permet de dégager des résultats et d'identifier les leçons apprises (chapitre VIII). Un modèle de développement durable conciliant la production aquacole

et la conservation de la forêt de mangrove est finalement suggéré. Ce chapitre, fruit de la thèse, est proposé comme une contribution à la réalisation d'un plan de gestion intégrée des ressources du littoral.

Le dernier chapitre propose un résumé des objectifs et des énoncés obtenus ainsi qu'une analyse critique concernant les défis posés par l'expansion aquacole.

CHAPITRE II

L'AQUACULTURE EN ASIE DU SUD-EST : DÉFIS, CONTRAINTES, STRATÉGIES ET PERSPECTIVES

«L'éclatement macro-environnemental, une répercussion de nos interventions, cause des dommages qui dépassent les pouvoirs nationaux. La pensée globale doit constamment se ravitailler à l'action locale.»

Dansereau, 1995.

2.1 Introduction

L'Asie du Sud-Est ⁽²⁾ occupe 1,85 % du territoire mondial et est le foyer de 8,5 % de la population du globe. En 1999, la population sud-est asiatique comptait plus de 511 millions d'habitants (FAO, 1999). En moyenne régionale, 49 % de cette population était toujours étroitement dépendante de l'agriculture (le terme inclut la pêche et l'aquaculture) (FAO, 1999). D'ailleurs, le maintien d'une base de production alimentaire suffisante demeure l'une des principales priorités de plusieurs pays asiatiques. Or, l'efficacité avec laquelle les aliments sont produits et les ressources naturelles utilisées dans un pays donné conditionne le maintien de son rythme de développement économique. Si l'utilisation des ressources est suffisante et efficace, on peut s'attendre à une croissance plus régulière des activités économiques, ce qui contribue à la stabilité des gouvernements (Liao, 1992).

Pour des millions d'Asiatiques, le riz constitue toujours l'aliment principal de consommation journalière. Bien qu'il soit une céréale à haut rendement nutritionnel, il ne peut combler tous les besoins en protéines ni suffir pour combattre la malnutrition et la sous-nutrition encore endémiques dans bien des régions asiatiques. Or, même si la viande animale est disponible, elle demeure trop dispendieuse pour la majeure partie de la population. C'est pourquoi il existe une forte demande en aliments protéiniques peu coûteux pouvant répondre à ce besoin essentiel et fondamental.

En Asie, le secteur de la pêche répond à cette demande. La pêche constitue une source primordiale de protéines à bon marché et représente une base importante de moyens de subsistance et d'emploi (Montalvo et Pomeroy, 1994). Au plan organoleptique, les produits aquatiques sont largement plus appréciés que la viande animale. Ce sont des aliments riches en vitamines qui possèdent un taux calorique et protéinique élevé, bien plus que la viande de bœuf, les œufs ou le lait. Le poisson, par exemple, possède l'essentiel des acides aminés et un taux élevé de lysine, éléments nécessaires à un bon apport en protéines. Il constitue donc un excellent supplément au riz ainsi qu'aux autres céréales adoptées par les pays asiatiques (Liao, 1988).

Cependant, la consommation en produits aquatiques est très diverse dans la région asiatique. Elle est largement influencée par plusieurs facteurs tels que la géographie (accès à la mer ou non), l'économie (type et quantité de production) ou l'aspect social (religion, tradition, préférence alimentaire). Par ailleurs, deux approches de récolte des produits aquatiques sont utilisées : la capture par la pêche et l'élevage des espèces par l'aquaculture. À ce propos, la FAO (1997) nous offre une excellente définition qui permet de distinguer clairement le secteur de la pêche de celui de l'aquaculture :

«Aquaculture is the farming of aquatic organisms including fish, molluscs, crustaceans and aquatic plants. Farming implies some sort of intervention from rearing process to enhance production, such as regular stocking, feeding, protection from predators, etc. Farming also implies individual or corporate ownership of the stock being cultivated. For statistical purposes, aquatic organisms which are harvested by an individual or corporate body which has owned them throughout their rearing period contribute to aquaculture while aquatic organisms which are

⁽²⁾ Aux fins de cette étude, l'Asie du Sud-Est comprend les 10 pays suivants : Birmanie, Thaïlande, Laos, Cambodge, Vietnam, Malaysia, Singapour, Indonésie, Brunei, Philippines. Les données concernant le Timor Oriental sont toujours contenues dans celles de l'Indonésie.

exploitable by the public as a common property resource, with or without appropriate licences, are the harvest of fisheries.»

(FAO, 1997, p.6)

De nombreuses recherches ont cherché à trouver des solutions aux problèmes aussi importants que complexes que posent la capture et l'élevage des animaux marins. Quoique les spécialistes prônent souvent une approche multidisciplinaire (Montalvo et Pomeroy, 1994), nous nous limiterons, dans le cadre de cette thèse, à souligner les principaux facteurs socio-économiques entourant le domaine de l'aquaculture.

Dans un premier temps, nous proposerons un survol historique afin de cerner les problématiques actuelles sur la pêche et, subséquemment, sur l'aquaculture en Asie. Dans un deuxième temps, nous brosserons un tableau socio-économique soulignant le rôle et le potentiel de l'aquaculture asiatique. Nous nous intéressons dans cette partie aux principales pratiques aquacoles utilisées plus particulièrement en Thaïlande, notamment aux systèmes de culture et aux techniques de gestion utilisées. Nous évoquerons les principales contraintes auxquelles doit faire face l'aquaculture et les stratégies adoptées pour minimiser et surmonter ces difficultés. Enfin, nous étudierons le rôle des institutions gouvernementales et des organismes de recherche tant nationaux qu'internationaux, afin d'évaluer les possibilités d'une aquaculture durable.

Nous avons cherché les principales connaissances acquises sur ces questions et les concepts pertinents principalement dans les études effectuées par Panayotou (1985), Pauly (1987), Ruddle et Johannes (1989), Chua et Pauly (1989), Lampe (1991), Bailey et Skladany (1991), Liao *et al.* (1992), Tokrisna (1992), Pullin *et al.* (1993), Rabanal (1994) Smith *et al.* (1999) les principales connaissances acquises sur ces questions.

2.2 Pêche et aquaculture en Asie du Sud-Est : un survol historique

2.2.1 La pêche

Le développement économique dans le Sud-Est asiatique s'est d'abord essentiellement appuyé sur l'agriculture et l'industrialisation. Ce n'est qu'à compter des années 1970 que la pêche a été

considérée comme une industrie lucrative dont l'économie d'utilisation était associée à une augmentation de la capacité d'exploitation (Bailey, 1987). La promotion explicite ou implicite, de la part des gouvernements, de la mécanisation et de l'expansion rapide de l'industrie de la pêche est née de la perception que des accès élargis et des bateaux de pêche plus grands permettraient de meilleurs captures marines.

Ainsi, divers pays ont adopté des politiques de pêche encourageant l'utilisation d'une technologie moderne et favorisant l'investissement dans ce secteur de développement novateur grâce à des prêts subventionnés. Entre 1978 et 1984, les gouvernements de la Thaïlande, de l'Indonésie, de la Malaisie et des Philippines ont reçu, pour le seul secteur de la pêche, plus de 590 millions de dollars américains de la part d'organismes internationaux et de la Banque Mondiale, dont 88 % étaient destinés à l'investissement en capital (Montalvo et Pomeroy, 1994). Ce programme d'aide, basé sur la mécanisation et la modernisation de la flotte de pêche et sur l'augmentation des exportations des produits de la pêche, offrait des subventions, des crédits concessionnaires et même des droits sur la distribution de bateaux de pêche à des prix dérisoires.

Il s'en est suivi un dualisme exacerbé entre les pêches commerciales et les pêches artisanales locales (Bailey, 1988). La persistance de pêcheurs traditionnels a été considérée comme un trait éphémère du développement des pêcheries et a donc, dans un premier temps, été ignorée. On a cru un moment que le processus de développement offrirait de nouvelles occasions d'emploi et que les communautés côtières sédentaires y gagneraient certains avantages.

Par la suite, on s'est rendu compte que ce dualisme n'était pas uniquement un moment éphémère du développement de la pêche, puisque la pêche traditionnelle se maintenait malgré un début de détérioration des conditions socio-économiques des communautés côtières (Panayotou, 1985). Les retombées attendues ne s'étaient pas matérialisées et on constatait plutôt une polarisation marquée, caractéristique de la croissance économique rapide dans de nombreux pays asiatiques. Ainsi, l'intervention gouvernementale est apparue peu à peu comme impérativement nécessaire pour contrer l'appauvrissement croissant des populations rurales et, en particulier, des populations côtières dépendantes au moins en partie des ressources halieutiques.

En réalité, la préférence en faveur du développement de la pêche commerciale et au détriment de la pêche traditionnelle reposait sur le fait que les technologies de la pêche intensive sont perçues comme économiquement plus rentables (Panayotou, 1985). De même, le choix entre les marchés domestiques ou extérieurs pour le développement de la pêche se faisait selon des critères économiques, principalement lorsque des espèces de grande valeur étaient en cause (thon, crevette). Dès lors s'imposait l'idée que la pêche commerciale orientée vers l'exportation contribuait davantage au développement national que la pêche traditionnelle orientée vers la consommation locale.

La croissance rapide de la pêche d'exportation en Asie a cependant posé un sérieux problème au secteur de la pêche traditionnelle, principalement dans les régions où l'on a implanté le chalutage commercial de la crevette (FAO, 1984). L'empiétement des chalutiers commerciaux sur le territoire de la pêche traditionnelle a affecté les captures et les revenus des pêcheurs traditionnels qui sont devenus incapables de soutenir la concurrence de chalutiers de plus en plus nombreux. Les pêcheurs traditionnels se sont donc mis à revendiquer un accès prioritaire aux ressources locales qui montraient déjà des signes importants de déclin.

La pêche commerciale incontrôlée pratiquée aux dépens d'une ressource vulnérable a par ailleurs eu de sérieuses répercussions sur la consommation domestique dans ces régions où, bien souvent, le poisson constitue la seule ressource abordable et de haute qualité protéinique à portée de la majorité de la population. Les quelques bénéfices conservés par ces pêcheurs traditionnels ou artisanaux sont très vite devenus dérisoires en regard de ceux des chalutiers. C'est d'ailleurs l'ampleur des revenus générés par la pêche mécanisée qui justifiait la poursuite de la promotion de la mécanisation et, donc, de la pêche commerciale (Bailey, 1987).

Cependant, l'augmentation du prix des carburants due à la crise du pétrole de 1973 et celle des coûts d'exploitation des bateaux et des engins de pêche mécanisés sont devenues telles que les avantages pécuniaires conférés par la pêche mécanisée par rapport à la pêche artisanale ont été fortement diminués, voire pratiquement éliminés. Cette situation a marqué un véritable tournant qui a amené une révision des politiques d'encouragement à la mécanisation de la pêche et des autres politiques financières comme celles du crédit et des subventions. En outre, les pêcheurs

traditionnels n'avaient pas disparu. Au contraire, appauvris, ils ont réclamé plus d'assistance et d'appui gouvernemental. L'option de la mécanisation est apparue de moins en moins appropriée (Panayotou, 1985).

D'ailleurs, un autre changement de perception des perspectives offertes par le secteur de la pêche est intervenu, avec la prise de conscience de ce qu'il s'agit d'une activité économique basée sur une ressource renouvelable, mais destructible. Ce changement a été, en partie, le résultat du nouveau régime d'extension de la juridiction de la pêche dans les océans offrant une souveraineté aux pays côtiers (FAO, 1984). Ce nouveau régime a non seulement favorisé l'expansion d'une juridiction exclusivement nationale sur les ressources marines, mais a également défini les limites d'exploitation de ces ressources. Alors que s'ouvrait une nouvelle possibilité en matière de développement de la pêche, une exploitation plus consciencieuse de ces ressources vulnérables se mettait en place (Chua, 1986).

La pêche commerciale a ainsi obtenu un territoire d'exploitation plus défini, exclusif et pouvant être utilisé à sa capacité optimale moyennant une bonne gestion. Par contre, le conflit entre la pêche commerciale et la pêche traditionnelle s'est poursuivi, l'augmentation du prix des carburants incitant d'ailleurs les pêcheurs commerciaux à pêcher près des côtes. L'une des solutions proposées dans les années 1980 en vue d'améliorer le niveau de vie des communautés côtières pratiquant la pêche traditionnelle a été de les orienter vers la pratique de l'aquaculture.

2.2.2 L'aquaculture

L'aquaculture se pratique depuis longtemps en Asie, aussi bien en eau douce, à l'intérieur des terres, qu'en eau marine, le long des littoraux. Cette activité a toujours constitué un moyen important de combler les besoins en protéines de façon abordable dans tous les pays tropicaux d'Asie. Le développement aquacole a tenu une place prépondérante dans les stratégies de création d'emploi et de revenus secondaires parmi les populations rurales grâce à l'utilisation de technologies simples et de ressources disponibles localement. Cette riche expérience est vieille d'au moins 2500 ans.

La première espèce aquatique à avoir été élevée est la carpe commune (*Cyprinus carpio*). C'est dans la Chine des environs de l'an 500 avant J.C. que cet élevage est apparu, probablement à cause d'un empereur désireux d'avoir constamment accès à son poisson préféré. L'ouvrage qui évoque ces premières connaissances sur l'aquaculture s'intitule « *Fan Li on Pisciculture* » (cité par Liao, 1992). L'auteur, Fan Li, un seigneur chinois, souligne dans cet ouvrage l'importance de l'aménagement des bassins aquacoles tout en décrivant comment choisir l'espèce à élever, la taille et la saison idéales pour la récolte du poisson, la répartition des sexes et la densité de stockage dans les bassins, ce qui demandait déjà un très haut niveau de compétence. Ce premier guide se révèle toujours efficace par rapport aux normes actuelles et continue d'avoir une grande influence sur l'aquaculture moderne.

Par la suite, l'Empereur Lee, de la Dynastie des Tang, a interdit l'élevage de la carpe commune, vraisemblablement à cause du nom populaire de l'animal qui, phonétiquement, ressemblait à son propre surnom (Liao, 1992). Cet édit, resté en vigueur du VII^e jusqu'au X^e siècle après J.C., a joué un rôle déterminant dans l'essor aquacole qui a suivi. En effet, la population en quête d'autres espèces de poisson à élever s'est tournée vers la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*), la carpe à grande tête (*Aristichthys nobilis*) et la carpe à herbe (*Ctenopharyngodon idellus*). La pisciculture est alors passée d'une simple monoculture de la carpe commune à une polyculture de plusieurs espèces de poisson.

Au cours du XV^e siècle, l'aquaculture pratiquée à l'intérieur des terres s'est répandue en Indonésie avec la culture du poisson-lait (*Chanos chanos*) et est devenue très rapidement partie intégrante de l'économie rurale de l'Asie du Sud-Est (Liao, 1992). Cette aquaculture de l'intérieur des terres fait appel à une tradition séculaire caractérisée par un aménagement complexe et une forte productivité. En Thaïlande, ce sont les immigrants chinois qui, vers 1910, ont lancé la pratique de l'aquaculture, en particulier l'élevage de la carpe de Chine (Montalvo et Pomeroy, 1994). Ce poisson d'eau douce de Chine était acheminé par bateau et distribué à Hong Kong, Singapour, en Malaisie et en Thaïlande.

Généralement, pourtant, la production de poissons était destinée à la consommation familiale et locale, parfois orientée vers les petits marchés environnants. Les systèmes de culture étaient pour

la plupart basés sur des techniques sophistiquées, mais de coût faible, et bien adaptées à la production artisanale. L'influence de la Chine, de l'Indonésie et de l'Inde apparaît aujourd'hui incontestable dans le développement des systèmes de production aquacoles dans le reste du monde asiatique.

De nos jours, on estime que 80 % de la production dérivant de la pratique de l'aquaculture en eau douce se situe en Asie (Montalvo et Pomeroy, 1994). Cette aquaculture est d'ailleurs également de plus en plus importante comme source de poisson à bon prix pour les populations rurales de ce continent. Les populations paysannes des régions rizicoles ont longtemps compté, et continuent de le faire, sur les migrations saisonnières de quelques variétés de poissons endémiques. Ces migrations s'effectuent au rythme des débordements des fleuves et des rivières qui répartissent ce surplus alimentaire dans les plaines et champs de paddy. C'est le cas notamment dans le bassin du Mékong, au Cambodge et au Vietnam.

Malheureusement, dans de nombreuses régions d'Asie, cette ressource protéinique a été sérieusement réduite à cause de l'utilisation abusive des engrais chimiques et des insecticides dans le cadre de la diffusion des technologies de la Révolution Verte, même si cette dernière a aussi contribué à la réémergence de ces systèmes de fermes intégrées (Pullin *et al.*, 1993). En effet, la Révolution Verte a grandement amélioré les systèmes d'irrigation dans le but d'augmenter les rendements agricoles. Ces canalisations ont facilité l'extension des surfaces agricoles, mais aussi celle de l'élevage du poisson traditionnellement capturé dans les champs rizicoles.

L'aquaculture côtière, c'est-à-dire en eau marine, procède également d'une longue tradition dans les pays asiatiques, avec des systèmes de production bien établis et caractérisés par une polyculture de poissons. Les bassins d'élevage sont remplis par l'action des marées qui, en même temps, apportent les nutriments nécessaires. La réussite de ce type de système réside essentiellement dans son faible coût (Tookwinas *et al.*, 1994). Le fait que ces systèmes de production aient été viables pendant des centaines d'années montre qu'ils peuvent s'inscrire dans un développement durable et que leur impact sur les écosystèmes littoraux est relativement faible.

Cependant, après l'introduction, au début du XX^e siècle, de la culture des crustacés et des algues, l'aquaculture traditionnelle a été délaissée en faveur d'une aquaculture de type moderne, commercialement plus profitable, fondée sur la production intensive de crevettes le long des côtes. Depuis les années 1970, les succès technologiques obtenus par le Japon et Taiwan dans le domaine de l'aquaculture côtière ont servi de modèles au reste de la région asiatique et stimulé le développement d'une aquaculture plus intensive (Liao, 1992).

Ces deux pays ont en effet développé des techniques de culture extrêmement profitables, essentiellement basées sur la reproduction en laboratoire de larves permettant d'obtenir des espèces plus résistantes. En 1973, le département des pêches de la Thaïlande (*Fisheries Department*) a réussi à son tour à engendrer et à élever des larves de crevettes telles la *Penaeus monodon* et la *Penaeus merguensis* (Tookwinas *et al.*, 1994). Néanmoins, c'est seulement à partir des années 1980 que cette découverte est sortie des laboratoires en réponse à la demande des grandes sociétés privées de fermes de crevettes du pays (Tokrisna, 1992).

La demande internationale a ainsi provoqué, ces dernières décennies, une transformation du système de polyculture (poisson et crevette) en un système de production basé sur la monoculture de la crevette, notamment la *Penaeus monodon*. Actuellement, les entreprises s'efforcent d'augmenter la productivité de ces nouveaux systèmes par l'application d'une aquaculture intensive. Ce changement de type de production correspond ainsi à une diffusion de technologies capitalistiques, qui requièrent des appuis techniques et financiers. Enfin, même si ce type de système permet effectivement d'utiliser moins d'espace le long du littoral, comme c'est le cas au Japon et à Taiwan, la production intensive de la crevette dans le reste de l'Asie a pour principale conséquence une expansion territoriale rapide de sa culture.

2.3 Rôle et potentiel actuel de l'aquaculture

2.3.1 La production mondiale en comparaison à la situation du Sud-Est asiatique

Selon les statistiques de la FAO (1992 et 1999b), la production aquacole totale dans le monde est passée de 12 millions de tonnes métriques en 1986 à 36 millions de tonnes métriques en 1997. C'est une augmentation de 300 %, soit un taux moyen de 10,5 % annuellement. Pour la seule région du Sud-Est asiatique, la production par l'aquaculture est passée de 720 000 tonnes en 1980 à 1,2 million de tonnes en 1986 et à 3,1 millions de tonnes en 1997. Il s'agit d'une augmentation de 430 % en 17 ans, soit un taux moyen de croissance de 9 % par année (tableau 2.1). Ainsi, selon les derniers relevés statistiques disponibles, l'aquaculture du Sud-Est asiatique représente 9 % de la production mondiale à la fin des années 1990 (FAO, 1999b).

Tableau 2.1
Production aquacole en Asie du Sud-Est entre 1986 et 1997

Pays	1986 (en tonnes)	1988 (en tonnes)	1990 (en tonnes)	1992 (en tonnes)	1994 (en tonnes)	1997 (en tonnes)
Birmanie	-	5 673	7 087	51 876	73 648	87 320
Brunei	0	2	6	17	72	156
Indonésie	410 554	499 597	599 824	645 368	699 522	911 610
Cambodge	2 340	4 600	6 400	8 550	8 200	11 800
Laos	2 500	7 000	10 000	12 000	12 800	14 000
Malaysia	51 433	46 958	52 306	79 700	114 112	103 360
Philippines	470 923	599 464	671 116	834 533	973 476	957 548
Singapour	1 330	1 969	1 857	2 350	2 360	4 088
Thaïlande	128 417	220 416	291 719	370 974	509 800	575 901
Vietnam	135 500	154 317	162 076	172 899	223 056	492 000
Total Sud-Est asiatique	1 202 997	1 486 469	1 794 134	2 178 267	2 617 046	3 157 783
Total mondial	12 206 738	15 544 640	16 830 884	21 254 002	27 723 678	36 050 168
Pourcentage de la production du Sud-Est asiatique par rapport à la production mondiale	9,8	9,6	10,7	10,2	9,4	8,8

Source: FAO, 1992 et FAO 1999.

Les pays asiatiques, dans leur ensemble, dominent largement la production aquacole, avec environ 90 % du total en 1997; ils sont suivis par l'Europe (4,6 %), l'Amérique du Nord (1,8 %) et l'Amérique du Sud (1,8 %). Les 0,6 % restant se répartissent dans les autres régions du globe où l'on pratique l'aquaculture (FAO, 1999b). L'aquaculture demeure très limitée dans le Sud-Pacifique, où elle en est encore souvent au stade expérimental. La grande majorité des activités de recherche s'y concentrent sur les récifs coralliens où l'on essaye de cultiver des mollusques comme les palourdes géantes, les huîtres (dont les huîtres à perles) et les moules. La culture de la crevette est pratiquée dans les archipels, mais à très petite échelle. En effet, du fait de l'abondance relative de poissons marins et du manque de sites propices à l'aquaculture, les archipels du Pacifique ne se sont pas tournés vers une production commerciale (Brewer et Corbin, 1984).

En 1997, la Chine était le chef de file des cinq pays pratiquant l'aquaculture et fournissait 67 % des produits aquacoles d'Asie. Elle était suivie de l'Inde (6,2 %), du Japon (2,8 %), de l'Indonésie (2,6 %), et de la Thaïlande (2 %). Ensemble, ces pays produisaient 80,6 % des produits dérivés de l'aquaculture asiatique (FAO, 1999b).

2.3.2 Les espèces cultivées

L'aquaculture est très diversifiée et varie essentiellement en fonction du degré de salinité que l'on retrouve dans l'eau et du taux de renouvellement de l'eau. Ces deux facteurs définissent les deux principaux types de culture déjà évoqués que sont l'aquaculture en eau douce et l'aquaculture marine. Parmi les espèces cultivées, on retrouve les quatre principaux groupes que sont les poissons, les crustacés, les mollusques et les algues. L'Asie du Sud-Est produit 80 des 250 espèces élevées dans le monde (FAO, 1992).

Par catégorie d'espèces, l'Asie a contribué, en 1997, pour environ 83 % de la production du poisson de grande valeur marchande (la carpe, le poisson-lait, le poisson-chat et le *tilapia*), 80 % des crustacés, 73 % des mollusques, 99 % des plantes aquatiques et des algues (FAO, 1999a). Pour la seule région du Sud-Est asiatique, cette contribution s'élevait à 8 % pour les poissons, à

41 % pour les crustacés, à 2 % pour les mollusques et à 11 % pour les plantes aquatiques et les algues (FAO, 1999b) (tableau 2.2).

On remarque ainsi l'importance de l'élevage des crustacés en Asie du Sud-Est, élevage qui compte pour la moitié de la production asiatique et, d'un autre côté, le très faible pourcentage en ce qui concerne la production de mollusques. Cette différence tient davantage à des priorités économiques et gouvernementales qu'à des habitudes alimentaires des populations. Par ailleurs, il faut prendre en compte l'absence de données pour certains pays. Ainsi, par exemple, tout en sachant que la production de mollusques se pratique en Indonésie et en Birmanie, nous n'avons pas pour autant les moyens de quantifier cette production. Nous pouvons néanmoins considérer les totaux et les pourcentages à la hausse.

Tableau 2.2
Production par catégorie d'espèces en Asie du Sud-Est en 1997

Pays	Poissons (en tonnes)	Crustacés (en tonnes)	Mollusques (en tonnes)	Algues (en tonnes)
Birmanie	87 306	14	-	-
Brunei	99	57	-	-
Indonésie	594 490	160 120	-	157 000
Cambodge	11 534	266	-	-
Laos	14 000	-	-	-
Malaysia	33 116	9 939	60 305	
Philippines	259 607	45 325	25 511	627 105
Singapour	933	319	2 836	-
Thaïlande	263 168	222 932	89 370	-
Vietnam	369 000	96 000	15 000	12 000
Total Sud-Est asiatique	1 545 947	534 958	193 022	796 105
Total mondial	18 836 618	1 299 588	8 590 100	7 241 754
Pourcentage de la production Sud-Est asiatique par rapport à la production mondiale	8,2	41,2	2,2	11,0

Source: FAO, 1999b.

(-): Pas de production ou données non disponibles

Les poissons constituent le groupe taxonomique principal des espèces élevées. L'Asie du Sud-Est élève environ 50 espèces de poissons sur les 150 espèces élevées dans le monde, dont 35 sont des poissons d'eau douce et 15 d'eau salée (Rabanal, 1994). Parmi les poissons d'eau douce, l'espèce la plus récoltée est la carpe commune, partout présente en Asie, les principaux pays éleveurs de carpe étant la Chine, l'Inde et l'Indonésie. La Chine est le principal producteur de carpe grâce à ses nombreux systèmes intégrés de polyculture permettant l'élevage aussi bien dans les lacs, les réservoirs et les rivières (cages) que dans les champs rizicoles du pays.

Au deuxième rang des espèces récoltées vient le *Tilapia*, exploité surtout en Chine, aux Philippines et en Thaïlande. En Asie du Sud-Est, le *Tilapia* constitue le poisson d'eau douce le plus fréquemment élevé, alors que le poisson-chat fait l'objet d'un quasi monopole de la part de la Thaïlande (Montalvo et Pomeroy, 1994).

Quant aux espèces de poissons marins, c'est le poisson-lait (ou Chano) qui prime, avec des élevages concentrés en Indonésie, aux Philippines et à Taiwan. Le taux annuel de croissance de la production du poisson-lait en Asie entre 1984 et 1997 était de 16 %, comparativement à 15 % pour le reste du monde (FAO, 1999b).

Dans la catégorie des crustacés, la crevette, la langoustine, le crabe et le homard sont les principales espèces élevées. En 1997, la contribution mondiale de l'Asie était de 99 % pour les crabes, de 83 % pour les crevettes, de 66 % pour les homards et de 42 % pour les crustacés d'eau douce (FAO, 1999b). Parmi les espèces de crabes élevés dans le Sud-Est asiatique, on rencontre essentiellement le crabe de la mangrove (*Scylla serrata*) et le crabe nageur (*Portunus spp.*), alors que la crevette (*Penaeis*) est principalement élevée en Chine, en Indonésie, aux Philippines et en Thaïlande.

En 1997, la crevetticulture est l'activité la plus importante dans cette catégorie, puisqu'elle compte pour environ 86 % de la production asiatique totale de crustacés. Par ailleurs, il est intéressant de souligner que la crevetticulture exige généralement l'importation de produits coûteux tels que les aliments et les systèmes techniques d'aération des bassins, ainsi que l'expertise des techniciens des pays développés (Japon et États-Unis). Une diminution des

différences entre les valeurs d'exportation et les coûts d'importation pourrait ainsi mener à l'amélioration de ce domaine de l'import-export. Enfin, même si la plupart des crustacés exploités proviennent de la mer, il faut mentionner le cas de la crevette géante (*Macrobrachium rosenbergii*), qui est l'unique espèce de crustacés élevée en eau douce en Asie du Sud-Est (Rabanal, 1994).

Les principales espèces rencontrées dans la catégorie des mollusques sont la moule, l'huître, la palourde et la coquille Saint-Jacques. La région asiatique contribue pour 99 % des coquilles Saint-Jacques (pétoncles), pour 95 % des palourdes et autres coquillages, pour 68 % des huîtres cultivées et pour 54% des moules. Entre 1986 et 1997, le taux annuel de croissance de la production des mollusques en Asie a été de 145 %, soit de 8 % à l'échelle mondiale (FAO, 1999b). Quelques douzaines d'espèces de mollusques sont cultivées en Asie du Sud-Est, alors qu'il existe une cinquantaine d'espèces élevées dans le reste du monde (Rabanal, 1994).

L'avantage d'un élevage de mollusques est qu'il ne dépend pas d'aliments artificiels et que son coût de production est donc bas comparé à celui des crustacés et des poissons de grande valeur commerciale. La production est essentiellement orientée vers la consommation locale, alors que le marché international accuse de réelles difficultés en raison de problèmes environnementaux, dont les marées rouges provoquées par la prolifération d'une algue. Les moules et les huîtres ont souffert de contamination au *Enxeria coli*. En outre, l'expansion de la production des mollusques près du littoral devient de plus en plus difficile, car il reste peu de sites facilement accessibles et encore épargnés par la pollution.

En ce qui concerne les algues et les autres plantes aquatiques, l'Asie produit 100 % des algues brunes, 96 % des algues rouges, 100 % des algues vertes et 100 % des autres plantes aquatiques (FAO, 1999b). Huit espèces sur dix commercialement cultivées dans le monde se retrouvent en Asie. Il s'agit d'un véritable monopole asiatique dont la Chine, le Japon et les Philippines sont les acteurs majeurs, même si l'Indonésie et le Vietnam ont déjà bien entamé leur poussée dans ce domaine. Mais à l'exception de l'algue rouge, toutes les autres algues et plantes aquatiques ont connu ces dernières années, une production fluctuante avec tendance à la baisse.

Au total, l'aquaculture joue un rôle extrêmement important dans l'économie des pays asiatiques. Elle offre une source peu coûteuse en protéines animales, génère des emplois et des revenus, sert de monnaie d'échange internationale et met en valeur les ressources existantes. L'aquaculture contribue également de façon significative à la production halieutique totale des pays asiatiques. En 1999, par exemple, l'aquaculture a contribué entre 8 % (Thaïlande) et 58 % (Chine, Népal) de la récolte provenant du secteur des pêches (FAO, 1999b). Par ailleurs, à l'exception des crevettes, des poissons ornementaux destinés aux aquariums et des anguilles qui sont spécialement produits pour l'exportation, la plupart des espèces élevées dans les bassins aquacoles sont destinées à la consommation nationale des pays asiatiques.

Le prix de nombreuses espèces locales de poissons et mollusques est relativement bas comparativement à celui d'autres aliments protéinés, dont la viande, surtout lorsqu'on prend pour point de comparaison la valeur protéinique. En fait, l'aquaculture côtière permet de maintenir le coût des poissons à des niveaux raisonnables, abordables pour les populations à bas revenus ; par ailleurs, l'aquaculture de l'intérieur des terres sert bien souvent de supplément alimentaire aux populations des régions rurales défavorisées. L'augmentation de la production aquacole destinée à la consommation locale est encore plus marquée depuis l'apparition des problèmes soulevés par la surexploitation des pêches commerciales.

Il est difficile, pour l'instant, d'établir l'importance de l'emploi généré par la pratique de l'aquaculture en raison du manque de statistiques dans ce domaine. D'après les recherches de Montalvo et Pomeroy (1994), le taux de production aquacole est de 1,2 tonne métrique par travailleur. En appliquant ce ratio à l'ensemble de la production aquacole asiatique, nous pourrions évaluer le nombre de personnes travaillant dans le domaine de l'aquaculture en Asie à 10 millions en 1990, considérant que la majeure partie de la population engagée dans la pratique de l'aquaculture l'est à temps partiel ou en tire un revenu d'appoint.

2.4 Les pratiques et systèmes de production aquacoles

2.4.1 Les pratiques d'élevage

Il existe plusieurs pratiques aquacoles en Asie du Sud-Est. Le bassin d'élevage y est la plus répandue et on le retrouve aussi bien à l'intérieur des terres que le long des côtes. Il s'agit là du principal système utilisé pour l'élevage des poissons et des crevettes. Sur le littoral, les étangs d'élevage sont couramment construits à l'emplacement des mangroves qui, avançant vers la mer grâce aux alluvions apportés par les rivières et les fleuves, sont « quadrillées » graduellement par l'édification de digues successives. Par conséquent, plus les bassins s'éloignent de la mer actuelle, plus ils sont anciens (FAO, 1994).

Les cages-atrappes constituent une autre méthode de capture. Leur gestion est relativement facile : il faut poser les cages, attendre que les animaux se fassent prendre au piège et leur laisser du temps pour croître. Ce système a l'avantage d'être peu coûteux, et le manque d'espace disponible pour l'élevage favorise sa popularité grandissante. Aussi est-il couramment utilisé dans différents environnements, tels que les réservoirs, les lacs, les rivières et les baies côtières. Même si plusieurs poissons sont élevés grâce à ce système d'élevage en cage, le crabe est le crustacé qui y prédomine.

Pour la culture des mollusques, la pratique privilégiée est l'élevage à enclos, qui consiste à favoriser la croissance d'huîtres et de moules sur des bâtons placés verticalement, ou parfois sub-horizontalement entre des pieux verticaux, afin de porter remède à la limitation verticale de la zone de croissance (Lear et Turner, 1977). Plusieurs matériaux sont utilisés afin de faciliter l'accrochage des organismes recherchés : bois de mangrove ou de bambou, reconnus pour leur résistance à l'eau, tiges de métal ou filets avec ou sans flotteurs et poids. Les pieux de bois, souvent détruits par des sphéromes ou d'autres xylophages (insectes mangeurs de bois), sont de plus en plus remplacés par des tiges métalliques.

Dans la province de Chantaburi, l'ostréiculture est réalisée à l'embouchure des fleuves, dans les endroits calmes, peu profonds, soumis à des marées de faible amplitude, où des courants peuvent

amener un plancton abondant, mais où les variations de salinité, de température, de pH et de calcium sont de faible amplitude.

La culture des algues obéit à un principe similaire. Des clôtures à filets, traditionnellement rendus imputrescibles par trempage dans le tannin extrait d'arbres des mangroves, sont installées dans les rivières et le long du littoral marin, formant parfois de véritables « ranchs » aquatiques. Ailleurs, comme au Japon, cette pratique du « ranching » est également utilisée pour l'élevage du poisson, mais cette utilisation est encore peu répandue en Asie du Sud-Est (Baluyot, 1989).

Il existe également des fermes aquacoles intégrées, où l'on élève deux ou trois espèces en même temps ou encore sur lesquelles on exploite deux produits différents dans un même territoire (Lacanilao *et al.*, 1994). Ce système procède d'une longue tradition dans la région asiatique. On relève par ailleurs un peu partout diverses pratiques basées sur la capture de poissons dans les champs rizicoles, sur l'élevage de poissons dans des enclos à mollusques ou sur la culture d'algues mais elles semblent généralement en recul. Il semble que l'absence d'une technologie standardisée et le manque d'informations soient pour beaucoup dans le déclin de ces systèmes intégrés d'aquaculture.

2.4.2 Les systèmes de gestion de la production

Les trois systèmes de gestion de la production que l'on rencontre en aquaculture correspondent respectivement aux pratiques de la production extensive, semi-intensive ou intensive. Plusieurs critères définissent ces types de production, entre autres, l'espace utilisé, les infrastructures technologiques, la quantité d'engrais et de produits chimiques employés, le temps d'élevage et la fréquence des récoltes, le rendement et la qualité de la production et, enfin, l'orientation vers le marché.

La gestion de type extensif est traditionnellement utilisée partout en Asie. Caractérisé par de vastes bassins d'élevage, ce type de gestion s'appuie essentiellement sur l'accroissement de l'espace de production pour augmenter, voire simplement maintenir, la production (Rabanal, 1988). Les bassins d'élevage sont entièrement contrôlés, nivelés et endigués de façon à laisser

entrer et circuler l'eau. La profondeur de ces bassins est variable selon les espèces animales élevées. D'ailleurs, une telle gestion favorise la polyculture (poisson-lait, *tilapia*, crevettes). On rencontre également de la monoculture, mais elle est souvent pratiquée en alternance avec un autre type d'élevage.

L'emploi de pompes, pour l'évacuation des eaux usées, et de pédalos, qui servent de systèmes d'aération dans les bassins, est très limité. Les engrais (*Vitamin C*, *BKC*) sont utilisés comme suppléments alimentaires selon la valeur marchande de l'espèce élevée. Ainsi, les crevettes reçoivent davantage d'engrais que le poisson-lait. Les produits chimiques (*Zoalite*, *Chlore*) sont, quant à eux, presque inexistant dans ce type de production. En conséquence, la production est souvent de bonne qualité, mais son rendement est plutôt modéré : on ne pratique qu'une récolte par année, rarement deux. En Asie du Sud-Est, cette production varie de 500 à 2000 kg/ha/an (Rabanal, 1988). Ce type de production répond donc davantage à un besoin d'auto-consommation ou ne dépassant pas le marché local.

La production semi-intensive apparaît à mesure que les contraintes d'espace augmentent. L'accent est alors mis sur l'intensification de la production. Même si ce type de gestion s'installe peu à peu sur de nouveaux territoires aquacoles, le système semi-intensif naît souvent d'une conversion d'anciens bassins d'élevage extensif. Pour cette raison, l'espace aquacole ne varie guère, mais la production augmente. Ce passage d'un mode de production à un autre permettant d'accroître la rentabilité de la production aquacole a pour cette raison répondu pendant un moment aux volontés gouvernementales de plusieurs pays asiatiques, dont les Philippines et la Thaïlande.

Le principal changement effectué par rapport à la production extensive consiste à réduire la taille des bassins et le nombre de bassins par propriétaire, ce qui facilite le contrôle de l'eau et des déchets. Les aquaculteurs peuvent alors mettre davantage l'accent sur la profondeur des bassins, en prenant le temps qu'il faut pour les drainer et les nettoyer entre deux récoltes, mais cette pratique demeure peu suivie.

Dans le cas de la crevetticulture, on augmente également le taux d'approvisionnement en larves par bassin. L'emploi d'engrais augmente nécessairement, et les désinfectants sont régulièrement

utilisés. En Asie du Sud-Est, la demande en larves de crevettes pour ce type de production semi-intensive varie de 50 000 à 100 000 pls (pls : *post larvae shrimp*) par hectare et par récolte. Les périodes de culture varient de 100 à 150 jours pour 2 à 3 tonnes d'engrais (Rabanal, 1988).

Sur le plan technologique, les pompes et les pédalos motorisés permettant l'aération de l'eau des bassins aquacoles sont presque partout utilisés, car ils sont nécessaires pour obtenir un bon rendement. L'investissement dans un tel système de production est considérable et justifie la préférence donnée à la monoculture de la crevette, qui semble garantir aux éleveurs une forte rentabilité. La récolte, deux en moyenne par année, est de bonne qualité et se caractérise non seulement par un plus haut taux de rendement, mais aussi par des espèces de plus grandes dimensions. En Asie du Sud-Est, on obtient annuellement entre 1 et 2,5 tonnes/ha/récolte. Ce système semi-intensif de production répond ainsi plus aisément à la demande des marchés nationaux et internationaux.

En dernier lieu, la gestion intensive représente l'aboutissement de l'intensification de la production. Sa progression tient à la demande des marchés mais aussi, au moins théoriquement, aux politiques de durabilité que les gouvernements asiatiques essaient d'appliquer. Il s'agirait de combattre les énormes problèmes de pollution provoqués par la surexploitation anarchique des ressources aquacoles jumelée à une utilisation excessive des produits chimiques et à la diminution du temps de séchage des bassins entre deux récoltes. Cependant, pour passer d'une culture semi-intensive à une culture intensive, il faut réduire la taille des bassins, assurer un approvisionnement en eau régulier et suffisant et pratiquer la gestion contrôlée des déchets. Ces procédures sont malheureusement très peu observées et par conséquent la pollution devient encore plus importante.

En outre, la culture intensive se base sur un taux maximal d'approvisionnement en larves des espèces à élever (en l'occurrence, essentiellement des crevettes, notamment la crevette tigre); on augmente aussi la quantité et la qualité des engrais et des pesticides. Le nombre des récoltes peut dès lors aller jusqu'à quatre par année. Pour ce type de gestion intensive en Asie du Sud-Est, l'approvisionnement en larves de crevettes varie de 100 000 à 300 000 pls/ha/récolte avec des périodes de culture variant de 100 à 150 jours. La production annuelle de crevettes varie alors de

3 à 9 tonnes/ha/récolte (Rabanal, 1988). La production continue d'augmenter malgré les pertes juvéniles, mais sa qualité diminue fortement en raison de la pollution de l'eau et des sols.

La production intensive n'est pas mauvaise en elle-même, puisqu'elle contribue à la diminution ou à la stabilisation des superficies des terres exploitées. En revanche, elle exige une gestion rigoureuse et une technologie moderne dont l'investissement n'est pas à la portée des aquaculteurs du Sud-Est asiatique. Aussi, comme il a déjà été souligné, tant que ce mode de gestion intensive mettra exclusivement l'accent sur le rendement, les problèmes environnementaux resteront-ils négligés et continueront-ils d'augmenter. À des taux élevés de rendement, qui atteignent déjà leurs limites, succédera une baisse de rentabilité.

2.5 Le développement durable en matière de gestion des ressources naturelles : un concept utile?

Les premiers signes d'une préoccupation environnementale sont apparus au début des années 1960, notamment lorsque Rachel Carson a dénoncé les dangers de l'utilisation des insecticides du type DDT (Carson, 1962). Cette première période a été témoin d'un débat sans précédent entre physiiciens et biologistes, débat centré essentiellement sur la capacité de l'environnement et des ressources naturelles à subvenir aux besoins de l'homme. Par la suite, dans les années 1970, le débat s'est élargi, atteignant les sciences sociales, culturelles, politiques et économiques. Le concept de développement durable a ainsi intégré aux dimensions biophysiques et écologiques les problématiques sociales telles que l'équité, les politiques internationales, l'économie mondiale et nationale, et les notions de morale et d'éthique (Blunden, 1995).

Le concept de « développement durable » s'est imposé véritablement dès les années 1980 et a été un des fondements essentiels du sommet de Rio en juin 1992. Le terme est aujourd'hui fréquemment utilisé dans tout document concernant l'aménagement, l'agriculture, l'environnement, la croissance démographique et le développement proprement dit, tant pour les pays dits développés que pour les pays dits en voie de développement. Le nombre de publications à ce sujet (COOMER, 1979; Allen, 1980; Redclift, 1987; Tolba, 1987; WCDE, 1987; Adams,

1990; Elliot, 1994), qui proposent un grand nombre de définitions pour le concept de développement durable, atteste de ce phénomène (tableau 2.3).

À la lumière de ce tableau, nous comprenons facilement qu'il soit difficile de trouver une définition unique du concept de développement durable. Cela ne signifie pas que ces définitions soient inutiles théoriquement et pratiquement, mais bien plutôt que leur utilité se mesure à un dosage des orientations. Il semble en fait fructueux de bricoler en quelque sorte le contenu du concept en empruntant aux diverses définitions proposées en fonction du problème considéré et sans trop d'*a priori*. On engendre ainsi une attitude originale (laquelle se résume en un apport) qui se situe entre la connaissance pure et l'efficacité réalisable.

Comme le reconnaît O'Riordan (1988), la très grande ambiguïté de l'expression « développement durable » rend cette dernière, d'une certaine manière, très attrayante : « *developpers like it because they can justify many environmentally sensitive programmes under it's guise* ». ». Le risque, donc, est de s'en tenir à un contenu sémantique flou, approximatif et donc peu utile.

Mais le rapport de la Commission mondiale de l'environnement et du développement (CMED) publié en 1987 sous le titre de *Our Common Future*, en contribuant à la discussion et à la reconnaissance de l'importance des approches durables pour le développement international, a su rallier les environnementalistes et les développementalistes autour d'un compromis unificateur (André, 1993, p. 37). Avec la stratégie mondiale de conservation de 1980 et le rapport de la Commission mondiale de l'environnement et du développement de 1987, une nouvelle philosophie de développement s'est déployée en une véritable base de réflexion quant à l'utilisation et à la gestion des ressources naturelles.

Tableau 2.3
Définitions du développement durable

Sources	Définitions
COOMER (1979)	La société durable est celle qui vit dans des limites d'auto-perpétuité de son environnement. Cette société n'est pas une société « sans croissance »... C'est plutôt une société qui reconnaît ses limites de croissance... et qui regarde vers d'autres alternatives de croissance.
ALLEN (1980)	Le développement durable est un développement qui cherche à satisfaire les besoins de l'homme et à améliorer sa qualité de vie.
REDCLIFT (1987)	Le terme de développement durable suggère que des leçons de l'écologie peuvent et devraient être appliquées aux processus économiques.
TOLBA (1987)	Le développement durable souligne ici: 1) Une aide pour les pauvres car ils n'ont d'autres options que de détruire leur environnement pour subvenir à leurs besoins; 2) L'idée de développement autonome à l'intérieur de contraintes de ressources naturelles; 3) L'idée d'un développement coût-effectif utilisant des critères différents de ceux de l'approche traditionnelle; ceci souligne le fait que le développement ne devrait pas dégrader la qualité de l'environnement, ni réduire la productivité à long terme; 4) Les grands enjeux du contrôle de la santé, des technologies appropriées, l'autonomie alimentaire, l'eau potable et un abri pour tous; 5) La notion d'initiative locale; que l'être humain est la « ressource » du concept.
ELLIOTT (1984) WCED(1987)	Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins.
TURNER (1988)	En principe, un bon plan de développement durable devrait pourvoir au maintien d'un taux acceptable de croissance par capital des revenus réels sans réduire le stock du capital national ou le stock des ressources naturelles.
MATHEW et PENNY (1992)	Une forme de développement basée sur un sage aménagement des ressources naturelles afin d'assurer un succès économique et de conservation durables.

Sources : Voir les références dans la bibliographie.

Dans son ouvrage intitulé *Sustainable Development: Exploring the Contradictions* (1987), Michael Redclift a également contribué à cette construction sociale en offrant une excellente analyse du concept complexe de développement durable et de son émergence. Redclift remarque d'ailleurs qu'une des difficultés majeures suscitées par ce concept du développement durable est qu'il signifie différentes choses pour différentes personnes (Redclift, 1991, p. 36).

L'auteur développe néanmoins l'idée que les problèmes environnementaux dans le système économique global doivent être mieux identifiés et reconnus comme tels. Ainsi, par exemple, la dégradation de l'environnement n'est pas aussi « naturelle » qu'on le dit généralement, mais constitue plutôt une preuve que le processus historique est intimement lié aux structures économiques et politiques. Le concept de développement durable trouve ainsi très rapidement des applications plus précises, notamment dans le domaine de l'agriculture (le terme comprend la pêche et l'aquaculture).

Tout comme pour le développement durable, le concept « d'agriculture durable » ou « soutenable » a reçu plusieurs définitions et été abordé selon de nombreux points de vue (tableau 2.4). Ainsi, Joachim Chissano (président du Mozambique) a affirmé, lors de la conférence de la CNUCED à Rio de Janeiro, Brésil (CNUCED, 1992), qu'un système agricole de production durable est « *one that indefinitely meets rising demand for food, fibre, and other agricultural commodities at economic, environmental, and other social costs consistent with rising per capita welfare of the people served by the system* » (Chissano, 1994, p. 37). Cette définition de Chissano prend en compte deux points clefs qui ont exercé une profonde influence sur l'agriculture. Premièrement, la reconnaissance d'un lien entre production et croissance; deuxièmement, la nécessité d'une amélioration de la qualité de vie comme conséquence de l'effort humain déployé pour le perfectionnement des systèmes de production agricoles.

Tableau 2.4
Définitions et perspectives pour une agriculture durable

Sources	Définitions
OKIGBO (1989)	Un développement agricole durable ne peut être atteint que si les ressources, les intrants et les technologies font partie des capacités de l'agriculteur à les posséder, à les maintenir et à les aménager en fonction de la demande pour atteindre différents niveaux de productivité en permanence avec un minimum d'effet sur les ressources primaires, sur la qualité de vie de l'homme et de l'environnement.
F.A.O. (1991)	Un développement agricole durable est l'aménagement et la conservation d'une base de ressources naturelles, et l'orientation d'un changement technologique et institutionnel de manière à assurer des résultats et une satisfaction continue des besoins humains pour les générations présentes et futures. Un tel développement durable conserve la terre, l'eau, les ressources génétiques végétales et animales; cela ne dégrade pas l'environnement; c'est techniquement approprié et économiquement et socialement acceptable.
SWIFT et <i>al.</i> (1991)	Un système de culture n'est pas durable tant que le rendement annuel ne montre pas une augmentation des tendances et une résistance, en termes de stabilité de production, aux fluctuations normales du stress et du changement.
GREENLAND (1994)	Un système d'aménagement agricole durable est celui qui ne dégrade pas le sol ou ne contamine pas significativement l'environnement tout en assurant un soutien nécessaire à la vie quotidienne de l'être humain.

Sources: Voir les références dans la bibliographie.

Ultérieurement, Gibbon et *al.* (1995) ont également établi le fait que le développement durable est le défi majeur de l'agriculture, notamment dans les pays en voie de développement. Ils ont ainsi mis en évidence deux rôles principaux de l'agriculture qui, selon plusieurs observateurs, sont contradictoires.

En effet, d'une part, le système agricole doit se développer et s'intensifier davantage afin de nourrir une population globale toujours croissante à partir de ressources terrestres limitées. On s'attend ainsi à ce que le système agricole réponde aux aspirations et aux demandes de différentes populations paysannes tout en incitant à une plus grande variété et à une production plus importante. D'autre part, ces mêmes systèmes agricoles sont les « gardiens » de l'environnement

mondial. Ils sont censés assurer une production suffisante en préservant les stocks de ressources naturelles, soit assurer la production actuelle tout en protégeant les « éléments globaux » que sont le sol, l'air, l'eau et la biodiversité pour les besoins des générations futures (Gibbon *et al.*, 1995, p. 31-32).

Bref, il est aujourd'hui reconnu que le concept de développement durable appliqué à l'agriculture correspond à la prise en compte de trois exigences fondamentales :

- 1- répondre aux besoins alimentaires essentiels;
- 2- respecter l'intégrité de l'environnement par le maintien de la capacité de production à long terme;
- 3- engendrer des revenus satisfaisants.

Bien que de grands progrès aient été accomplis dans ce domaine, il n'existe pas de solution universelle ni même de formule simple permettant de cerner le concept de développement durable, et nous ne devons pas nous attendre à en trouver une : « *sustainability is a social construction and cannot, as a result, be attributed an accepted, single definition* » (Munton, cité dans Blunden *et al.*, 1995).

L'agriculture durable s'inscrit ainsi dans le débat sur le développement durable et n'est pas dispensée de la diversité des perspectives et des buts visés par différents groupes sociaux. En effet, le concept de durabilité évolue afin de mieux répondre aux divers changements de « climats » économiques et d'intérêts environnementaux. Il procède ainsi d'une véritable construction humaine pour une vie plus équilibrée.

2.6 Aménagement et gestion pour une aquaculture durable

Selon le rapport de Briggs réalisé en 1994 dans le cadre d'une recherche menée par l'Institut d'Aquaculture de l'Université de Stirling (Grande-Bretagne.), l'exploitation intensive de la crevette aurait déjà atteint, en Thaïlande, un point de saturation :

« the unsustainable nature of Thai intensive shrimp industry has resulted in decreasing shrimp production, increased crop and farm failure.... and environmental and socio-economic degradation. A shrimp farm's ability to produce shrimp at the high density employed in Thailand ... cannot be sustained in the long term ».

L'auteur précise que ce résultat est particulièrement vrai en ce qui concerne les petites fermes de crevettes de moins de 2 hectares, qui constituent 85 % des fermes intensives du pays (Briggs, 1994).

Par ailleurs, un rapport d'étude sur la gestion des ressources côtières en Thaïlande, réalisé en 1995 conjointement par la Banque mondiale et le ministère de l'Agriculture et de la Coopération de la Thaïlande, souligne qu'aucune solution n'a encore été trouvée pour rendre durable l'exploitation intensive de la crevette : *« until now no way has been found of making concentrated intensive (shrimp) aquaculture operations sustainable under Thai conditions ».*

Cette constatation s'appuie essentiellement sur la spontanéité du développement de ces fermes à se déplacer, pour ainsi dire. En effet, la mesure la plus communément adoptée face aux maladies et à la pollution des eaux et des sols après des années de production demeure l'abandon des terres saccagées et l'installation de l'exploitation dans des régions encore vierges ou peu exploitées.

Ce rapport de 1995 souligne également que le facteur primordial de stabilité des bassins aquacoles est la qualité de l'eau, même si celle-ci dépend de nombreux autres facteurs tels que la gestion des bassins et la qualité de l'environnement littoral. La gestion des bassins concerne le traitement des eaux à leur arrivée dans les bassins, le régime de changement des eaux, le taux d'ensemencement en larves, le taux d'alimentation et le ratio de conversion de la nourriture, l'aération des bassins et la circulation de l'eau, la nature du fond des bassins, la gestion des déchets, le degré de connaissance des éleveurs et la coopération technique.

La qualité de l'environnement littoral, quant à lui, dépend de la qualité et de la quantité des déchets liquides et solides rejetés dans les alentours des fermes, du degré de pollution provenant d'autres activités de la région, de l'étendue aquatique nécessaire à un bon recyclage de l'eau, du

taux de superficie occupé par les bassins de production aquacole de la région, de la fréquence des maladies affectant les organismes locaux et de l'acidité des sols.

Bref, il est clair que pour assurer la durabilité des bassins de crevettes à long terme, tout projet de développement aquacole doit respecter dès le début certaines conditions, dont les trois principales sont les suivantes :

- 1) la mise en place d'un bon système de gestion des bassins aquacoles permettant une aquaculture soutenue et durable sans abandon des terres;
- 2) la limitation de la production aquacole selon la capacité environnementale de la région à développer;
- 3) la mise en place d'un système approprié de traitement des eaux usées avant le rejet de ces dernières dans la mer.

Pour cela, tout projet de développement doit s'appuyer sur une stratégie d'aménagement et une gestion intégrée saines permettant de protéger l'environnement littoral.

2.6.1 Stratégie d'aménagement et de gestion pour la protection de l'environnement littoral : un concept à cerner

Le but fondamental de la gestion et de l'aménagement des régions littorales est la conservation des écosystèmes littoraux permettant une exploitation durable des ressources. Parce qu'un plan d'aménagement et de gestion doit inclure tout l'écosystème littoral, toute tentative de développement qui ne prendrait pas en compte toutes les composantes de l'écosystème est vouée à l'échec. Un plan global doit englober l'écosystème dans son entier, soit une unité intégrale comprenant la mer côtière et les rivages adjacents ayant une influence significative sur l'eau des côtes.

Déjà, en 1977, Clark soulignait que nous faisons appel à deux types principaux de gestion du milieu littoral. Le premier considère le contexte écologique qui reflète la loi immuable de la nature et le second considère le contexte institutionnel reflétant les changements des lois et des procédures relatives à la mise en exploitation du milieu (Clark, 1977).

Par ailleurs, bien que plusieurs chercheurs tels que Bailey (1987a), Pauly (1989), Chua Thia-Eng (1992) et Clark (1992) aient proposé, au cours des vingt dernières années, plusieurs stratégies de gestion pour la protection du milieu littoral, la stratégie préconisée par Barg (1992) semble être la plus complète. Le guide de gestion intégrée du milieu littoral élaboré par la FAO en 1998 s'inspire d'ailleurs encore de la démarche que ce chercheur proposait en 1992.

Cette démarche fait appel à trois processus : d'abord celui de la planification et de la gestion du projet, ensuite celui de l'évaluation de l'impact environnemental (EIE), enfin, celui de la régulation sous forme de contrôles divers. Ces processus sont à leurs tours divisés en dix niveaux d'action caractérisés par les principaux facteurs et considérations dont le projet doit tenir compte (figure 2.1).

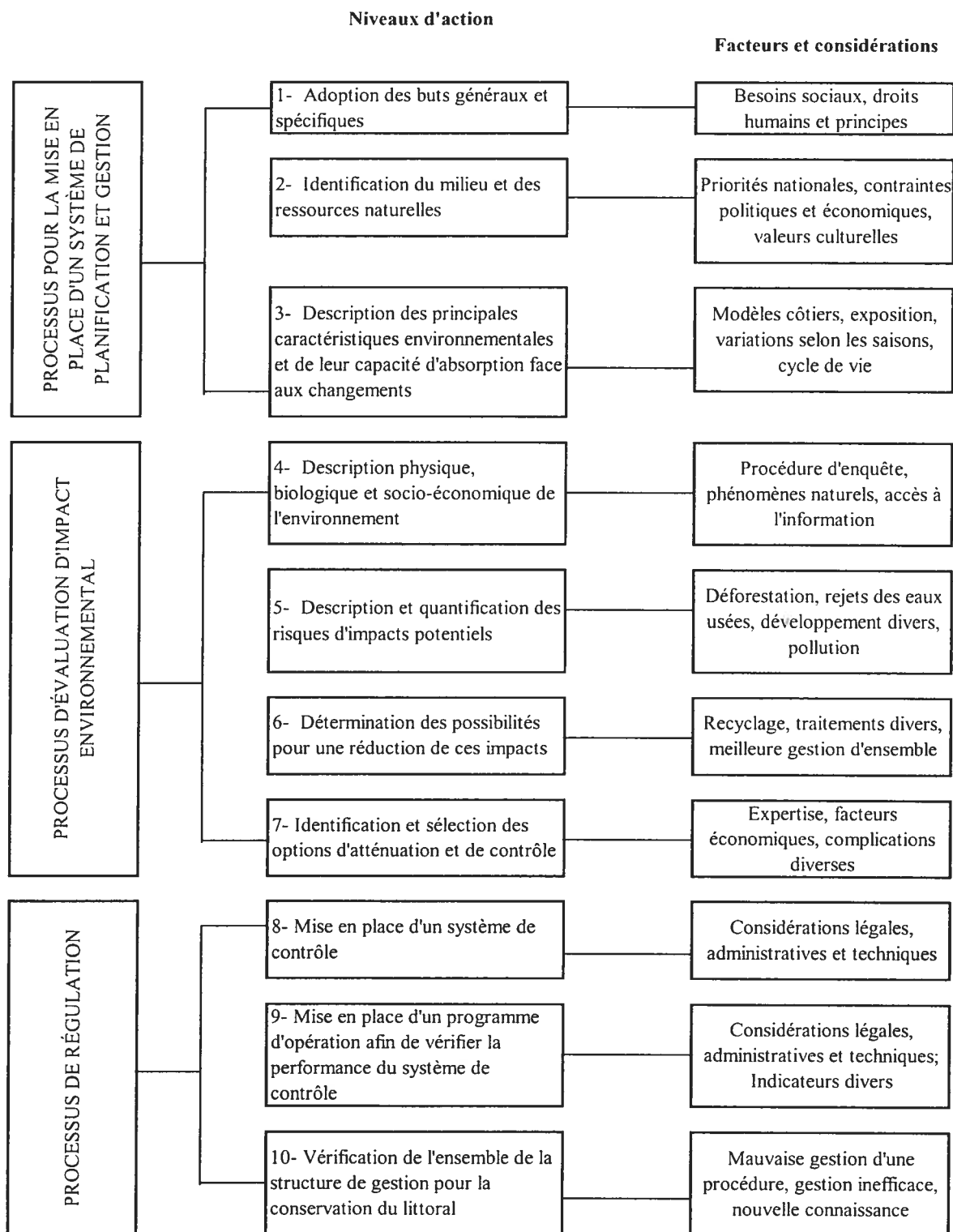
Lors du processus de planification et de gestion, l'ensemble des buts généraux et spécifiques du projet (avantages de développement et conditions désirées de l'environnement) sont adoptés, alors que les valeurs respectives des principales ressources environnantes sont identifiées et mises en regard des priorités d'exploitation. Le second processus, celui de l'évaluation des répercussions environnementales, intervient pour répondre au premier. Au troisième niveau d'action, il s'agit de déterminer les caractéristiques de l'environnement qui soutiennent certaines ressources importantes ainsi que l'étendue du territoire pouvant être modifié ou converti sans que cette modification ne nuise gravement à l'environnement.

Les niveaux d'action quatre et cinq servent à décrire la situation globale de l'environnement en termes physiques, biologiques et socio-économiques afin d'identifier et de quantifier les risques d'impacts potentiels. Au sixième niveau, il s'agit de cerner l'utilisation des ressources actuelles afin de répondre à la capacité environnementale déterminée au préalable lors de la première procédure. Si cela est nécessaire, on propose des moyens de minimiser les effets négatifs, tels que l'adaptation et la modification de l'utilisation de certaines ressources. En cas de surexploitation ou de sur-pollution mettant en danger la capacité environnementale, des éléments de solution doivent être rapidement mis en place. Si cela est nécessaire, on compare au niveau sept toutes les options d'atténuation et de contrôle afin de sélectionner les plus efficaces et les mieux appropriées aux buts et aux priorités du projet.

Dans le cadre du processus de régulation, des mesures d'exploitation et de correction sont prises au niveau huit, même si certains contrôles visant à minimiser les risques que représentent certaines activités pour le maintien de l'équilibre écologique ont déjà été mis en place au cinquième niveau d'action. La réussite des mesures de contrôle est assurée au neuvième niveau d'action par des programmes d'exploitation. Ces programmes doivent d'abord assurer que le projet se conforme aux contrôles imposés à certaines activités et, ensuite, régler les options qui auront été déterminées selon des buts spécifiques.

Enfin, les résultats doivent être examinés en toute objectivité lorsque le système de gestion révèle des lacunes en matière de performance ou d'efficacité des contrôles, ou encore une tendance à la stagnation. Il s'agit alors de passer rapidement au dixième niveau d'action, qui consiste à revenir sur certaines décisions ou réalisations.

Figure 2.1: Structure de gestion pour la protection du milieu littoral



Source: Barg, 1992.

2.6.2 La gestion intégrée du milieu littoral : concept ou méthode?

Une gestion intégrée des ressources est celle qui considère le développement d'une ou de deux principales exploitations en tenant compte des besoins et de l'impact des autres activités économiques. L'aquaculture côtière est l'une des principales activités économiques s'appuyant sur des ressources littorales aussi bien terrestres que marines. Par ailleurs, le manque de mesures de contrôle lors du développement de cette activité et l'absence de coordination avec les autres types d'activité économique (tourisme, zones portuaires, pêche) ont contribué à la dégradation de l'environnement littoral et augmenté les conflits entre les différents modes d'exploitation des ressources côtières.

C'est pourquoi les recommandations faites par la Commission Indo-Pacifique de la Pêche (IPFC : *Indo-Pacific Fishery Commission*), la Commission Consultative Européenne pour la Pêche Interne ou fluviale (EIFAC: *European Inland Fisheries Advisory Commission*) et le Centre International pour la Gestion des Ressources Aquatiques (ICLARM: *International Center for Living Aquatic Resources Management*) mettent l'accent sur l'urgence d'agir. Il faut rapidement mettre en place des méthodes aquacoles appropriées, des étapes de développement en matière d'aménagement et de gestion, une intégration multi-sectorielle de l'aquaculture dans les zones côtières et dans les bassins fluviaux, une réglementation de la gestion aquacole et un système d'évaluation et de gestion des changements écologiques et socio-économiques associés au développement aquacole. Pour permettre l'atteinte de ces objectifs, il est essentiel que l'aquaculture côtière se développe dans le cadre d'un programme intégré d'aménagement et de gestion du milieu littoral (FAO, 1998).

La procédure pour une gestion intégrée du milieu littoral (ICAM: *Integrated Coastal Area Management*) proposée par Scura offre une approche stratégique qui est à la fois intégrante et multi-sectorielle. Elle permet de répartir efficacement les utilisations des ressources côtières qui se font concurrence tout en minimisant les répercussions sur l'environnement littoral (Scura *et al.*, 1992) (figure 2.2).

Dans cette perspective ICAM, les options en matière de contrôle et de stratégie de gestion sont élaborées et étudiées à l'intérieur d'une structure qui doit s'appuyer sur une bonne connaissance des différentes fonctions de l'écosystème naturel, de la capacité d'assimilation des déchets du milieu, des motivations des divers exploitants, des données économiques et des moyens mis en œuvre afin d'amener le secteur privé à s'intéresser aux objectifs sociaux.

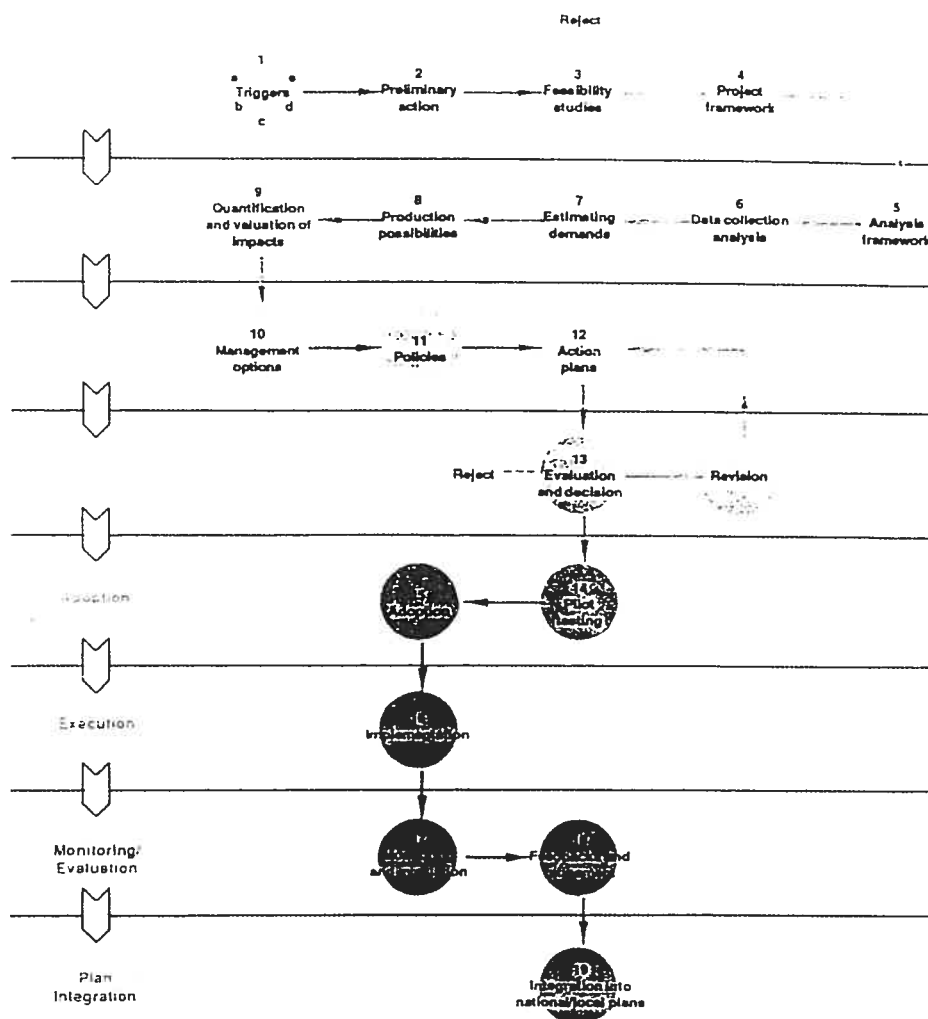
Dans tout projet de développement sectoriel, l'accent est mis sur des mesures d'atténuation visant à réduire les coûts sociaux associés aux activités sectorielles qui augmentent à la fois dans le secteur en question et en dehors de celui-ci. Cependant, pour que de telles démarches aboutissent, elles doivent être encadrées par des plans de développement et exécutées de façon coordonnée (Scura *et al.*, 1992).

L'ICAM (gestion intégrée du milieu littoral) est donc à la fois un concept et une méthode pour une coordination intersectorielle. Cette procédure fait appel à des principes modernes d'aménagement et de gestion des ressources naturelles, ainsi qu'à des processus interdisciplinaires et à des bases de données d'envergure. Ainsi, l'ICAM instaure une puissante structure d'ensemble qui doit faciliter l'interaction entre les différents modes d'utilisation et d'exploitation des ressources des régions côtières. Ce type de gestion vise l'équilibre entre un ou plusieurs modes d'exploitation, pour un plus grand bénéfice économique et social, afin que conservation et développement deviennent deux objectifs compatibles.

De plus, selon la FAO (1998), une gestion intégrée des ressources littorales devrait se conformer aux objectifs nationaux et aux plans spécifiques de développement des régions littorales. Une telle gestion, basée obligatoirement sur une expérience solide, doit également amener les gestionnaires, les diverses agences de développement et même les exploitants locaux à formuler des recommandations à l'égard des principaux objectifs amenés par l'ICAM et ce, afin de diversifier les possibilités d'analyse des options, des règlements et des mesures de contrôle grâce à une base de données de référence.

Figure 2.2

Procédure pour une gestion intégrée des ressources du milieu littoral



- | | | |
|---|---|---|
| <p>1 Triggers of process by one or combination of factors: a. resource depletion; b. pollution; c. environment incident; d. concern for sustainable development, e. other factors.</p> <p>2 Preliminary action: awareness of coastal issues and initiation of formal process.</p> <p>3 Feasibility study: preliminary assessment of coastal issues, management needs.</p> <p>4 Setting up the project framework: project formulation, determining coordinating institution, project document, work plan.</p> <p>5 Setting up the analysis framework: coastal profile, goals/objectives, targets, time frame, boundaries, approaches/scenarios, criteria for evaluation/monitoring, legal/institutional framework.</p> | <p>6 Carrying out analysis: issues, causes, impacts, constraints.</p> <p>7 Estimating demands for products/services: types of products and services generated; demand level.</p> <p>8 Analyzing production possibilities: output estimate, strategies, attainments.</p> <p>9 Quantification and valuation of impacts: present and future economic activities, ecological risks, sensitive areas.</p> <p>10 Management options: conflict resolution, impacts.</p> <p>11 Policy formulation: general and specific policies based on management options selected.</p> <p>12 Action plans: finalizing specific activity with budget, manpower, institution involved; implementation strategies.</p> | <p>13 Evaluation and decisionmaking: management strategies by decisionmaking bodies, acceptance or rejection of proposal.</p> <p>14 Pilot testing: pilot site selection, plan implementation, refinement.</p> <p>15 Program adoption: acceptance for full implementation.</p> <p>16 Implementation: implementing institution to carry out action.</p> <p>17 Monitoring/evaluation: assessing attainment of objectives and impacts.</p> <p>18 Feedbacks and refinement: setting up feedback mechanism, refinement needed.</p> <p>19 Integration: integrating CAM into national/local government development plans.</p> |
|---|---|---|

2.7 Quelques éléments sur les règlements et mesures de contrôle en Thaïlande

Any move towards the design and implementation of sustainable agriculture not only involves farmer-led innovations but also institutional, policy and trading changes at many levels.

Gibbon, 1991.

L'élevage de crevettes cause bien des problèmes en Thaïlande en raison de l'expansion territoriale que cet élevage connaît et de la surexploitation des habitats côtiers, phénomènes qui engendrent une dégradation massive de la forêt de mangrove ainsi qu'une pollution grave des milieux terrestre et marin situés à proximité. Pour cette raison, il est utile d'analyser les règlements et les mesures de contrôle qui ont été adoptés en Thaïlande concernant ces trois principaux aspects.

2.7.1 Règlements et mesures de contrôle concernant la crevetticulture

Le premier projet de développement spécifique à l'exploitation de la crevette fait partie du cinquième Plan National de Développement Économique et Social de la Thaïlande (1984-1988), qui énonce les principaux défis de l'aquaculture. Premièrement, le développement et l'aménagement de nouvelles techniques aquacoles doivent favoriser l'augmentation tant des produits de la pêche que des produits de l'aquaculture. En réalité, ces « nouvelles techniques » se basent essentiellement sur l'exploitation de la crevette. Deuxièmement, la prévention et l'aménagement de l'environnement doivent répondre aux besoins de l'industrie aquacole. Troisièmement, diverses mesures de soutien doivent être mises en place afin de favoriser le développement aquacole, notamment l'amélioration des infrastructures (Banque mondiale ; ministère de l'Agriculture et des Coopératives agricoles de la Thaïlande, 1995).

Le septième Plan national pour le développement économique et social (1992-1996) constate que le secteur des pêches a augmenté de 5 % annuellement. Cependant, l'échec de nombreux projets de développement en crevetticulture et l'abandon de nombreuses fermes aquacoles préoccupent le gouvernement thaïlandais qui adopte donc, en vertu de ce plan, des stratégies visant à remédier à la situation et à favoriser un développement durable de la crevetticulture. Ces mesures concernent l'enregistrement des fermes de crevettes, la gestion des déchets et la limite acceptable en ce qui a trait aux éléments nutritifs (BOD : demande biochimique en oxygène).

L'enregistrement des fermes de crevettes auprès du ministère des Pêches vise à permettre un meilleur contrôle de la part des agences gouvernementales. En outre, les exploitations à grande échelle, c'est-à-dire de plus de 8 hectares, doivent soumettre un schéma d'aménagement des bassins d'élevage pour obtenir un permis de construction délivré par le ministère des Pêches. Comme nous aurons l'occasion de le constater, cette mesure est actuellement à peine connue par les aquaculteurs.

Quant aux mesures concernant la gestion des déchets, le plan interdit formellement le rejet des déchets solides comme les sédiments du fond des bassins dans les canaux ou les eaux publiques. Chaque ferme doit être en mesure de créer une zone à déchets ou de laisser sécher suffisamment les bassins entre deux récoltes. Bien qu'une amende de 2 000 à 4 000 dollars américains ou une peine d'emprisonnement de cinq ans attendent les contrevenants, ce règlement reste très peu suivi par les aquaculteurs, les mesures de surveillance étant pratiquement inexistantes.

Enfin, pour empêcher la pollution de l'eau et du sol des bassins par un trop grand apport en éléments nutritifs, le gouvernement a établi à 10 mg/l d'eau la limite maximum acceptable. Le ministère des Pêches est chargé de contrôler la qualité de l'eau dans les bassins d'élevage et ne peut accorder de permis aux propriétaires des bassins que si la concentration en éléments nutritifs est acceptable. En outre, cette même réglementation recommande aux commerçants de n'acheter les crevettes qu'aux exploitants qui détiennent un tel permis.

Cependant, comme l'ont déjà souligné la Banque mondiale et le ministère de l'Agriculture et de la Coopération de la Thaïlande (1995), il faut constater l'échec de la mise en place de ces règlements et des mesures de contrôle prévues, ce qui a pour principale conséquence qu'aucune des stratégies environnementales relatives au développement aquacole n'a pu être développée. C'est pourquoi d'autres solutions ont été tentées, comme le pompage d'eau non polluée venant de la mer (Province de Chantaburi) ou l'aménagement de sites publics pour l'entreposage des déchets solides (Province de Songkhla), alors que les recherches continuent sur les techniques de traitement de l'eau ou sur la formation des aquaculteurs dans les fermes traditionnelles.

2.7.2 Règlements et mesures de contrôle concernant la forêt de mangrove

En même temps, le recul marqué des mangroves menace sérieusement la durabilité du développement aquacole. Pour contrer cette déforestation, plusieurs règlements relatifs à l'aménagement et à la sauvegarde des mangroves ont été progressivement instaurés par le gouvernement royal de la Thaïlande. Ces mesures ont été résumées et analysées en 1993 par le professeur Sanit Aksornkoe de l'Université de Kasetsart, située à Bangkok.

Le 27 juillet 1978, le gouvernement royal reconnaît l'établissement d'un comité national de sauvegarde de la mangrove sous la responsabilité du ministère de la Foresterie. Celui-ci autorise des projets de développement dans le territoire forestier des mangroves à condition que le gouvernement y mette en place des mesures de contrôle (qui ne seront jamais appliquées!) Depuis, les territoires occupés par la mangrove disparaissent progressivement.

Depuis le 19 août 1980, un rapport d'évaluation environnementale est obligatoire pour tout projet de développement situé à l'intérieur ou autour du territoire d'une mangrove. Mais le budget alloué à ces évaluations est minime, voire inexistant... Quelques évaluations sont tout de même réalisées, mais la fiabilité des résultats est sujette à caution, des projets de toutes sortes (tourisme, ports, aquaculture) continuant de se développer aux dépens de ces habitats.

Le 15 décembre 1987, la mangrove est classée en trois zones d'utilisation distinctes (zone de conservation, zone économique A et zone économique B). À chaque zone correspondent un critère de classification et des paramètres d'aménagement visant à satisfaire les divers besoins économiques et environnementaux (tableau 2.5). La zone de conservation est strictement protégée et aucun aménagement ou développement n'y est autorisé. La zone économique A peut être utilisée et aménagée à condition que l'exploitation soit durable. Par contre, la zone économique B peut être utilisée pour des projets de développement, ce qui comprend sa conversion à d'autres fins, à condition que l'impact sur la mangrove restante soit acceptable. Cependant, cette politique de zonage demeure la plupart du temps inefficace. En particulier, les contrôles réguliers et l'imposition d'amendes appropriées font cruellement défaut.

Finalement, la déforestation massive des mangroves a incité le gouvernement thaïlandais à interdire, le 23 juin 1993, tout projet de développement à l'intérieur de la mangrove. Il a établi ensuite un plan de cinq années (1992-1996) afin de restaurer une partie des habitats dévastés.

2.7.3 Règlements et mesures de contrôle en matière de pollution aquatique

Dans le cadre du septième Plan de Développement Économique et Social de la Thaïlande (1992-1996), le pays a pris l'engagement de réduire le niveau de pollution de ses eaux. Dans le domaine de l'aquaculture, il prévoit une réduction de la quantité d'engrais et d'autres produits chimiques afin de satisfaire aux nouvelles normes environnementales. Des guides de consultation sont alors réalisés afin d'orienter les aquaculteurs vers la résolution des problèmes de pollution de leurs bassins et, par voie de conséquence, des zones aquatiques environnantes.

Le plan prévoit, entre autres, l'installation de systèmes d'épuration des eaux contaminées. Afin de motiver les aquaculteurs à se conformer à ce programme, le gouvernement décide d'en financer une partie ou d'offrir des prêts à taux favorables et garantis, par l'intermédiaire de la *Thai Farmers Bank*, à tout projet aquacole qui réponde à cette exigence. Cette aide est offerte aussi bien aux petits producteurs qu'aux grandes industries aquacoles. Aujourd'hui, il s'agit du seul règlement qui offre quelques résultats concrets, quoique minimes.

Enfin, on prévoit une réorganisation des divers organismes gouvernementaux et des entreprises privées afin d'établir une association commune pour le contrôle de la qualité environnementale et la conservation des ressources du milieu littoral.

Tableau 2.5

Critères d'établissement de zones pour l'utilisation des terres à mangroves

Zones de mangrove	Critères
<p>Zone de conservation</p> <p>Le territoire est strictement protégé afin que l'écosystème soit conservé dans son état naturel</p>	<p>1- Territoires de conservation pour la flore et la faune qui présentent un potentiel économique</p> <p>2- Territoires de propagation de cette flore et de cette faune</p> <p>3- Territoires menacés de destruction ou d'érosion (récif corallien, plages, grottes, îles, terres agricoles)</p> <p>4- Territoires d'importance historique et archéologique</p> <p>5- Territoires d'importance locale et culturelle</p> <p>6- Parcs nationaux et réserves fauniques reconnus</p> <p>7- Territoires consacrés à la recherche</p> <p>8- Territoires situés à 20 mètres des rives fluviales et à 75 mètres des rives côtières</p>
<p>Zone économique A</p> <p>L'utilisation et l'aménagement du territoire sont permis à condition que soient respectés les principes d'un développement durable</p>	<p>1- Concessions forestières</p> <p>2- Forêts publiques et autres territoires d'importance locale</p> <p>3- Plantations forestières publiques et nationales</p>
<p>Zone économique B</p> <p>Le territoire peut être utilisé pour des projets de développement</p>	<p>1- Territoires consacrés à l'agriculture, à la pêche et à la production de sel</p> <p>2- Territoires consacrés à l'urbanisation et à l'exploitation industrielle ou minière</p>

Source : Aksomkoae, 1993.

CHAPITRE III

CADRE METHODOLOGIQUE

«Les Systèmes d'Information Géographique sont devenus à l'analyse géographique ce que le microscope, le télescope et les ordinateurs ont été aux autres sciences».

Abler, 1988, cité par Goodchild et *al.*, 1995, p.3.

3.1 Introduction

Dans le cadre de ce chapitre, il s'agit de cerner la démarche méthodologique d'ensemble ainsi que les détails spécifiques de la recherche afin d'assurer la possibilité de comprendre la procédure d'analyse et de présentation des chapitres subséquents.

Une fois établis le sujet et la région d'étude, la démarche pour l'ensemble de cette recherche a comporté cinq grandes étapes (figure 3.1). La première étape, soit la recherche documentaire et statistique du sujet choisi, nous a permis de saisir l'ampleur du sujet et d'identifier les problèmes réels ou potentiels qui sont encore à résoudre. Il est alors possible, dans le cadre d'une seconde étape d'identifier spécifiquement les défis et problèmes liés à la production aquacole en Thaïlande.

La troisième étape a consisté à identifier, à partir de l'analyse des cartes et statistiques disponibles, les données qui sont encore à recueillir. Cette étape a permis aussi d'obtenir davantage d'informations spécifiques, notamment à l'échelle locale, indispensables à la recherche.

La quatrième étape a été celle des missions de terrain. Ces enquêtes de terrain ont été réalisées auprès des éleveurs de crevettes et dans un territoire délimité pouvant accueillir favorablement notre projet d'étude, soit le territoire de la baie de Kung Krabaen dans la province de Chantaburi. Dans ce site, on a pu mener à bien des observations de terrain, discuter avec les principaux acteurs que sont les administrateurs du projet royal de la baie de Kung Krabaen et les aquaculteurs locaux. Des questionnaires ont été spécialement élaborés pour la recherche des données primaires que l'on n'aurait pas obtenues sans cette approche auprès des communautés. De cette façon, une base de données permettant l'évaluation des conditions environnementales et socio-économiques dans le site de Kung Krabaen a pu être établie (tableau 3.1).

La cinquième étape a consisté à intégrer l'ensemble des données primaires (observations de terrain, réponses au questionnaire) et secondaires (monographies, rapports d'études, articles) et à les interpréter dans un effort pour cerner toute la problématique de la crevetticulture dans le site d'étude choisi.

Au terme de notre recherche, les conclusions pertinentes à la recherche sont dès lors extraites de ces résultats afin de présenter les recommandations nécessaires qui représentent notre apport scientifique spécifique. Il s'agit de procéder à l'analyse critique des plans d'aménagement et de gestion proposés par Barg en 1992 et la TESCO en 1994 et de les utiliser comme base pour formuler un plan intégré de gestion et d'aménagement côtier spécifique aux littoraux à mangrove dans lesquels se développent des activités aquacoles.

Figure 3.1

Schéma de synthèse sur la méthodologie de la recherche

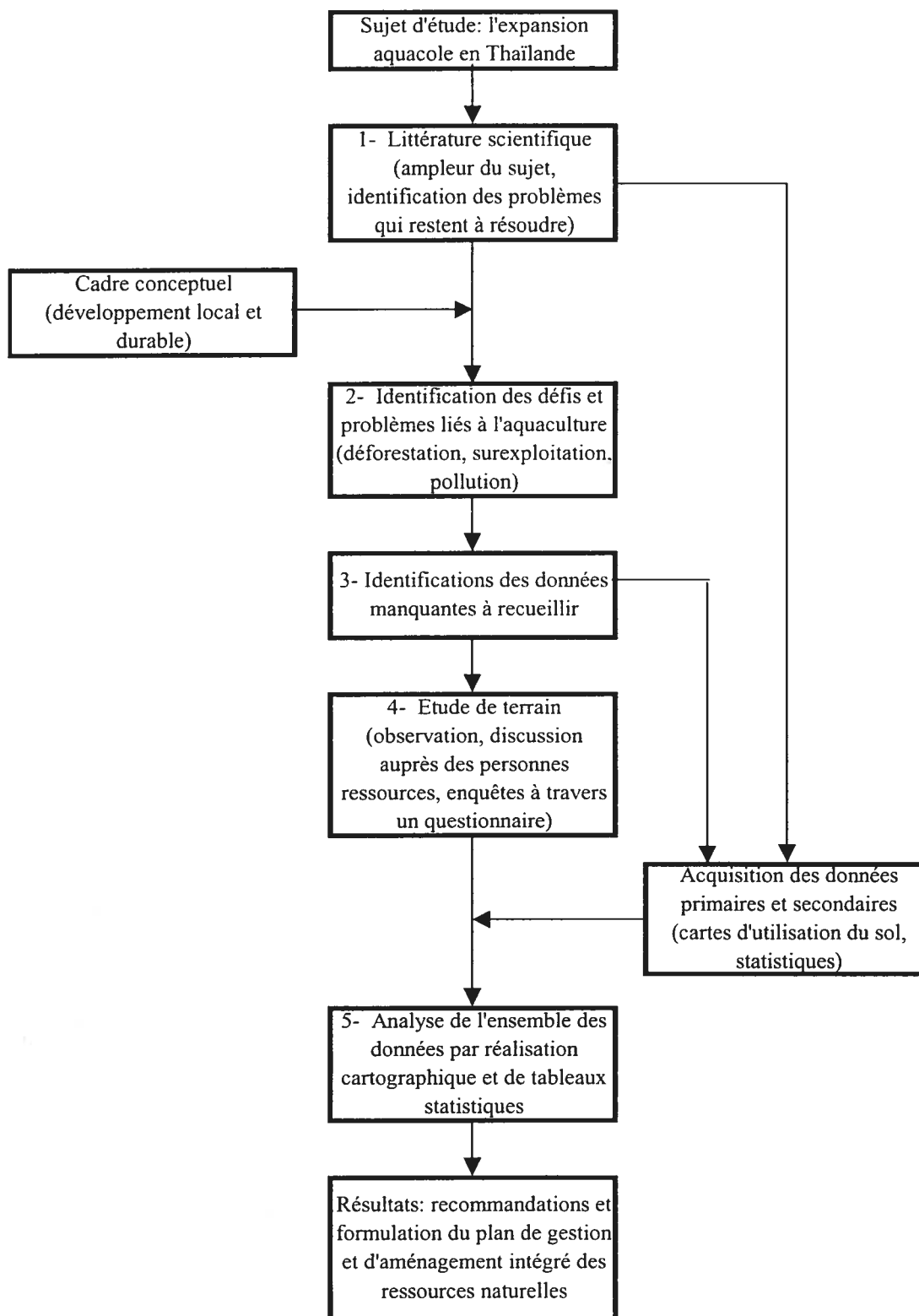


Tableau 3.1
Résumé de la base de données et structure analytique de la recherche

Sujets	Recherche méthodologique		
	Données primaires	Données secondaires	Analyses possibles
Pratiques aquacoles	<p>Observations directes et entrevues à l'aide d'un questionnaire:</p> <ul style="list-style-type: none"> - description de la ferme d'élevage de crevettes - pratiques de gestion des déchets 	<ul style="list-style-type: none"> - Territoire des bassins aquacoles - Caractéristiques des effluents pendant les périodes de culture et de récolte - Caractéristiques sur les sédiments accumulés 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation de la gestion des bassins et de leurs déchets
Eau côtière		<ul style="list-style-type: none"> - Données hydrographiques - Données concernant la baie de Kung Krabaen - Données sur la qualité de l'eau du littoral - Données sur le drainage des canaux et chenaux autour de la baie 	<ul style="list-style-type: none"> - Informations sur la quantité et la circulation de l'eau de la baie - Informations quant aux périodes favorables au rejet des déchets - Estimation sur la concentration en nitrogène et phosphates - Capacité d'absorption environnementale de la baie
Forêt de mangrove	<ul style="list-style-type: none"> - Observations directes sur l'état général de la forêt autour de la baie - Entrevues auprès des experts locaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques structurelles (composition, zonation, densité et régénération naturelle) - Informations sur la production forestière, la biomasse - Quantité d'azote et de phosphates dans la composition des plantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Estimation en nitrogène et en phosphates absorbés par la mangrove - Capacité d'absorption environnementale de la mangrove
Sol et sédiments		<ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques du sol et des sédiments (pH, matière organique, composition chimique) 	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptation du sol à l'aquaculture

<p>Absorption et transport des nutriments dans l'écosystème côtier</p>		<p>Principaux résultats des trois premiers sujets de recherche intégrés aux analyses suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - selon la quantité de nitrogène et phosphates en provenance des bassins aquacoles - selon la quantité de nitrogène et phosphates absorbés par la mangrove - selon la quantité de nitrogène et phosphates transportée dans la baie 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyses selon le concept d'équilibre de masse afin de développer le diagramme en nitrogène et phosphates absorbés et transportés par chacun des écosystèmes étudiés
<p>Composition socio-économique</p>	<p>Observations directes et entrevues à travers le questionnaire:</p> <ul style="list-style-type: none"> - données socio-économiques (taille de la famille, éducation, occupation) - données économiques sur l'élevage de la crevette (coûts et bénéfices, système de crédit, marché) - problèmes de la crevetticulture - attitudes des éleveurs de crevettes envers les réglementations gouvernementales 		<ul style="list-style-type: none"> - Présentation des résultats sous forme de tableaux - Description des statistiques

3.2 L'acquisition des données et leur dimension spatiale

Pour étudier l'expansion aquacole et pour proposer des schémas de gestion de cette pratique qui permettent de la rendre durable, il faut connaître la manière dont les éléments individuels de l'environnement varient et analyser comment la combinaison de ces éléments change dans l'espace. La cueillette de l'information s'est révélée être une des étapes les plus importantes de cette recherche pour ce qui concerne le processus de décisions/réalisations au niveau du territoire.

Ceci est particulièrement net lorsque les données à référence spatiale manquent ou sont d'accès difficile, comme c'est le cas dans bien des pays. En effet, il a déjà été souligné par ceux qui travaillent fréquemment avec les SIG (systèmes d'information géographique) que trop peu d'attention était portée au besoin d'établir des techniques rapides et pratiques de terrain pour améliorer la cueillette de données (Worall, 1989). D'autre part, il est essentiel de garder en mémoire que la qualité et la fiabilité de données récoltées peuvent être fort variables et qu'il est donc important d'y veiller avec soin.

Dans l'état actuel, l'information (ou les données) se présente généralement sous forme de cartes, de tableaux statistiques, de graphiques ou de rapports. Chacun de ces formats est le résultat de la compilation de données recueillies de diverses façons et parmi lesquelles nous distinguons grossièrement les données primaires et les données secondaires qui sont essentielles à l'analyse de cette étude. Les SIG sont également une bonne source d'interprétation de la situation (Meaden et Kapetsky, 1991).

Les données primaires sont les données originelles acquises lors d'enquêtes communément appelées de terrain. Dans le cadre de cette recherche, nous avons procédé à la cartographie à main levée, aux techniques de mesures et/ou d'évaluation à travers un questionnaire, et à des entrevues informelles. Bien évidemment, chacune de ces techniques offre un degré de détail, de précision et de consistance différent. Mais du fait même de leur diversité, elles permettent d'accéder à l'information qui décrit le mieux l'espace au niveau local de l'étude. Les données primaires sont aussi celles acquises à travers l'utilisation de technologies sophistiquées telles la photographie

aérienne et l'imagerie par satellite qui offrent une perception plus globale de l'espace. Ce sont ces deux formats de données primaires qui permettent la réalisation des données secondaires notamment les cartes d'utilisation du sol. Enfin, il ne faut pas oublier de considérer tout autant l'existence de données de type socio-économique ou environnemental, données généralement présentées sous forme de statistiques ou d'évaluation diverses.

Lors de la consultation de ce travail, le gestionnaire-planificateur sera sans doute intéressé surtout par les données de type spatial pour pouvoir identifier clairement à la fois l'ampleur de l'expansion aquacole et la localisation, à l'intérieur de cette expansion, des sites convenant le mieux à la production aquacole. Chaque fois que cela est possible, toutes les informations requises sont donc présentées cartographiquement afin de bien visualiser la distribution spatiale des phénomènes dont un inventaire préalable peut être dressé à partir des données primaires et secondaires.

La cartographie constitue en effet un puissant outil permettant l'étude fine des différents phénomènes et processus en jeu à l'intérieur d'un espace donné. Afin d'illustrer l'évolution de l'expansion aquacole, nous établirons une carte de départ et une carte d'arrivée assurant ainsi une représentation diachronique du processus (De Koninck et *al.*, 1994). Il sera, par la suite, pertinent de mesurer et comparer ces résultats en termes de pourcentages ou de graphiques par rapport à d'autres données recueillies selon différents formats et échelles. Dès lors, il sera possible de décrire et expliquer l'état des différentes évolutions en cours en disposant d'éléments factuels mis en contexte.

Quoique la carte soit un outil essentiel pour la gestion et la mise en valeur d'un territoire, elle offre cependant un degré de précision d'information mais aussi de contenu de l'information qui varie en fonction de l'échelle adoptée. Il est en effet de plus en plus reconnu que les résultats issus d'analyses spatiales varient selon le niveau d'échelle auquel l'étude se déroule (Goodchild et *al.*, 1997, Marceau et Hay, 1999). De plus, les informations obtenues, qu'elles soient disponibles sous forme cartographique ou statistique, sont souvent représentées à des niveaux différents d'échelles selon leur importance et degré d'influence sur le territoire.

Par exemple, les données concernant la marée ou les courants maritimes sont habituellement représentées à des échelles globale ou régionale, rarement de façon détaillée à l'échelle locale; alors que le niveau de détail des données sur l'utilisation du sol est souvent plus grand car il semble fréquemment indiqué d'adopter à son propos une échelle plus fine et d'offrir ainsi une information plus précise. Ainsi, tout en gardant en mémoire cette notion de variation de précision de données en fonction de l'échelle, il convient d'établir une approche réaliste afin de pallier l'inconvénient qu'induit la variabilité des niveaux d'échelle d'analyse.

Dès lors, une des solutions envisageables est d'identifier le degré d'influence des divers éléments environnementaux, socio-économiques et politiques sur le processus aquacole qui nous concerne, et d'étudier l'ampleur d'impact à différentes échelles (globale, régionale et locale). La plupart des études portant sur la recherche d'une gestion optimale pour des fins d'aquaculture considèrent cette approche analytique comme une démarche essentielle pour le planificateur/gestionnaire, car elle lui permet d'effectuer un choix approprié (Aguilar-Manjarrez, 1995; Kam Suan Pheng, 1989).

De même, bien des chercheurs intéressés par le développement durable soulignent l'importance de tenir compte des variances selon l'échelle car toute action néfaste d'abord observable au niveau local peut se manifester ensuite au niveau régional et, après un certain temps, au niveau global (Brklacicht et al, 1991).

3.3 Les démarches cartographiques

L'importance dévolue à l'outil cartographique dans cette recherche impose que l'on décrive le rôle des SIG et la méthodologie utilisée pour l'élaboration des cartes présentées: provenance des cartes de base, validité des sources, principales difficultés d'analyse.

3.3.1 Le rôle et l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG)

De nos jours, les SIG sont de plus en plus couramment utilisés pour mettre en évidence la représentation et l'analyse de l'espace géographique. Plusieurs facteurs expliquent l'expansion

récente de l'usage de cette technologie. En premier lieu, l'augmentation des données de base, le besoin de rentabiliser ces données et celles disponibles en format numérique, ont conduit à rechercher des procédés de manipulation plus aisée de ces données. Ainsi, bien des données primaires sont devenues plus rapidement accessibles dès lors qu'elles ont été introduites directement dans les ordinateurs. De plus, l'évolution technologique des SIG a permis d'améliorer le ratio qualité/prix des logiciels développés. Du fait de l'explosion des capacités de cette technologie aujourd'hui reconnue comme synergiques, bien des développements parallèles ont vu le jour, tels que la cartographie assistée par ordinateur (CAO), la photogrammétrie et les systèmes de gestion de base de données dans le domaine de la recherche opérationnelle. Véritablement, les SIG sont «*the result of linking parallel developments in many separate spatial data processing disciplines*» (Burrough, 1986, p.6).

Grâce aux développements technologiques des SIG, la cartographie assistée par ordinateur fournit des logiciels (*MapInfo, ArcInfo, ArcView*) et des méthodes de saisie des données, de représentation numérique ainsi que de visualisation qui rendent possible l'étude de l'évolution de l'utilisation du sol.

La cartographie nous est particulièrement utile pour atteindre un des premiers objectifs de l'étude, soit connaître puis expliquer l'évolution de la pratique aquacole en termes d'étendue d'utilisation du sol. Cette évolution pourrait être décrite simplement de façon narrative et statistique. Elle est cependant bien plus nette et éloquente lorsqu'elle est illustrée cartographiquement. En effet, cette méthode permet d'analyser de manière plus explicite les conséquences de cette expansion. La cartographie met clairement en évidence les modes d'utilisation du sol qui sont menacés par l'expansion aquacole et permet de localiser les régions propices au développement de l'aquaculture.

L'utilisation de logiciels comme *MapInfo* permet d'atteindre ces objectifs. Ce logiciel, qui répond bien à notre démarche, permet à travers la superposition de diverses informations de tenir compte de nombreux facteurs de type spatial. De plus, les entités et les objets sont ici étroitement liés. Ainsi, il est possible de mesurer l'aire d'une surface numérique en cas d'absence de valeur

numérique pré-existante, ce qui est le cas pour toutes les cartes d'utilisation de sol présentes dans cette recherche.

Il est dès lors possible de quantifier l'évolution ou le recul des différents modes d'utilisation du sol, ce qui est très pratique lorsque l'étude s'effectue à une échelle relativement petite (nous prêtons toutefois attention à l'exactitude des données cartographiques). En effet, les informations statistiques généralement disponibles dans les pays asiatiques sont limitées, la plupart du temps, à un niveau national ou régional, ce qui contribue à diminuer ou masquer une information pouvant être majeure au niveau local. Cette approche est largement développée par l'équipe de recherche du professeur R. De Koninck, à l'Université Laval. Elle a déjà fait ses preuves dans le cadre d'analyses sur le recul des forêts tropicales humides en Asie du Sud-Est (De Koninck et *al.*, 1994 et De Koninck, 1997).

Cependant, la seule utilisation d'un SIG n'est pas suffisante pour cerner toute la dynamique engendrée par notre problème. Aussi, afin de pouvoir exploiter un maximum d'informations, il est indispensable de prêter attention aux supports monographiques qui relatent d'anciennes expériences et permettent d'appréhender des données et faits historiques, politiques et socio-économiques.

Il peut être utile de confronter les résultats acquis à l'aide des SIG avec ces informations parallèles. A ce stade de l'exposé, il nous faut utiliser un SIG comme outil de confrontation visuelle de l'information. En associant l'utilisation d'un SIG à d'autres sources d'informations (statistiques, historiques) il sera possible d'atteindre les objectifs et de vérifier un des problèmes selon lequel l'expansion aquacole est à la source de nombreux conflits territoriaux liés à d'autres types d'utilisation du sol.

3.3.2 Processus d'élaboration des cartes d'utilisation du sol

Les cartes présentées dans le chapitre IV ont été élaborées afin de montrer l'évolution de l'utilisation du sol en Thaïlande à deux échelles différentes, le niveau provincial et le niveau local (cartes 6 à 10). Ces cartes se fondent sur des cartes d'utilisation du sol acquises grâce à la

collaboration du département d'utilisation du sol (*Land Use Department*) et du département royal de foresterie (*Royal Forest Department*) de la Thaïlande.

Cependant, il n'a pas été possible d'obtenir des feuillets d'utilisation du sol pour la province de Chantaburi durant la fin des années 1990 afin d'établir une analyse diachronique. En effet, seuls quelques feuillets étaient disponibles, empêchant ainsi toute étude de l'évolution du sol au niveau provincial. Selon le département d'utilisation du sol, ces feuillets n'ont pas encore été réalisés pour des raisons diverses. Nous n'avons pu obtenir que les informations concernant l'utilisation du sol pour le seul district de Thamai situé dans la province de Chantaburi.

Les cartes concernant l'utilisation du sol dans le site de Kung Krabaen proviennent du centre de recherche de Kung Krabaen à Chantaburi (cartes 11 et 12). Elles ont été produites dans le cadre d'un projet royal pour le développement de l'aquaculture dans la région. Ces cartes, qui n'ont pas encore été publiées, se fondent sur d'autres cartes d'utilisation du sol également acquises grâce à la collaboration du département d'utilisation du sol (*Land Use Department*) et du département royal de foresterie (*Royal Forest Department*) de Thaïlande.

L'ensemble des cartes d'utilisation de sol (cartes de base) qui représentent l'analyse régionale se trouvent dans le quatrième chapitre. Elles ont été élaborées d'après des images satellitaires prises entre 1980 et 2000. Les cartes de 1990 sont à une échelle de 1:250 000^e et proviennent directement de données déjà représentées sur support informatique grâce à une immense opération de cartographie du pays menée en 1990 par le gouvernement thaïlandais. Pour les cartes des années 1999-2000, on a recouru aux seules cartes d'utilisation du sol existantes. Les cartes de 1999-2000 n'offrent qu'une version inachevée, puisqu'il n'y pas encore eu de vérifications de terrain.

En raison de leur échelle au 1:50 000^e, les cartes des années 1999-2000 comptabilisent un total de 36 feuillets (11 pour la province de Phangha et 25 pour la province de Surat Thani). Elles ont tour à tour été numérisées par balayage optique à 400 ppp (DPI) pour être ensuite vectorisées automatiquement sur support *ArcView*. Au total, nous avons obtenu 36 fichiers topologiques de format Shape file (*ArcView*). Ce procédé a été entièrement réalisé par la compagnie privée

Géomatique Enco Inc. de Lévis au Québec. Par la suite, ces fichiers ont été importés sur support *MapInfo* afin de procéder plus facilement aux étapes de nettoyage topologique, de construction et d'identification des polygones.

Quant aux deux cartes représentant l'analyse locale dans le district de Thamaï, elles ont été réalisées d'après des photos aériennes prises entre 1991 et 1996 à une échelle de 1:50 000^e et validées par une observation de terrain subséquente (*Office of Environmental Policy and Planning*, 1995). Les cartes d'origine se résument en deux feuillets qui ont été directement numérisés de façon manuelle sur support *MapInfo*.

L'étape d'informatisation des cartes est cruciale puisque sans elle il n'eût pas été possible d'obtenir les données statistiques correspondantes à chacun des polygones (ou zones) des différents modes d'utilisation du sol (ou classes). Par contre, du fait de l'origine de l'information cartographique de base et des manipulations de vectorisation automatique ou manuelle, de nettoyage topologique et de changements de support logistique qui ont dû être apportés, il faut s'attendre à un certain degré d'erreur de précision dans le résultat cartographique final. Cette marge d'erreur peut varier de 0,2 à 1% entre la carte initiale et la carte numérique mais elle demeure minime et les résultats restent entièrement acceptables (le Département de Foresterie de l'Université Laval accepte une marge d'erreur allant jusqu'à 2%).

Nous avons également procédé à certaines modifications des cartes de base. En effet, par souci de simplicité d'analyse et d'homogénéisation, nous avons modifié les légendes des cartes de base, même celles se trouvant déjà sur support informatique. Ainsi, nous avons réuni par catégories certaines zones d'utilisation du sol qui présentaient des similarités de façon à ce que ces regroupements n'affectent pas l'analyse globale de la recherche.

Par exemple, nous avons regroupé les marais, marécage, forêt de mangrove d'eau douce, forêt de mangrove littorale en une seule catégorie sous l'appellation de forêt de mangrove. Les espaces occupés par ces modes d'utilisation du sol étant si limités par endroits, leur assemblage en une seule zone s'imposait. Cet assemblage, invisible sur les cartes informatisées une fois imprimées, est sans répercussion pour l'analyse. Afin de bien caractériser les classes de la légende employée

et d'éviter toute fausse interprétation, la classification retenue est résumée dans un tableau (tableau 3.2.).

Enfin, nous tenons à le souligner, ce travail colossal de cartographie n'a pu être réalisé que grâce au soutien et à l'aide précieuse de Marc Girard du laboratoire de cartographie, département de géographie, Université de Montréal.

Tableau 3.2
Définition des classes d'utilisation du sol

Cultures vivrières	Les cultures vivrières correspondent essentiellement à des zones de riziculture même si nous avons également regroupé dans cette classe les vergers, les cultures pérennes et les plantation de noix de cajou et coco.
Cultures commerciales	Cette classe représente majoritairement l'héveaculture et les palmiers à huile mais aussi les plantations de café.
Formations forestières	Regroupe toutes les forêts de basse et moyenne altitude qui se distinguent de la forêt de mangrove. Elle comprend les superficies de la forêt équatoriale dense, la forêt équatoriale dégradée, les plantations forestières et, selon les cartes, les buissons et arbustes.
Forêt de mangrove	La forêt de mangrove est une forêt de très basse altitude, de milieu inondé, affectée par le rythme des marées. Elle est dense et non perturbée par les activités humaines. Cette catégorie comprend également les marais et marécages se trouvant au voisinage de la mangrove.
Forêt de mangrove dégradée	La forêt de mangrove est dite dégradée parce que la forêt se trouve perturbée par l'Homme et qu'au moins 40% de son territoire initial se trouvent en friche. On observe un remplacement de la forêt de mangrove par une formation de moindre biomasse.
Aquaculture	Elevage d'espèces aquatiques en milieu inondé. Cette aquaculture se retrouve aussi bien sur terre sous forme de bassins d'élevage que dans les fleuves et lacs sous forme d'enclos ou cages-atrapes.
Ferme d'exploitation saline	Zones en milieu littoral exclusivement orientées vers la production de sel. Ces superficies se développent généralement sur d'anciennes superficies aquacoles ou de forêt de mangrove.
Territoire habité	Cette classe comprend tous les espaces habités (villages et zones urbaines et industrielles) mais aussi les mines. Les superficies de ces deux dernières catégories sont plus ou moins importantes selon les régions et les années.
Réseau hydrographique	Comprend lacs, estuaires et embouchures de fleuves.

3.4 Les données statistiques et leur analyse

L'analyse environnementale et socio-économique a été menée dans le site de Kung Krabaen au moyen d'un questionnaire. Elle a abordé six thèmes: 1) les pratiques d'élevage de crevettes y compris le système d'évacuation des déchets; 2) la qualité de l'environnement marin aux abords du site d'étude; 3) l'aspect de la forêt de mangrove ainsi que son rôle dans l'environnement littoral; 4) les caractéristiques du sol et des sédiments en place; 5) les questions d'absorption et de transport des sédiments; 6) les paramètres socio-économiques de la région concernée. L'ampleur de ce travail exige forcément que l'on explique les différentes démarches d'acquisition des données primaires et secondaires ainsi que les procédés analytiques qui ont été utilisés (tableau 3.1).

3.4.1 Étude des pratiques aquacoles

La nature et le procédé d'évacuation des déchets des fermes d'élevage de crevettes dépendent essentiellement de la manière dont sont gérées les fermes aquacoles. Généralement, les déchets contiennent une certaine quantité de nutriments provenant de la nourriture non consommée par les crevettes ainsi que de fèces et de fertilisants. Cette étude examine donc les pratiques aquacoles principalement au niveau de la manipulation des déchets pour ensuite évaluer la gestion des bassins et de leurs résidus.

Les données primaires sont obtenues par l'observation et les entrevues de terrain réalisées au moyen d'un questionnaire explicitement structuré et formulé pour obtenir les informations nécessaires concernant les fermes d'élevage ainsi que leur pratique de gestion des déchets (Annexe A). Tandis que les données secondaires ont été recueillies grâce à la consultation de divers rapports de recherche menés par des étudiants et chercheurs locaux au Centre d'études du projet de développement royal de la baie de Kung Krabaen. La synthèse de ces deux formes de données permet d'estimer le total de déchets évacués des bassins aquacoles vers la baie.

3.4.2 Étude de l'environnement marin

La grande majorité des fermes d'élevage de crevettes situées aux abords de la mer y déchargent complètement et directement leurs déchets tant liquides que solides, ce qui entraîne immédiatement une hausse de la pollution des eaux du littoral. Cette forme de pollution a été reconnue comme le principal agent de maladie et de mortalité chez les crevettes puisque l'eau des bassins provient par la suite de la mer environnante polluée. Cette pollution a causé d'énormes pertes économiques voire parfois provoqué l'effondrement de la production de crevettes notamment dans la région deltaïque du Chao Praya (Dricot, 1997).

Afin de mesurer l'importance de cette pollution des eaux du littoral, il faut étudier la capacité d'assimilation des déchets par l'environnement marin. Pour cela, il est impératif de connaître les principaux paramètres hydrauliques concernant la baie et le système de drainage des canaux et chenaux œuvrant autour de la baie de Kung Krabaen. Des données secondaires relatives à ces sujets ont été acquises auprès du Département des pêches de Bangkok (*Department of Fisheries*) et de leur division située au Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen, Chantaburi.

Dès lors que l'on possède ces données, il est possible d'estimer l'impact des paramètres hydrauliques et de drainage sur la qualité de l'eau et de prédire les changements de la qualité de l'eau selon les périodes de déchargement des déchets provenant des bassins aquacoles. Les formules employées pour mesurer la capacité d'absorption environnementale de la baie de Kung Krabaen sont évoquées dans *The Nature Conservancy Council*, 1989 et dans Mcralf et Eddy *Inc*, 1990. Finalement, la capacité d'accueil en fermes aquacoles pour le site de Kung Krabaen est établie à partir des résultats obtenus et en utilisant le modèle de balance de masse proposé par Mcralf et Eddy, 1990.

3.4.3 Étude de la forêt de mangrove

Notre étude de la forêt de mangrove vise à définir les caractéristiques structurelles et de biomasse forestière de l'écosystème qui permettent d'estimer sa capacité d'absorption des nutriments et de polluants provenant des fermes aquacoles. Cette étape est cruciale car elle souligne l'importance du rôle de la mangrove dans le processus environnemental d'absorption. La forêt de mangrove est

déjà reconnue pour sa grande capacité d'ingestion de fer et sel. Il est essentiel d'évaluer aussi sa capacité d'absorption de la grande quantité de nutriments et agents polluants provenant des fermes de crevettes. La capacité d'absorption de la forêt de mangrove doit être déduite du processus de contamination de la baie de Kung Krabaen.

L'acquisition de l'information dépend essentiellement de la collecte de données secondaires recueillies à travers la consultation de divers rapports de recherche et documents statistiques compilés par des chercheurs locaux au Centre d'études du projet de développement royal de la baie de Kung Krabaen. La disponibilité et les suggestions des divers experts locaux travaillant pour le Département de Foresterie de Chantaburi ont été d'une aide précieuse, particulièrement en ce qui concerne l'analyse des caractéristiques structurelles et de biomasse de la forêt de mangrove. Quelques données primaires ont également été obtenues à partir d'observations et d'entrevues de terrain réalisées encore une fois à travers le questionnaire; ces données permettent de préciser la situation actuelle de la forêt de mangrove (Annexe A).

3.4.4 Étude du sol et sédiments

Cette étude décrit les principaux paramètres physiques et chimiques du sol et des sédiments présents sur le site de Kung Krabaen. Les paramètres varient généralement selon le mode d'utilisation du sol. Ils permettent d'appréhender les différents degrés d'adaptation du sol à l'aquaculture.

Les données utilisées sont ici toutes secondaires. Elles proviennent d'une étude menée par le Centre d'étude et de développement de la baie de Kung Krabaen sous la direction des Départements de l'agriculture et d'utilisation du sol situés à Bangkok. Concrètement, un échantillonnage a été effectué à l'aide de cinq transects autour de la baie. Chaque transect est constitué de une à cinq stations représentant différents types d'utilisation du sol. A chaque station, un échantillon du sol a été prélevé à 50 cm de profondeur. Enfin, la réaction du sol a été déterminée par son pH.

3.4.5 Étude concernant la capacité d'absorption des nutriments et leur transport dans l'environnement côtier

Les fermes d'élevage de crevettes produisent de larges quantités de déchets qui contiennent des nutriments pour les végétaux (azote et phosphate). Ces nutriments sont généralement rejetés dans un système de canalisations qui débouchent dans la baie de Kung Krabaen et, de là, dans l'environnement marin. D'un autre côté, la forêt de mangrove peut absorber ces nutriments jusqu'à un certain seuil. Cette fonction écologique aide à équilibrer la qualité de l'eau à chaque niveau des composantes de la région littorale.

La réussite d'un tel processus dépend beaucoup de la période de rejets des déchets et du volume d'eau en circulation dans les chenaux, canaux et dans la baie. Ainsi, à partir des principaux résultats provenant des études concernant les pratiques aquacoles et la forêt de mangrove, nous voulons analyser le modèle de transport des nutriments dans l'environnement marin ainsi que sa capacité d'absorption en nutriments en utilisant le concept de masse d'équilibre déjà évoqué.

3.4.6 Étude des données socio-économiques

Sur le littoral de la province de Chantaburi, les revenus élevés obtenus par les paysans qui ont transformé leurs terres rizicoles ou leurs vergers en bassins d'élevage de crevettes ont entraîné des changements rapides dans l'utilisation du sol. S'il est vrai que ces nouveaux éleveurs ont pu obtenir très rapidement de bons bénéfices au début, ils ne sont pas à l'abri d'un effondrement de leur production crevetticole après quelque cinq années, par manque de gestion durable. Auquel cas ils perdent inévitablement leur investissement et abandonnent alors leurs bassins.

En outre, l'aquaculture a induit une déforestation de la mangrove et une pollution des eaux du littoral affectant toute la population locale à long terme. C'est pourquoi les aspects socio-économiques du développement de l'aquaculture doivent être étudiés afin d'évaluer la situation actuelle des éleveurs de crevettes dans la baie de Kung Krabaen. Leur attitude face aux règlements gouvernementaux relatifs à la crevetticulture doit également être étudiée.

Pour cette étude, les données primaires proviennent de nos enquêtes (Annexe A). Les données secondaires proviennent de recherches antérieures, dont celle menée par Pomeroy (1995) et de rapports d'études entreprises par diverses agences gouvernementales. Leurs résultats ont été utilisés pour vérifier l'interprétation et l'analyse des résultats obtenus à partir des données primaires. Grâce à une confrontation de statistiques provenant de ces deux sources d'informations, il a été possible de décrire le statut de l'ensemble des éleveurs interrogés, qu'ils soient ou non impliqués dans le projet de la baie de Kung Krabaen.

3.4.7 Processus d'analyse pour le plan d'aménagement et de gestion intégrée

Les analyses des résultats de toutes ces études sont ensuite compilées et synthétisées. Toutes ces informations sont importantes pour la formulation d'un plan de développement et d'aménagement des pratiques aquacoles de la région qui puisse assurer un développement durable, c'est-à-dire avec un impact environnemental acceptable et un maintien des bénéfices à long terme.

C'est de cette analyse globale que nous déduisons les potentiels environnementaux, sociaux et économiques de la région étudiée. Le processus d'analyse (figure 3.2) que nous suivons à cette étape de l'étude s'inspire des recherches entreprises par Barg (1992). Bien que cette démarche semble généraliste à cette étape de la recherche, elle a pour but de garantir une étude systématique offrant des points de repère, évitant ainsi de se perdre dans une étude trop vaste.

Cette démarche comprend les étapes suivantes:

- 1) la description de l'environnement littoral ainsi que de ses composantes physiques, biologiques, sociales, économiques et de tout autre caractéristique reliée;
- 2) la compilation et la synthèse des données de base à partir de la recherche monographique et des résultats acquis notamment grâce aux missions de terrain;
- 3) l'adoption d'une stratégie de développement durable propre à la crevetticulture;

4) la détermination et la quantification des menaces existantes provenant de la crevetticulture ainsi que de leurs conséquences;

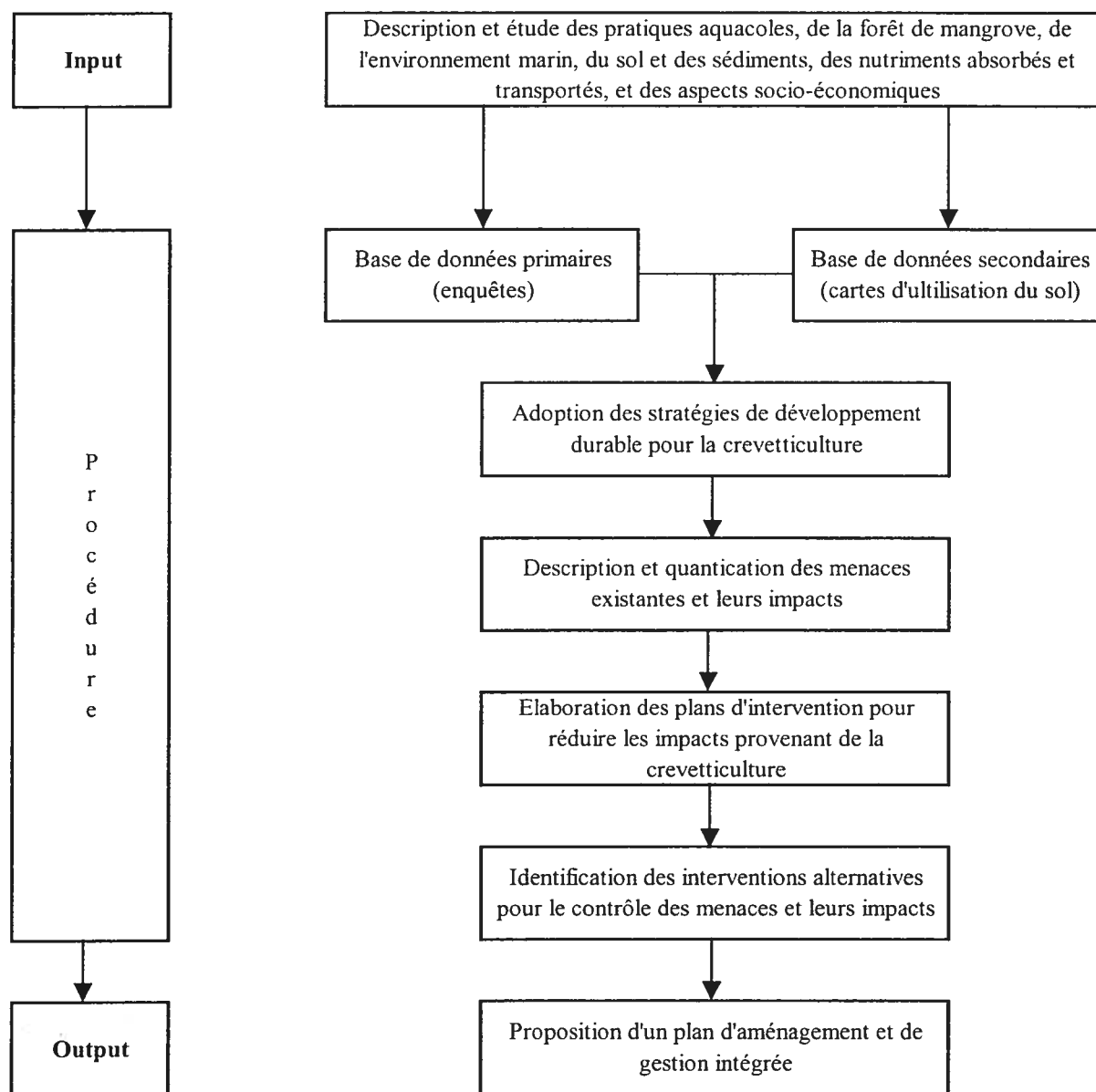
5) la détermination d'un plan d'intervention afin de réduire les conséquences jugées néfastes;

6) l'identification des autres interventions possibles pour le contrôle de ces menaces et de leurs conséquences;

7) et, en dernier, la proposition d'un plan de développement réaliste (ou faisable), compte tenu des technologies appropriées, des mesures d'atténuation et des programmes de contrôle qui seront recommandés.

Figure 3.2

Processus d'analyse pour un plan d'aménagement et de gestion intégrée



3.5 Les missions de terrain et procédure d'étude régionale

Le concept de région a récemment fait l'objet d'une nouvelle approche par Robert R. Bone afin d'actualiser le terme (Bone, 2002). La notion de région renvoie toujours à quelques idées-clés telles que: homogénéité, polarisation (ou structuration), discontinuité, espace de projets, mais il se définit explicitement de cette manière:

«Sharing a common place, region is an area of the earth's surface that has distinctive characteristics; a region is a synthesis of physical and human characteristics that, combined with its distinctiveness from surrounding regions, produce a regional character and a sense of place... vary in many ways.... Size: mega (world regions), mesoregions (segments of a nation-state), microregions (local areas)...» (Bone, 2002)

Il est également remarquable d'observer que la référence à la région demeure encore très présente dans la pratique de la recherche comme dans celle du développement, notamment lorsqu'il s'agit de développement local. Bien des chercheurs affirment depuis quelques années qu'il faut agir localement tout en pensant globalement (Dansereau, 1995).

On peut souligner aussi qu'un bon nombre de travaux scientifiques en géographie, et dans d'autres sciences sociales, continuent de s'appuyer sur une méthodologie basée essentiellement sur une collecte d'informations réalisée dans un espace de dimensions moyennes, qui dépasse certes le micro-espace villageois mais sans coïncider avec l'espace national. Cette concentration de l'action sur un espace infra-national correspond à la nécessité de traduire en projets concrets les grands objectifs macro-économiques. Ceci explique en partie le cheminement opérationnel choisi pour cette recherche. En partant d'une réalité nationale à travers l'analyse de différentes provinces thaïlandaises, nous examinerons un cas particulier, le site de Kung Krabaen (Chantaburi), afin de répondre à une question générale concernant le développement durable.

S'il est possible de présenter un certain nombre de chiffres et de tableaux en matière d'analyse régionale, leur interprétation demeure malaisée du fait de la complexité des comportements en jeu. Les causes d'un phénomène donné peuvent, en effet, être d'ordre à la fois historique, économique et culturel et sont susceptibles de s'étaler sur une échelle tant régionale

qu'internationale. C'est pourquoi il est conseillé que les enquêtes de terrain mettent l'accent surtout sur les aspects qualitatifs des problèmes soulevés et qu'elles ne s'attachent qu'à des échantillons très restreints (Head, 2000). Le souci d'exhaustivité a souvent conduit à effectuer des enquêtes lourdes et peu rentables sur des espaces non significatifs.

En dépit des résultats que ces démarches analytiques régionales d'un site d'étude peuvent apporter, il convient de reconnaître qu'elles ne permettent pas à elles seules d'épuiser toutes les questions posées quant à la transformation des milieux ruraux, par exemple. En effet, la difficulté des analyses régionales vient de ce que les espaces étudiés se trouvent bien souvent sous l'influence de faits ou de décisions extérieures qu'il faut, bien évidemment, toujours prendre en compte.

«Les mouvements de capitaux, les phénomènes migratoires, les transformations du monde rural dépendront encore longtemps d'agents économiques étrangers à la région, sinon à la nation. L'analyse régionale déborde toujours ainsi de son propre cadre.» (Ancy *et al.*, 1971).

Sans perdre de vue ces quelques notions, deux missions de terrain, d'une durée de deux mois chacune, ont été effectuées en Thaïlande durant l'automne 2000 et l'été 2001. La première mission dite de «reconnaissance de terrain» a permis d'obtenir davantage d'informations spécifiques, notamment les données cartographiques et statistiques indispensables à la recherche. Elle a permis également de réaliser des enquêtes auprès des personnes ressources, le plus souvent auprès du département royal de foresterie et du département de foresterie de l'université de Kasetsart de Bangkok, afin d'identifier un territoire précis pouvant accueillir notre projet d'étude.

Le site de la baie de Kung Krabaen situé dans le district de Thamai dans la province de Chantaburi a ainsi fait l'objet d'une première visite (automne 2000). Ce premier séjour, réalisé avec l'aide de la division de foresterie du centre d'étude et de développement de la baie Kung Krabaen, a permis de parcourir à pied ou en moto l'ensemble du site, de prendre des photos et d'établir des points de repère pour la future enquête. En même temps, une observation plus rigoureuse de la forêt de mangrove a été réalisée.

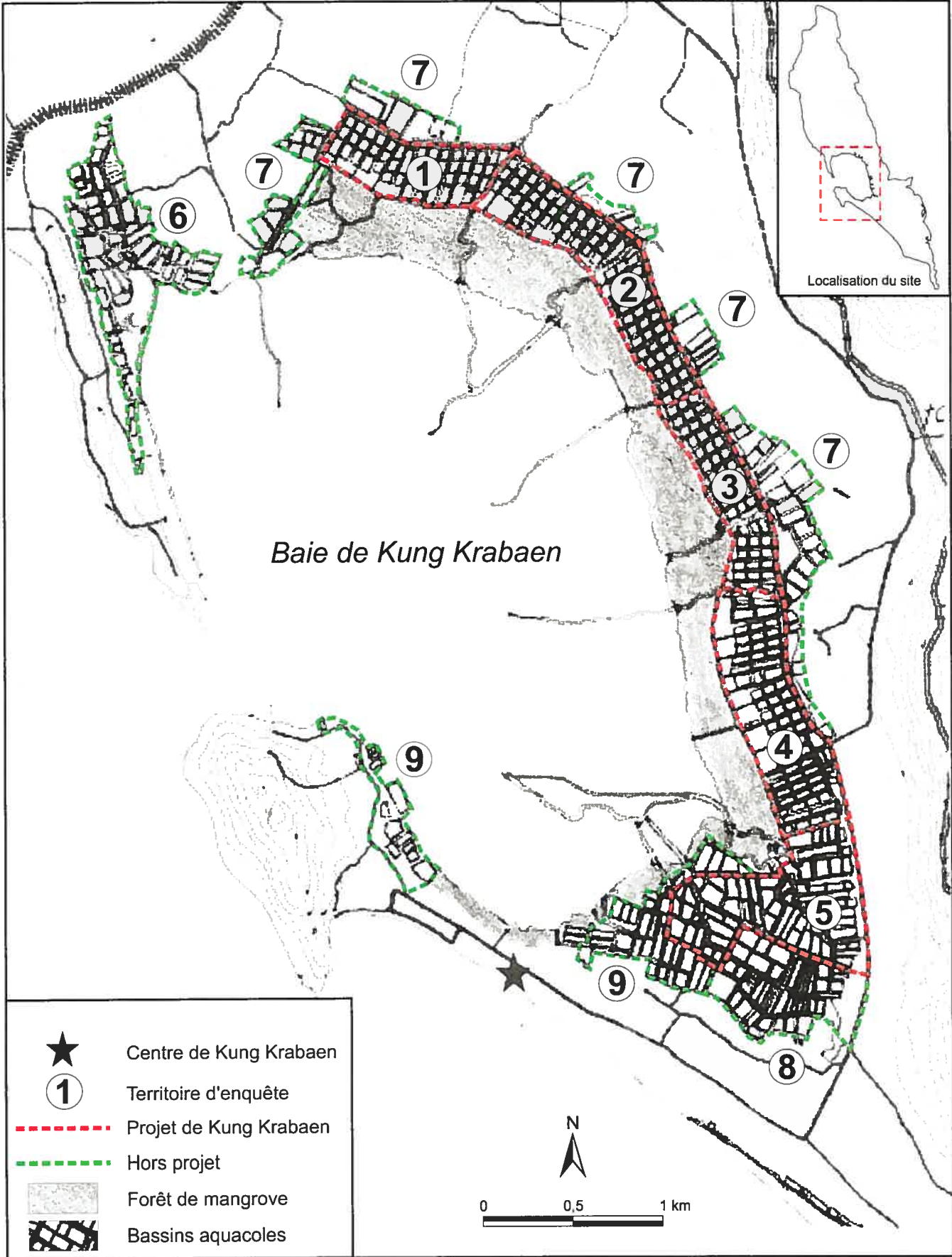
Ensuite, lors de la deuxième mission, une enquête de terrain proprement dite a été réalisée auprès des acteurs locaux (juin-juillet 2001). C'est au cours de cette seconde mission qu'a été acquise l'information primaire nécessaire à l'établissement d'une base de données permettant l'évaluation des conditions environnementales et socio-économiques du site de Kung Krabaen.

La technique d'enquête de terrain par application d'un questionnaire structuré a été privilégiée. La formulation de ce questionnaire (Annexes A et B) s'appuie sur les informations monographiques récoltées lors de la première visite sur le terrain et sur des échanges de vue avec le professeur Sanit Arksonkoe du département de foresterie de l'université de Kasetsart. La méthode d'échantillonnage retenue est celle de l'échantillonnage aléatoire stratifié spatialement (en anglais: *a stratified random area sample*) basée sur l'article de Berry et Baker dans *Spatial Analysis: a reader in statistical geography* (1968).

Afin de réaliser 50 entretiens, le territoire d'étude a été divisé en dix zones d'échantillonnage spatial. Le choix de s'en tenir à 50 questionnaires se justifie principalement par la taille du territoire échantillonné qui est d'environ deux hectares. La délimitation des zones a été obtenue à partir d'une logique de découpage du paysage physique et en suivant la limite du territoire situé ou non dans le projet de Kung Krabaen (cartes 4 et 5). Etant donné qu'un des principaux intérêts de ce questionnaire est d'observer les divergences ou ressemblances possibles entre les fermes d'élevage de crevettes situées à l'intérieur du projet de Kung Krabaen par rapport à celles situées à l'extérieur, on a pris soin de diviser en deux les dix zones d'échantillonnage.

Nous avons donc 25 questionnaires réalisés dans cinq zones d'échantillonnage situées dans le projet de Kung Krabaen et 25 autres questionnaires réalisés dans les autres cinq zones d'échantillonnage, situées en dehors du projet. Dans chaque zone, cinq cas sont étudiés au hasard, après numérotation des bassins et tirage au sort. Si un bassin choisi au hasard possède le même propriétaire ou le même locataire qu'un bassin précédemment étudié, il est remplacé par un autre bassin, tiré également au hasard. Ainsi, chaque cas étudié dans une zone concernée se réfère à un gestionnaire différent. L'avantage de cette méthode d'échantillonnage stratifié permet d'éliminer certains biais que pourrait introduire l'entrevue d'un même propriétaire ou locataire de bassin à l'intérieur d'une même zone.

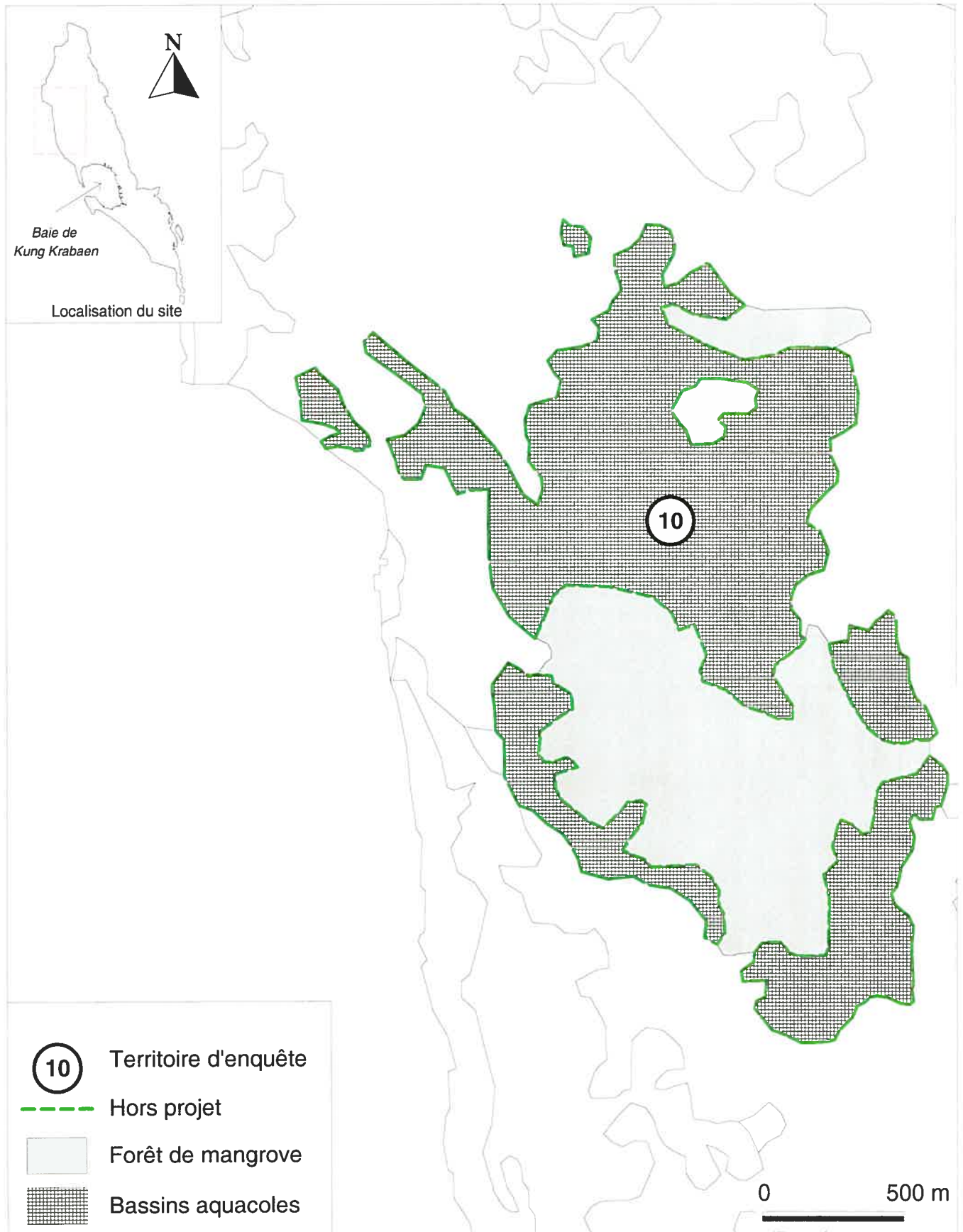
Carte 4 : Localisation des enquêtes dans la baie de Kung Krabaen, Chantaburi, 2001.



Source : Kung Krabaen Royal Project Development Study Center, 1996.

Adaptation : Estelle Dricot, 2001.

Carte 5 : Localisation des enquêtes dans le district de Thamai, Chantaburi, 2001.



Source: Kung Krabaen Royal Project Development Study Center, 1996.

Adaptation : Estelle Dricot, 2001

3.6 Les difficultés et les limites méthodologiques

La première grande difficulté demeure l'accès à l'information, notamment cartographique. Il est étonnant de constater que bien des administrateurs locaux craignent encore la diffusion de l'information cartographique pour cause de «secret d'État». Évidemment, il serait également possible d'accéder aux informations de télédétection directement auprès des grandes entreprises d'agro-industrie, mais le coût demandé pour l'acquisition reste réellement trop élevé pour bien des chercheurs.

Toujours dans le domaine cartographique, on rencontre, dans le Sud-Est asiatique, des problèmes de disponibilité de certaines informations. Par exemple, en Thaïlande, les cartes d'utilisation du sol ne sont pas réalisées de façon systématique, à intervalles réguliers. Toutes les régions du pays ne sont pas pareillement répertoriées sur cartes régulièrement mises à jour. De même, les échelles d'analyse d'une province ou d'une date à une autre varient entre 1/50 000^e, 1/250 000^e et 1/500 000^e. L'échelle 1/50 000^e est pourtant préconisée lorsqu'il s'agit d'analyse régionale, c'est-à-dire au niveau des provinces d'un pays, voire d'un district.

Ces problèmes de standardisation des indicateurs et de systématisation des cueillettes d'information peuvent être rencontrés dans les données statistiques. Toutefois, l'informatisation de la cartographie avec des logiciels de système d'information géographique est aujourd'hui apte à combler bien des lacunes de cet ordre.

De son côté, le recours sur le terrain aux questionnaires auprès de la population concernée soulève des problèmes d'accessibilité, de traduction, de sélection des informateurs et requiert une collaboration tant locale qu'institutionnelle. Ces problèmes trouvent leurs solutions mais celles-ci demandent du temps, des moyens financiers et de la disponibilité.

D'autre part, l'analyse des résultats du questionnaire doit, autant que possible, refléter la réalité. La procédure de l'entrevue et le premier contact entre l'interrogateur et la personne interrogée se révèle d'une extrême importance si l'on désire établir une base de confiance entre les deux parties et éviter, de cette manière, d'éventuelles fausses déclarations. Même si on se réfère à la

bibliographie afin d'étayer les résultats de ces enquêtes par des travaux antérieurs, la pertinence des analyses dépend toujours de notre seul jugement.

Enfin, une fois les données acquises, les résultats analysés et les conclusions tirées, on doit se résoudre à admettre que l'information d'une grande partie des études géographiques, en particulier des études régionales, est souvent dépassée au moment où elle est mise à la disposition du public. L'organisation des composantes naturelles et culturelles du territoire est bien sûr sans cesse en mouvement et la recherche continue à progresser; heureusement...

CHAPITRE IV

LES ÉTAPES DE L'EXPANSION AQUACOLE EN THAÏLANDE: CARTOGRAPHIE, STATISTIQUES ET ANALYSES

«Because cloud cover is at its minimum in the dry season, aerial photography and satellite image surveys are generally conducted in that season. Given that much of the cropping in Thailand is rain fed, it is difficult in the dry season to distinguish between areas that were cropped in the previous wet season and areas that were fallow; thus the tendency for these surveys to overestimate the area under cultivation»

Feeny, 1988, p. 114 et 282.

4.1 Le rôle de l'aquaculture dans la transformation des paysages littoraux

L'aquaculture est présente sur les 2 600 km de côtes thaïlandaises. Depuis une vingtaine d'années, elle tient de ce fait un rôle prépondérant dans la transformation du paysage littoral. En 1991, la Thaïlande devient en fait le premier pays producteur de crevettes avec une exportation qui dépasse les 227 560 tonnes en 1998 pour un revenu total annuel variant de 1 à 2 milliards de dollars américains (Vandergeest *et al.*, 1999). Ainsi, selon le Département des Pêches de la Thaïlande, le nombre de fermes d'élevage de crevettes dans le pays est passé de 3 572 en 1980 à 23 723 en 1997 (Département des Pêches de la Thaïlande, 1999).

Ces données devraient encore être revues à la hausse, puisque la plupart des fermes d'élevage de crevettes de petite envergure (moins de un hectare) ne sont pas enregistrées auprès des autorités locales. Mais ce sont les fermes de taille moyenne (entre 1 et 20 hectares) qui prédominent dans

le paysage littoral thaïlandais. La monoculture, avec l'emploi d'un taux d'approvisionnement en larves élevé, est la technique de production privilégiée. Une grande partie du stock d'approvisionnement en larves provient des provinces qui bordent la mer d'Andaman, notamment des rivages de la province de Phangha où l'on trouve les plus belles formations de mangrove du pays.

En termes d'espace territorial, cette crevetticulture est passée de 26 036 hectares en 1980 à quelque 73 120 hectares en 1997 (Département des Pêches de la Thaïlande, 1999). La grande majorité des éleveurs de crevettes d'aujourd'hui sont d'anciens riziculteurs ou d'anciens pêcheurs traditionnels. Cette conversion des modes d'exploitation des ressources naturelles, expliquée surtout par l'attrait d'un gain important et rapidement acquis, implique cependant une escalade dramatique en termes d'impacts environnemental et économique.

En 1998, les coûts de construction pour un hectare de ferme d'élevage de crevettes, ajoutés aux coûts qui accompagnent la première production, étaient d'environ un million de baths alors qu'en Thaïlande le revenu moyen *per capita* était de 77 000 baths (Asian Development Bank, 1998) ⁽³⁾. Par contre, les revenus provenant de la crevetticulture étaient tellement élevés que les éleveurs, s'ils ne rencontraient pas de graves problèmes de maladie, pouvaient facilement rentrer dans leur frais en moins d'une année et, après deux ans d'exploitation, accumuler des gains importants. Cependant, considérant les risques trop élevés de la crevetticulture, les banques ont mis fin dès 1998 au système de prêts d'aide au développement de la production de crevettes. En conséquence, les aquaculteurs qui allaient chercher leur investissement initial sous forme de prêts auprès des banques ont commencé à se tourner davantage vers le prêt familial.

La crevetticulture thaïlandaise est caractérisée à la fois par une mobilité spatiale et par une succession de cycles de booms et déclin de la production qui modulent l'expansion territoriale. Ces variations sont fortement dominées par les crises d'épidémie chez la crevette. Alors que l'aquaculture prenait à peine de l'expansion sur les côtes Est et Ouest du golfe de la Thaïlande au milieu des années 1980, l'exploitation intensive de la crevette, qui avait fait son apparition plus

⁽³⁾ Nous décidons de garder les données dans la monnaie nationale, le bath, puisque les taux de change ont énormément varié, passant de 25 baths pour un dollar américain à 50 baths lors de la crise économique, pour revenir à environ 36 baths en 1998. Lors de notre dernier passage dans le pays en 2001, le dollar américain était à 44 baths.

tôt dans la région deltaïque du Chao Praya, s'écroulait au début des années 1990 pour cause de pollution de l'eau et des sols. Plus tard, entre 1996 et 1997, c'était au tour des fermes d'élevage de crevettes de la péninsule thaïlandaise d'accuser une perte de production de 50% pour cause de maladies, laissant un bon nombre de petits éleveurs avec d'énormes dettes.

Avec la crise économique asiatique de 1997, le prix de la crevette a fortement grimpé au fur et à mesure que le bath passait de 25 à 50 dollars américains (Court, 1998). Ainsi, alors même que la Thaïlande accusait une diminution de sa production aquacole, l'augmentation du prix de vente de la crevette permettait un certain maintien de l'activité aquacole du pays.

Mais cette augmentation du prix de la crevette a également favorisé le développement à grande échelle de la production crevetticole dans les autres pays du Sud-Est asiatique, notamment au Vietnam. Simultanément, à cela, la demande internationale en crevettes provenant surtout du Japon diminuait. A la fin des années 1990, le prix de la crevette s'effondre donc une seconde fois de 50% par rapport aux plus hauts pics de revenus, laissant nombre d'aquaculteurs incapables de rembourser leurs dettes. D'un autre côté, afin de combler les pertes financières causées par cette chute du prix de la crevette, l'aquaculture thaïlandaise reprend sa conquête territoriale avec l'objectif d'augmenter sa production.

Au cours de toutes ces années, l'expansion de l'espace aquacole et l'intensification de la production laissent des traces visibles sur l'environnement littoral de la Thaïlande. Le mode de vie des populations côtières s'en trouve profondément modifié. C'est l'ensemble de ces altérations que nous nous proposons d'analyser dans le cadre du présent chapitre.

Nous allons, en premier lieu, décrire le processus de transformation du sol dans les trois provinces thaïlandaises de Surat Thani, Phangha et Chantaburi. Cette recherche diachronique, qui s'échelonne des années 1980 à nos jours, est réalisée à partir des résultats de l'analyse de cartes et des statistiques. Confrontant les données issues de la cartographie à d'autres sources statistiques, la recherche vise à rassembler les informations de base sur le processus dynamique de l'expansion aquacole et de la déforestation de mangrove et à en comprendre la logique. Nous verrons que, non seulement l'espace aquacole change au cours des années, mais qu'en plus les étapes

d'expansion sont différentes selon les régions côtières. En second lieu, on s'intéressera aux pratiques aquacoles menées dans les provinces à l'étude. Le processus historique de l'expansion aquacole en Thaïlande (tel qu'il a été décrit au chapitre II) est intimement lié à la situation actuelle, en particulier le long de ces côtes peuplées et cultivées depuis longtemps. Une bonne partie des variations dans la manière de pratiquer l'aquaculture actuelle dans les grandes régions littorales de la Thaïlande s'explique en fonction des types anciens d'exploitation agricole ou des ressources naturelles, selon les traditions et modes de vie préalablement établis. Enfin, nous ferons le bilan des conditions actuelles de la forêt de mangrove.

4.2 L'aquaculture en Thaïlande: une expansion par étapes

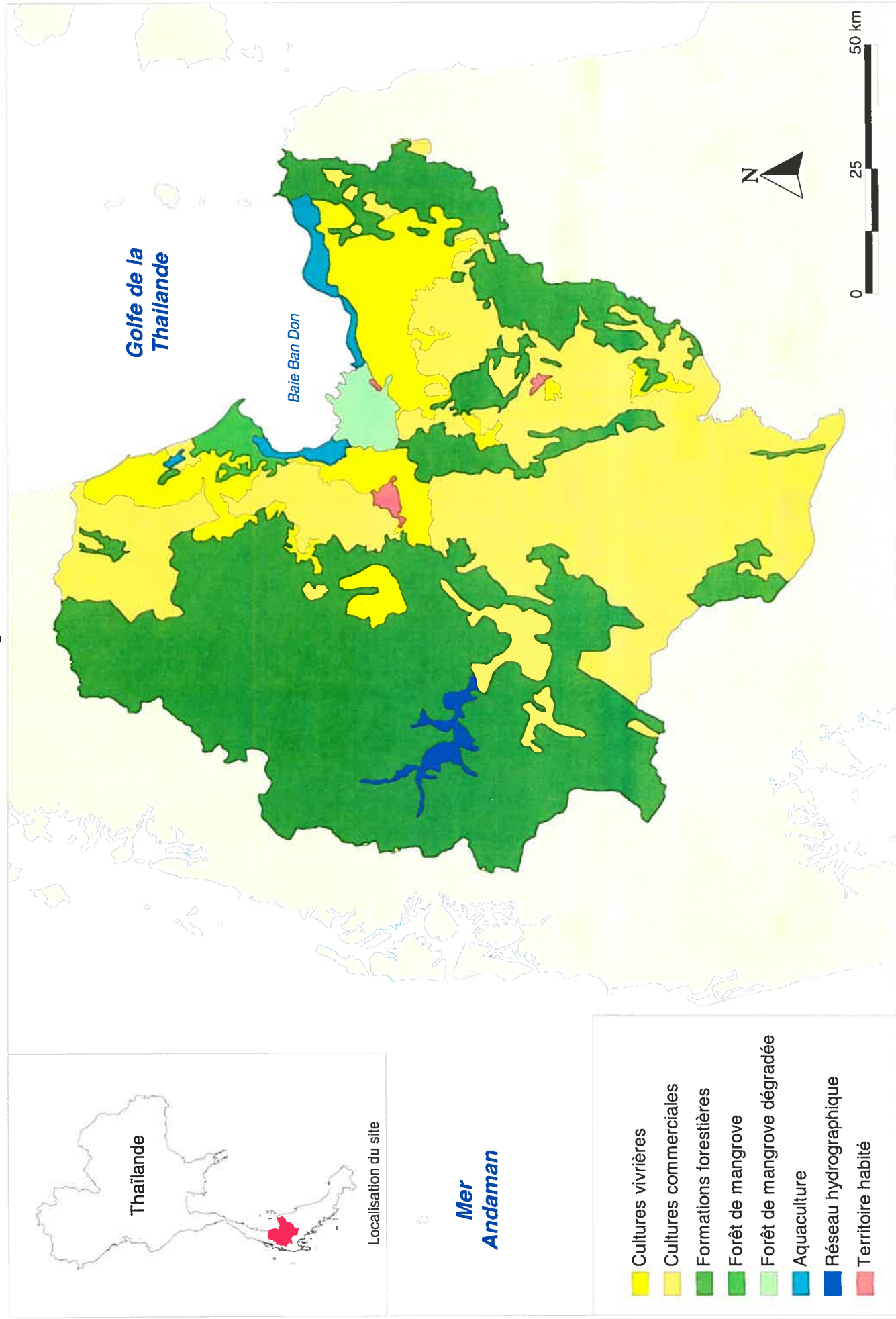
Dans le but de bien représenter la dynamique contemporaine de l'espace aquacole en relation avec le couvert forestier de la mangrove, trois provinces distinctes géographiquement par les mers qui les bordent ont été retenues. En effet, après une analyse détaillée des documents cartographiques acquis, nous avons pu rapidement déterminer que l'évolution aquacole montre, à quelques exceptions près, une transformation spatiale comparable entre les provinces, alors que la trame temporelle montre une évolution différentielle particulièrement intéressante.

4.2.1 Évolution de l'utilisation du sol dans la province de Surat Thani, 1990-2000

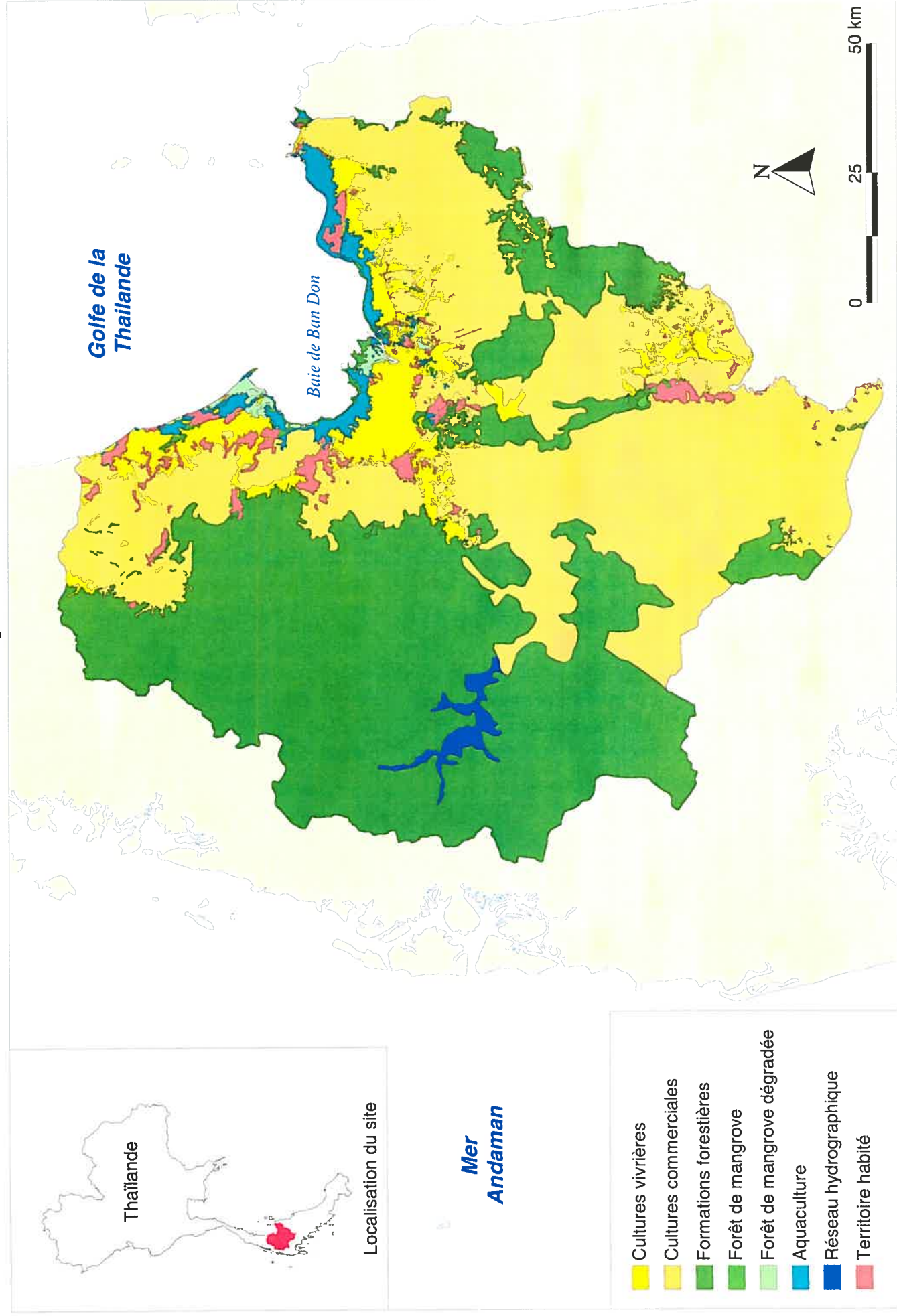
La province de Surat Thani est située dans l'isthme de Kra et fait face au golfe de Thaïlande. La population y est majoritairement employée dans le domaine agricole et forestier. Cependant, depuis 1984, la province de Surat Thani est devenue la principale province de la péninsule thaïlandaise à générer des emplois dans le secteur industriel (Paw *et al.*, 1988).

Du point de vue morphologique et sur la simple observation des cartes de l'utilisation des sols de 1990 et de 2000, nous observons une coupure nette entre l'Ouest forestier et l'Est agricole, mise à part une lisière forestière le long de la frontière Sud-Est de la province (cartes 6 et 7).

Carte 6 : Utilisation du sol dans la province de Surat Thani, 1990.



Carte 7 : Utilisation du sol dans la province de Surat Thani, 2000.



En fait, ces formations forestières se retrouvent sur deux chaînes de montagnes qui découpent la péninsule en bandes parallèles qui atteignent des sommets allant de 600 à 900 mètres sur la chaîne de Phuket, à l'est, jusqu'à 1300-1400 m sur la chaîne de Nakhon, à l'ouest de la province de Surat Thani.

Quant à la forêt de mangrove, elle se retrouve le long de la baie de Ban Don et dans le delta du fleuve Phum Duang. Le domaine agricole se divise essentiellement en deux types de cultures, vivrières (riziculture inondée, vergers) et commerciales (palmier à huile, caoutchouc) et occupe la plaine centrale formée par les bassins fluviaux de Phum Duang, qui recouvre un territoire de 6 125 km², et celui de Tapi, qui couvre une superficie d'environ 5 460 km².

En 1987, deux projets hydroélectriques ont été complétés dans cette plaine centrale: le projet de Chiew Larn à la jonction de la rivière Tapi et du fleuve Phum Duang avec une puissance énergétique installée de 240 000 kw; et le projet de Khleng Yan sur la rivière Yan offrant une puissance énergétique de 106 000 kw (Paw *et al.*, 1988).

La configuration spatiale illustrée par la cartographie pour chacune des formes de l'utilisation du sol dans la province de Surat Thani révèle immédiatement les évolutions en cours (cartes 6 et 7). Le couvert forestier de la province, comprenant la forêt primaire et secondaire en plus des broussailles et plantations, couvrait en 1990 quelque 6 332 km² de la superficie totale de la province qui est de 12 891 km². En 2000, le couvert forestier passait à 6 025 km², ce qui représente une diminution de 307 km² (tableau 4.1).

Par ailleurs, la superficie des cultures vivrières est passée de 1 331 km² en 1990 à 899 km² en 2000, soit un recul net de 432 km² ou de 32,4 %. Les cultures commerciales, quant à elles, accusent un gain de 21,5 % pour la même période. Cependant, lorsque l'on regroupe le territoire cultivé, on remarque qu'en dix années l'ensemble du domaine agricole est passé de 5 823 km² à 6 358 km². Dans l'ensemble, les domaines forestier et agricole affichent ainsi, respectivement, un recul de 4,8 % et un gain de 9,2 % par rapport à la situation observée en 1990.

Tableau 4.1

Évolution de l'utilisation du sol dans la province de Surat Thani, 1990-2000

Catégories	1990		2000	
	(km ²)	%	(km ²)	%
Cultures vivrières	1330,9	10,4	899,1	6,8
Cultures commerciales	4492,4	35,2	5457,6	41,2
Formations forestières	6330,9	49,5	6025,4	45,5
Forêt de mangrove	124,0	1,0	50,5	0,4
Forêt de mangrove dégradée	169,4	1,3	60,1	0,5
Aquaculture	168,6	1,3	252,8	1,9
Réseau hydrographique	118,8	0,9	118,8	0,9
Territoire habité	42,4	0,3	378,3	2,9
TOTAL ⁽⁴⁾ (12 891,5)	12777,4	100,0	13242,6	100,0

Source: Cartes 6 et 7.

En réalité, l'évolution de ces deux grands domaines forestier et agricole traduit sur une plus grande échelle ce qui se passe entre la forêt de mangrove et le secteur de l'aquaculture. Ainsi pour l'année 1990, lorsque nous analysons les territoires aquacole et de la forêt de mangrove dégradée, nous remarquons que ces deux écosystèmes offrent des superficies presque identiques qui sont respectivement de 168,6 km² et de 169,4 km², soit de 1,3 % chacun du territoire provincial. Cependant, on trouve une formation de mangrove intacte sur une superficie de 124 km² (0,96 %) au nord de la baie de Ban Don.

À ce stade de l'analyse, il est intéressant d'observer que le territoire de la mangrove dégradée se trouve justement compris entre deux développements aquacoles et non loin de la ville de Surat Thani et que ce territoire était déjà défini depuis 1984 comme zone de développement futur destiné à l'urbanisation et, bien évidemment, à l'aquaculture (Paw *et al.*, 1988). Par ailleurs, la plupart des bassins aquacoles établis en frange dense le long du littoral ont été construits sur

⁽⁴⁾ Les sources à l'origine des cartes et la réalisation cartographique par numérisation informatique sont probablement à l'origine de la différence affichée entre les deux superficies totales obtenues. Les marges d'erreur sont de 0,9% en 1990 et de 2,7% en 2000. Pour cette raison et par souci d'uniformité, les pourcentages offerts dans la discussion sont effectués à partir de la superficie totale officielle qui est de 12 891,5 km² pour la province de Surat Thani. Voir également tableau 3.2, chapitre III.

d'anciennes terres agricoles, notamment rizicoles. En fait, l'impact du développement aquacole dans la province de Surat Thani sur l'environnement de la mangrove et sur le domaine agricole situé à proximité a été dévastateur.

Les pertes en forêt de mangrove et les gains de l'aquaculture en 10 années d'intervalle sont évidents (cartes 6 et 7). En 2000, il ne subsiste que 110,6 km² de la forêt de mangrove intacte et dégradée, à peine 0,85 % du territoire provincial (tableau 4.1). La forêt de mangrove connaît donc un recul considérable, accusant une perte nette de 182,8 km², soit 46 % de son territoire initial, alors que le domaine aquacole, lui, augmente de 84,2 km² en 10 années, ce qui représente une croissance annuelle moyenne de 8,4 %⁽⁵⁾.

Fait particulièrement intéressant, les cartes d'utilisation du sol permettent d'observer que la forêt de mangrove disparaît non seulement au profit de l'aquaculture mais aussi des cultures vivrières. Alors que le domaine aquacole continue à s'étaler le long de la côte, commencent à se déployer à l'intérieur des terres agricoles, notamment vivrières. Puis, à leur tour, les cultures vivrières perdent également de leur superficie face aux cultures commerciales et à l'étalement du territoire habité. Une telle succession de changements montre que l'évolution de l'utilisation du sol relève d'une véritable articulation de mouvements qu'il est important de reconnaître et d'analyser.

4.2.2 Évolution de l'utilisation du sol dans la province de Phangna, 1990-1999

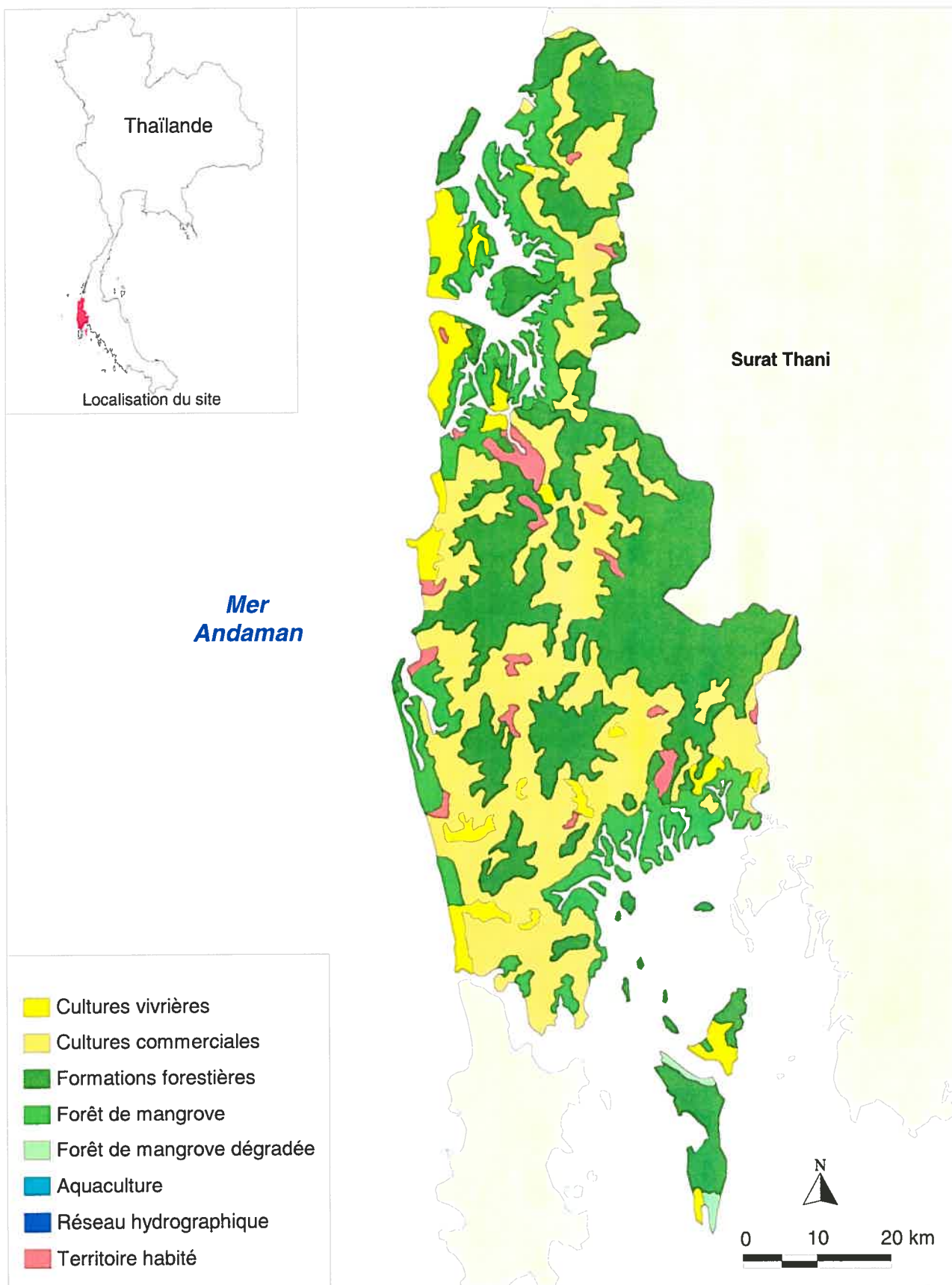
La province de Phangna est située dans la péninsule thaïlandaise et est bordée par la mer d'Andaman. Son taux de population active ne dépasse pas 53,5 %. Cette faible proportion est due principalement au fait que 52 % de la population paysanne sont dépendants du caractère saisonnier du secteur agricole, essentiellement basé sur la culture de l'hévéa (Paw *et al.*, 1988). D'autre part, vivant sur le mince territoire littoral occupant la longue façade maritime, la population de Phangna s'oriente également vers le secteur de la pêche autant comme activité principale que comme source d'emploi secondaire. D'ailleurs, en 1993, il existait 2 701 établissements industriels liés à la pêche commerciale (Département des Pêches, 1993).

⁽⁵⁾ La croissance annuelle moyenne est calculée à l'aide de la moyenne géométrique.

Morphologiquement, la province de Phangna partage avec la province de Surat Thani, la chaîne montagneuse de Phangna longue de 400 km et large de 25 à 75 km. Cette chaîne prend fin sur l'île de Phuket avant de descendre sous le niveau de la mer d'Andaman. A l'aide de la carte d'utilisation du sol de 1990, nous pouvons voir que les principales grandes formations forestières de la province de Phangna se retrouvent, tout comme à Surat Thani, perchées sur la montagne, et plus précisément sur son versant occidental. La forêt de mangrove, presque partout présente le long de la côte, offre deux belles formations forestières, l'une au nord de la province et l'autre dans les basses terres situées au bord de la baie de Phangna. Cette formation de mangrove se prolonge sur les célèbres formes karstiques qui parsèment les rives de cette baie.

En ce qui concerne le domaine agricole, essentiellement orienté vers la culture commerciale (hévée, palmier à huile, café), il se situe partout ailleurs où il est possible de s'implanter. Le caractère arboricole de ces cultures de plantation donne cependant l'impression d'une province fortement boisée. Enfin, le territoire de Phangna, riche en minéraux provenant de l'érosion côtière des formations granitiques, est la principale province de la péninsule pour l'exploitation minière, en particulier l'étain. En 1988, la valeur des exportations d'étain s'avère cependant encore marginale par rapport à celle du caoutchouc: 0,6 % contre 6,7 % des exportations totales (De Koninck, 1994).

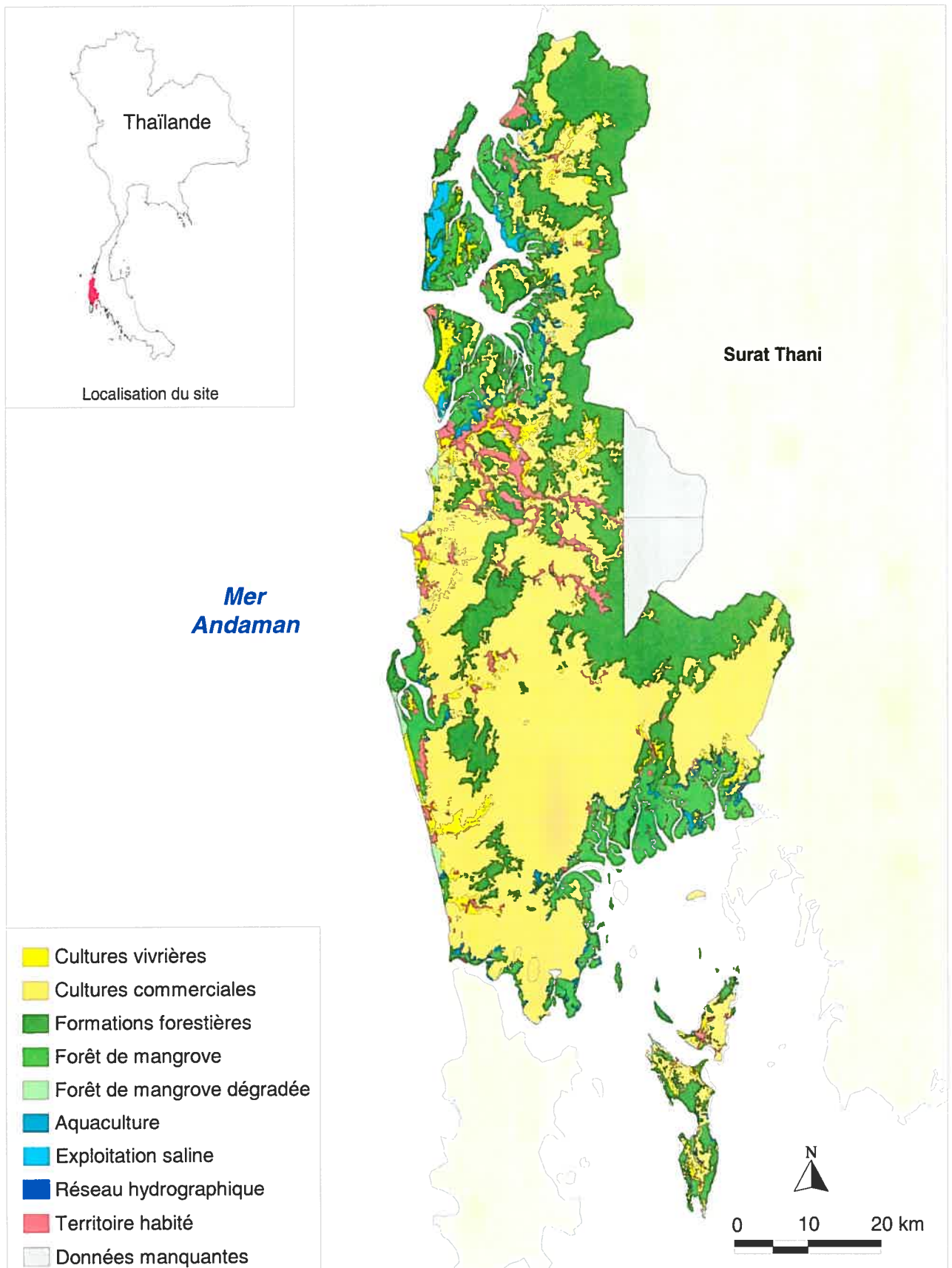
Carte 8 : Utilisation du sol dans la province de Phangna, 1990.



Source: Département Royal de Foresterie, Thaïlande, 2000.

Adaptation et réalisation: Estelle Dricot, 2001.

Carte 9 : Utilisation du sol dans la province de Phangna, 1999.



Source: Département Royal de Foresterie, Thaïlande, 2000.

Adaptation et réalisation: Estelle Dricot, 2001.

développement touristique à partir de la province de Phuket et de l'archipel de Ko Phi Phi situé plus au sud, à l'intérieur du territoire maritime de la province de Krabi. La présence des pitons karstiques plantés dans la baie de Phangna, dont le célèbre rocher dit de «James Bond» (île de Koh Pinggan), et des récifs coralliens de la mer d'Andaman attirent des touristes de plus en plus nombreux. Ceci augmente les pressions sur le territoire de la forêt de mangrove qui bloque l'accès à la mer pour tout le secteur touristique. On observe en tout cas jusqu'en 1999 une disparition progressive des anciennes terres à mangrove au profit de plages.

En 1999, l'aquaculture est présente dans la province mais n'occupe qu'un total de 59 km², à peine 1,6 % du territoire provincial. L'étroitesse du littoral dans la province de Phangna explique ce faible développement. De nos jours, l'aquaculture se retrouve sous forme d'ilots dans le territoire de la mangrove. Des bassins d'élevage de crevettes sont également aménagés dans les zones agricoles situées juste derrière la forêt de mangrove et sur les rives des rivières et fleuves régulièrement drainées par l'action des marées. Tant cette distribution spatiale à Phangna que le processus observé à Surat Thani ne laissent pas augurer d'un avenir positif pour la conservation à long terme de la mangrove. Cependant, la présence du parc national d'Ao Phangna, situé sur la rive ouest de la baie de Phangna, contribue à la sensibilisation de la population et à la reconnaissance de l'importance de la protection de l'écosystème.

Enfin, ce qu'il est par-dessus tout important de relever en ce qui concerne la province de Phangna est l'apparition plutôt tardive de son développement aquacole. En effet, les priorités locales se sont longtemps centrées sur le développement de l'hévéaculture et du tourisme. Mais l'échec des pratiques aquacoles dans les provinces voisines combiné à une volonté locale de diversifier le secteur agricole ont sans doute été les éléments de base menant au développement aquacole à Phangna. Ainsi, on observe que le caractère mobile de l'aquaculture se traduit non seulement par son expansion à l'intérieur d'une province mais aussi par son déplacement d'une région à l'autre. On évoque même le terme d'aquaculture itinérante (Vandergeest, 1999).

4.2.3 L'utilisation du sol dans la province de Chantaburi, 1990

La province de Chantaburi est, quant à elle, située sur la côte Est du golfe de Thaïlande. Cette province peu densément peuplée (70 habitants/km²) est avant tout rurale. Verger de la Thaïlande, elle est la principale province productrice de fruits du pays, notamment avec le durion, le ramboutan et les lechees. On y exploite également les pierres précieuses, en particulier le rubis ⁽⁹⁾.

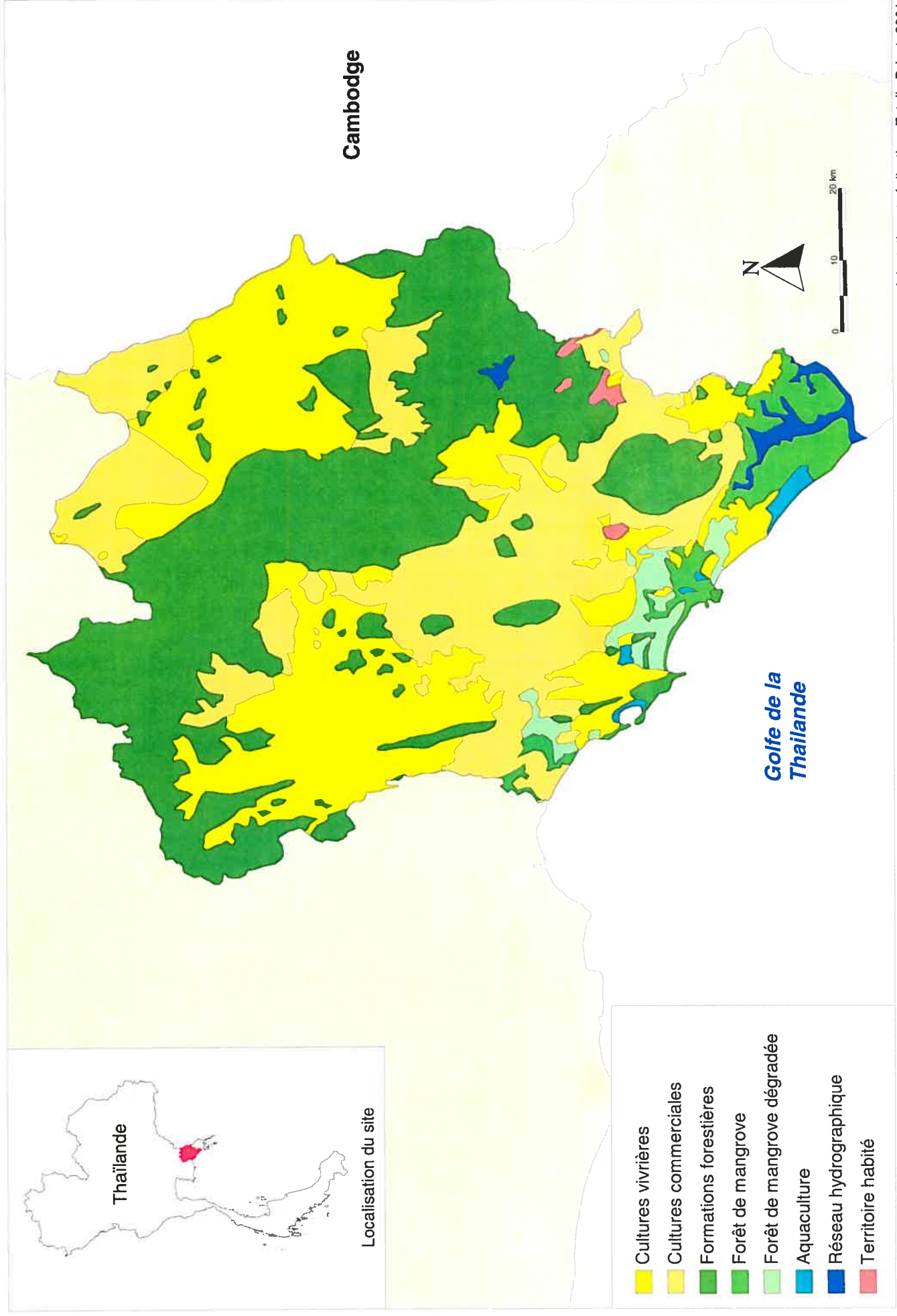
Une bande forestière découpe la province du Nord-Ouest au Sud-Est (carte 10). Elle occupe la chaîne de montagne de Soi Dao, laquelle ne dépasse pas les 1 000 mètres de haut. Les quelques autres îlots forestiers que l'on rencontre au sud de cette démarcation sont des reliques montagneuses. En 1990, ce domaine forestier occupe un territoire de 2 367 km², c'est-à-dire 37 % de la province étudiée (tableau 4.3).

La forêt tropicale humide de cette province est particulièrement dense en raison des fortes précipitations que connaît cette région Sud-Est du pays. En 1990, la province de Chantaburi accusait une précipitation annuelle de 2 874 mm; 90 % de ce total tombe pendant la saison de la mousson, de mai à octobre (Station climatologique de Chantaburi, Département de Météorologie, 1990). Cependant, sur le littoral, les forêts relèvent plutôt de la forêt sèche (ou forêt tropicale), avec davantage de broussailles et d'espèces maritimes, notamment des palmiers; ces îlots forestiers sont généralement entourés de plantations de palmiers à noix de coco et à bétel.

L'agriculture se retrouve donc de part et d'autre de la bande forestière occupant le plateau du nord et l'immense plaine du sud. Le territoire agricole est proportionnellement bien divisé entre les cultures vivrières et les cultures commerciales qui, en 1990, occupent, respectivement, une superficie de 1 853 km² et 1 589 km² (tableau 4.3), soit 54% du territoire de la province de Chantaburi. Les cultures vivrières sont principalement représentées par le riz et le manioc et par la culture d'arbres fruitiers (noix d'acajou, durion, ramboutan), alors que les cultures commerciales le sont essentiellement par l'exploitation du caoutchouc et du maïs.

⁽⁹⁾ Fait particulièrement éloquent, notre surprise fut grande lorsque un aquaculteur, voulant faire affaire, a éparpillé un sachet entier de «jolies pierres» sur le questionnaire qui devait recueillir ses impressions sur les pratiques d'élevage de la crevette. Voir annexe C.

Carte 10 : Utilisation du sol dans la province de Chantaburi, 1990.



La plaine alluviale de Chantaburi constitue un immense territoire qui descend doucement vers la mer; ce fait explique que de nombreuses terres restent non utilisées par l'agriculture car elles sont régulièrement inondées par les marées. Elles sont donc le domaine de la forêt de mangrove qui s'étend sur la quasi totalité des 68 km du front littoral de la province. En 1990, la forêt de mangrove était fortement présente le long du littoral avec des formations territoriales denses, notamment autour de l'estuaire partagé entre les provinces de Trat et de Chantaburi (carte 10). Le couvert forestier de la mangrove, incluant les espaces intacts et ceux qui sont dégradés, était de près de 400 km², c'est-à-dire 6,3 % du territoire provincial (tableau 4.3).

Tableau 4.3
Utilisation du sol dans la province de Chantaburi, 1990

Catégories	1990	
	(km ²)	%
Cultures vivrières	1853,2	29,2
Cultures commerciales	1589,0	25,1
Formations forestières	2367,1	37,3
Forêt de mangrove	261,2	4,1
Forêt de mangrove dégradée	135,4	2,1
Aquaculture	35,1	0,6
Territoire habité	27,7	0,4
Réseau hydrographique	72,6	1,1
TOTAL ⁽¹⁰⁾ (6 338)	6341,3	100,0

Source: Carte 10.

Les conditions biophysiques de ce territoire constituent des sites idéaux pour le développement aquacole. D'ailleurs, on remarque une forte proportion de mangrove dégradée (135 km²) autour des baies de Kung Krabaen et de Ko Nok (carte 10). Selon la littérature, cette dégradation est sans aucun doute provoquée par l'essor aquacole qui débute dès les années 1990. Cette province

⁽¹⁰⁾ Les modifications cartographiques effectuées sur la carte d'origine expliquent probablement la différence affichée entre la superficie totale obtenue et la superficie totale officielle qui est de 6 338 km² pour la province de Chantaburi. La marge d'erreur est donc de 0,05 %. Pour cette raison et par souci d'uniformité, les pourcentages offerts dans la discussion sont effectués à partir de la superficie totale officielle. Voir également tableau 3.2, chapitre III.

est alors considérée comme le centre ayant le plus fort potentiel de développement aquacole du pays (Leeruksakiat, 1993).

Alors qu'en 1955, la forêt de mangrove occupait 34 % des terres littorales, en 1975 on remarquait déjà de forts changements et une dégradation de son écosystème, le couvert forestier n'occupant désormais que 14 % du territoire initial (Raine, 1992). Quant au domaine aquacole encore inexistant dans la province jusqu'en 1975, il occupait 31 % du territoire littoral de Chantaburi en 1991 (Raine, 1992).

Le recul de la forêt de mangrove entre 1955 et 1975 s'explique avant tout par l'exploitation massive de son bois aux fins de combustion (Raine, 1992). Par la suite, la riziculture ayant connu durant les années 1960 à 1980 de fortes augmentations de son étendue partout en Thaïlande, l'hypothèse la plus probable est celle d'une implantation des terres agricoles, notamment les rizières, à l'endroit des anciennes terres à mangrove. En 1988, la riziculture occupait 52 % de la région sud-est de la Thaïlande (Blanadet, 1992).

Il est cependant difficile de confirmer sans support cartographique si cette transformation du sol a bel et bien suivi l'évolution suivante: mangrove, riziculture, et ensuite, aquaculture. Mais le fait qu'une partie du territoire de la forêt de mangrove demeure en 1991 alors que l'aquaculture s'est accrue bien au-delà des superficies de mangrove existantes en 1975, suggère que le développement aquacole s'est également réalisé aux dépens d'autres modes d'utilisation du sol.

De plus, il ne nous est malheureusement pas possible de comparer l'évolution d'utilisation du sol pour l'ensemble de la province de Chantaburi. En effet, il nous a été impossible de réaliser ou d'obtenir une carte d'utilisation du sol complète permettant de représenter la situation à la fin des années 1990 ⁽¹¹⁾. Cependant, des cartes d'utilisation du sol dans le district de Thamai pour les années 1991 et 1996 ont pu être obtenues. La baie de Kung Krabaen autour de laquelle nous avons réalisé les enquêtes de terrain se trouve dans le district de Thamai. Dès lors, nous considérons que l'étude et l'analyse des documents cartographiques plus détaillés relatifs au

⁽¹¹⁾ Voir commentaires dans le chapitre méthodologique.

district de Thamai sont utiles à la compréhension du processus de transformation du sol et des priorités gouvernementales.

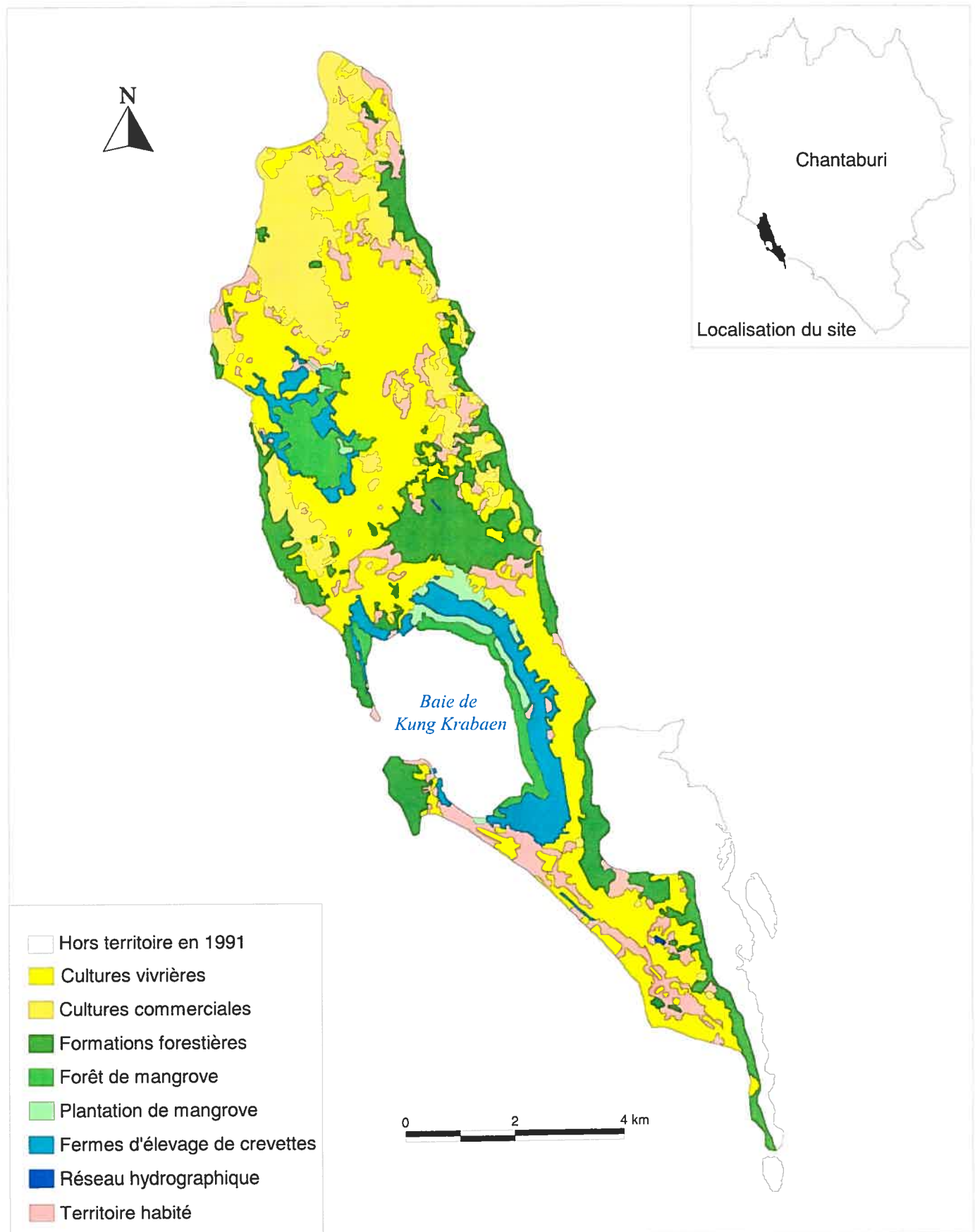
4.2.3.1 L'évolution de l'utilisation du sol dans le district de Thamai, 1991-1996

Un des avantages d'un changement d'échelle d'analyse, lorsqu'on passe d'un niveau provincial à un niveau local, est l'augmentation en précision des éléments cartographiques. On remarque tout de suite une fragmentation plus complexe de l'utilisation du sol, notamment sur la carte de 1991, alors qu'en 1996 le territoire s'uniformise davantage (cartes 11 et 12).

Il faut rappeler que 820 hectares de la superficie comptabilisée à l'intérieur du territoire étudié en 1996 sont absents sur les documents de 1991. En effet, cette région, qui correspond au pic montagneux qui borde la baie de Kung Krabaen, n'était pas, au départ, considérée par le projet de Développement Royal, mené par le Département des Pêches, comme faisant partie du territoire à l'étude. En 1993, la décision est renversée puisqu'on réalise que cette montagne contribue à freiner les vents et pluies venant de la mer et, donc, à approvisionner les rivières qui coulent à partir de son versant Ouest vers la baie de Kung Krabaen. Cet apport en eau douce est primordial à l'existence des écosystèmes et cultures situés entre la montagne et la baie.

Les modes d'utilisation du sol dans le district de Thamai ont grandement évolués entre les années 1991 et 1996 (cartes 11 et 12). Entre 1991 et 1996, avec l'ajout du territoire absent en 1991, le couvert forestier connaît bien évidemment une augmentation, laquelle est de 25 % (tableau 4.4). Au cours de cette même période, on observe une homogénéisation du territoire agricole. Ceci se manifeste par la forte augmentation des superficies en cultures vivrières qui sont essentiellement représentées par la riziculture, la culture du manioc et l'existence de vergers.

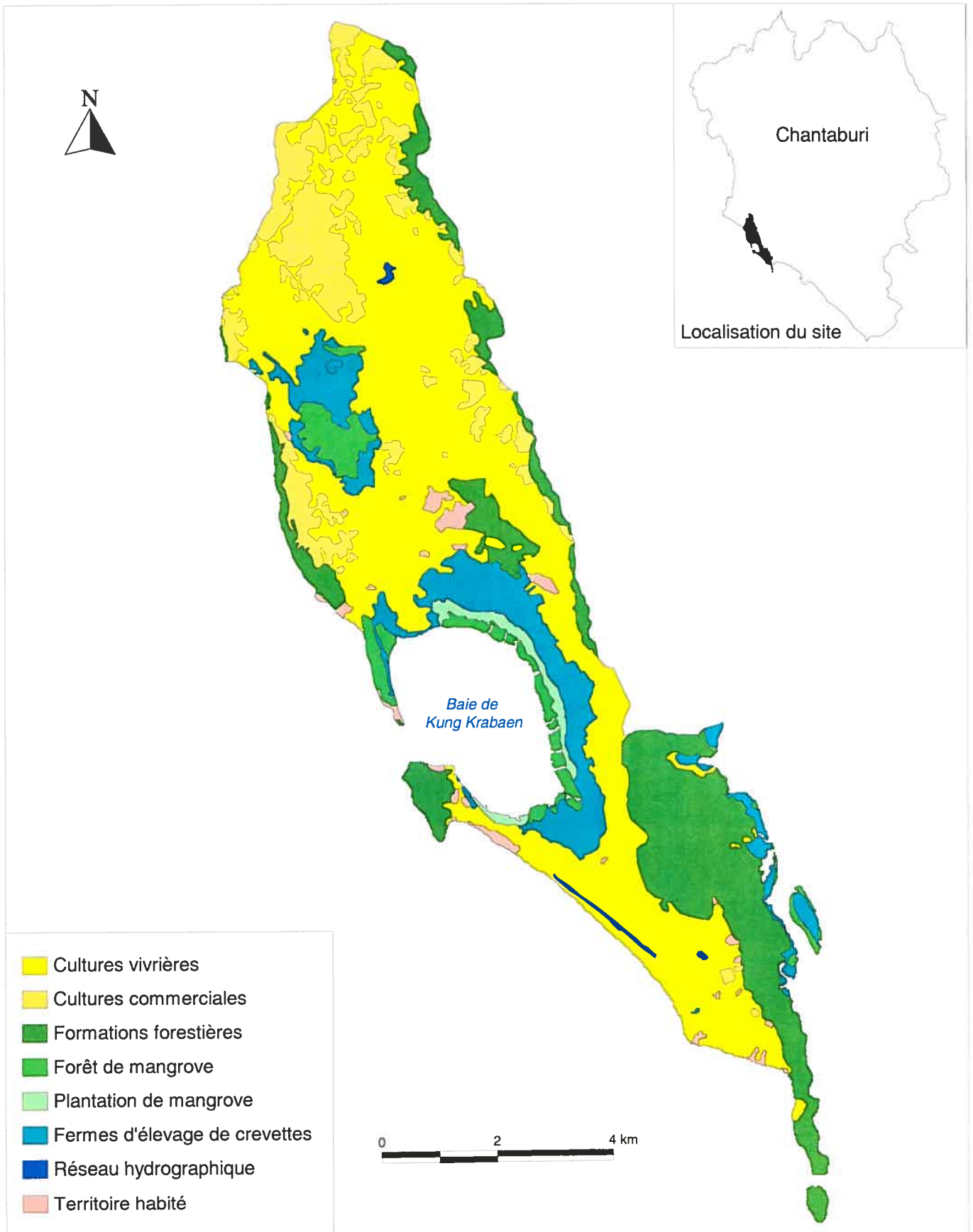
Carte 11 : Utilisation du sol dans la baie de Kung Krabaen, district de Thamai, 1991



Source: Kung Krabaen Bay Royal development Study Center, 1991.

Réalisation: Estelle Dricot, 2001

Carte 12 : Utilisation du sol dans la baie de Kung Krabaen, district de Thamai, 1996



Source: Kung Krabaen Royal Project Development Study Center, 1996

Réalisation et adaptation: Estelle Dricot, 2001

En cinq années, le territoire occupé par les cultures vivrières est donc passé de 20,86 km² à 30,68 km², soit un gain considérable de 47 %, tandis que les cultures commerciales accusent une perte de 20 %. L'hévéaculture qui représente majoritairement les cultures commerciales ne semble pas avoir réussi à conquérir cette partie du pays, alors que l'exploitation du manioc prend de l'expansion. Nous sommes en mesure d'avancer que cette propagation du territoire cultivé s'effectue avant tout aux dépens des formations forestières et du territoire habité qui comprend, il faut le dire, un nombre important de terres en friche (tableau 4.4).

Tableau 4.4
Évolution de l'utilisation du sol dans le district de Thamai, 1991-1996

Catégories	1991		1996	
	(km ²)	%	(km ²)	%
Cultures vivrières	20,86	33,3	30,68	49,4
Cultures commerciales	8,86	14,1	7,04	11,3
Formations forestières	10,15	16,2	12,72	20,5
Forêt de mangrove	2,71	4,3	2,63	4,2
Forêt de mangrove dégradée	0,98	1,6		
Plantation de mangrove			0,77	1,2
Fermes d'élevage de crevettes	4,39	7,0	7,27	11,7
Territoire habité	6,47	10,3	1,03	1,7
Territoire absent en 1991	8,20	13,1		
TOTAL ⁽¹²⁾ (62,38)	62,62	100,0	62,14	100,00

Source: Cartes 11 et 12.

En ce qui concerne l'écosystème de la mangrove, on remarque avant tout une stabilité relative de son territoire. La forêt de mangrove intacte, dégradée ou de plantation, passe de 3,69 km² en 1991 à 3,4 km² en 1996: c'est une perte nette d'à peine 0,29 km², soit de 7,8 % (tableau 4.4). On remarque cependant un recul majeur des superficies de la mangrove au nord du district ainsi que la disparition totale de la forêt de mangrove qui se trouve à l'arrière des fermes d'élevage de

⁽¹²⁾ Les sources à l'origine des cartes et la réalisation cartographique par numérisation informatique expliquent la différence affichée entre les deux superficies totales obtenues. Les marges d'erreur sont de 0,4 % en 1991 et de 0,3 % en 1996. Pour cette raison et par souci d'uniformité, les pourcentages offerts dans la discussion sont effectués à partir de la superficie totale officielle qui est de 62,38 km² pour le district de Thamai. Voir également tableau 3.2, chapitre III.

crevettes situées autour de la baie de Kung Krabaen (cartes 11 et 12). En fait, dans l'ensemble, les superficies de forêt de mangrove semblent quelque peu protégées par les 0,77 km² de plantations réalisées autour d'elle, en bordure de la baie de Kung Krabaen. Sinon, la forêt de mangrove recule dangereusement partout ailleurs dans le district.

Par ailleurs, en cinq années, le territoire occupé par les fermes d'élevage de crevettes s'est accru de 2,88 km² (soit 65 %) à un taux annuel moyen de 13 %⁽¹³⁾. C'est une croissance exceptionnelle qui traduit bien les priorités économiques de la province de Chantaburi ; cette expansion se réalise très clairement aux dépens de la forêt de mangrove. Cependant, lors des missions de terrain effectuées en 2000 et 2001, nous avons pu remarquer quelques fermes à l'abandon. Elles se retrouvent aussi bien à l'intérieur qu'en dehors du territoire administré par le Centre d'Etudes de Développement de Kung Krabaen. D'autre part, la pollution des sols et de l'eau est par endroits fortement visible autour des fermes d'élevage.

Malgré tout, du fait du faible taux de mortalité des crevettes, la situation aquacole que l'on retrouve aujourd'hui dans le district de Thamai est considérée par les experts nationaux parmi les meilleures en Thaïlande (OEPP, 1995). Ce qui se déroule aujourd'hui autour de la baie de Kung Krabaen est une fenêtre ouverte sur la réalité thaïlandaise. Il est donc important d'étudier plus spécifiquement les techniques d'aménagement et les pratiques de gestion de cette localité afin de bien faire ressortir l'originalité de ce qui se déroule à Thamai.

4.3 Confrontation des données cartographiques et statistiques

La présentation cartographique et les données attenantes montrent clairement que le processus d'expansion aquacole s'effectue aux dépens non seulement de la forêt de mangrove mais aussi de l'espace agricole. D'ailleurs, la confrontation des résultats obtenus par la cartographie avec d'autres sources statistiques confirme la tendance observée (tableaux 4.5 et 4.7).

Premièrement, dans le cas des provinces de Surat Thani et Chantaburi, on observe une augmentation générale des superficies aquacoles jusqu'aux années 1990-1991. Ensuite, le

⁽¹³⁾ La croissance annuelle moyenne est calculée à l'aide de la moyenne géométrique.

territoire aquacole accuse un recul entre 1990 et 1997, avant de reprendre son expansion à la fin des années 1990. Ce recul du territoire aquacole s'explique essentiellement par l'introduction, dans l'ensemble du pays, de pratiques semi-intensives et intensives (NACA, 1994). Mais, dans la province de Surat Thani, le recul temporaire du domaine aquacole est avant tout lié à la diminution du nombre de fermes aquacoles suite à leur abandon pour des raisons de pollution des eaux et de problèmes d'approvisionnement en eau douce (NACA, 1994).

Les provinces de Surat Thani et de Chantaburi connaissent ainsi une baisse précipitée de leur production en crevettes, respectivement de 52 % et 50 % (tableau 4.6). Évidemment, ces pertes en production aquacole occasionnent de nombreux problèmes financiers aux aquaculteurs tels que l'endettement et la faillite. La réaction à ces difficultés est une fuite en avant par volonté de perpétuer le rendement en production aquacole; l'expansion territoriale de l'aquaculture reprend donc dès la fin des années 1990 (tableau 4.5).

Tableau 4.5:
Évolution des superficies aquacoles dans les provinces et district à l'étude, 1979-2000

Années	Surat Thani (km ²)	Phangna (km ²)	Chantaburi (km ²)	Thamai (km ²)
1979 (a)			8,7	
1980 (b)	3,6			
1981 (a)				0,41
1985 (b)	32,6			
1986 (a)			19,2	
1990 (c)	168,6	0	35,1	
1991(c)				4,39
1994 (d)	80,4	10,4	139,2	
1996 (c)				7,27
1997 (e)	55,1	16,9	96,1	
1999 (c)		59,3		
2000 (c)	252,8			

Sources: (a) Leeruksiat, 1993, p. 27.

(b) Paw et al. 1988, p. 32 et 33.

(c) Cartes de 1990, 1991, 1996, 1999 et 2000.

(d) Département des Pêches de la Thaïlande, 1996, p. 14 à 19.

(e) Département des Pêches de la Thaïlande, 1999, p. 37 à 43.

En ce qui concerne la province de Phangha, on observe à partir de 1994 une augmentation progressive du territoire aquacole (Département des Pêches de la Thaïlande, 1996). Cependant, on remarque que la production aquacole de cette province diminue (tableau 4.6). Compte tenu de son faible recul (1 %), cette baisse de la production s'explique difficilement mais il est fort possible qu'elle résulte déjà d'épidémies chez la crevette.

Par ailleurs, l'apparition d'exploitations salines au nord de la province à l'endroit de certaines zones aquacole et de mangrove nous rappelle l'évolution connue dans le delta du Chao Praya (Dricot, 1997). La production de sel constitue généralement la dernière étape d'une utilisation du sol, avant l'abandon définitif de terres devenues infertiles. De toute manière, le cas de la province de Phangha est une évolution à suivre puisqu'elle témoigne des nouvelles volontés et priorités gouvernementales quant aux politiques d'expansion et d'exploitation de l'aquaculture et de conservation de la mangrove en Thaïlande.

Tableau 4.6:
Production aquacole dans les provinces à l'étude, 1994 et 1997.

Années	Production en tonnes		
	Surat Thani	Phangha	Chantaburi
1994 (a)	25 857	10 696	61 263
1997 (b)	12 338	10 597	30 668

Sources:

(a) Département de Pêches de la Thaïlande, 1996, p. 14 à 19.

(b) Département de Pêches de la Thaïlande, 1999, p. 37 à 43.

Les données statistiques assemblées sur la forêt de mangrove semblent, à première vue, tout à fait contradictoires (tableau 4.7). En fait, il faut savoir que, en ce qui concerne les données pour les années 1979, 1986 et 1991 (a), seules les zones de mangrove situées sous contrôle du Département Royal de Foresterie sont considérées ⁽¹⁴⁾. Par contre, les données amenées par la cartographie pour les années 1990, 1999 et 2000 (c) portent sur l'ensemble du territoire de la mangrove, y compris la forêt de mangrove dégradée, ce qui explique l'apparente augmentation des superficies à mangrove. Il demeure donc très difficile d'offrir une analyse sensée de l'évolution territoriale de la forêt de mangrove.

Ceci est sans compter les autres sources statistiques amenées par différents auteurs ou organismes qui s'intéressent au domaine forestier de la mangrove (Kogsangchai, Arksonkoae, l'OEPP). Habituellement, les chercheurs provenant des universités et des organismes établissent leurs propres paramètres de recensement selon la définition donnée à la forêt de mangrove. Malgré ce désordre statistique, tous s'accordent pour confirmer le recul prononcé des espaces forestiers de la mangrove en Thaïlande.

Ainsi, en 1998, selon le *Mangrove Act Project*, au moins 24 % du territoire de la mangrove dans la province de Phangha avaient été convertis en fermes d'élevage de crevettes (*Mangrove Act Project*, 1998). Pour les provinces de Surat Thani et Chantaburi, c'est respectivement 38 % et 64 % des terres à mangrove qui ont été converties en aquaculture (Arksonkoae, 1989). Le plus important, lors de la confrontation des sources statistiques et cartographiques, n'est pas de savoir qui possède les données les plus réalistes mais plutôt de confirmer les vues sur la tendance d'ensemble, qui est celle d'une déforestation continue de la forêt de mangrove au profit de l'aquaculture.

⁽¹⁴⁾ Sonjai Havanoud, Directeur de la division de la forêt de mangrove, Département de Foresterie à Bangkok. communication personnelle.

Tableau 4.7:
Evolution de la forêt de mangrove dans les provinces et district à l'étude, 1979-2000

Années	Surat Thani (km ²)	Phangna (km ²)	Chantaburi (km ²)	Thamai (km ²)
1979 (a)	58,1	481,7	240,6	
1981 (b)			262,6	
1986 (a)	42,8	364,2	145,1	
1990 ('c)	293,4	632,8	396	
1991 (a) et (c)	22	335,1	24,5	3,69 (c)
1992 (b)			15,2	
1993 (d)	31,6	307,2	40,7	
1996 (c) et (e)	31,3	304,4	38,9	3,4
1999 (c)		549,6		
2000 (c)	110,6			

Sources:

(a) Département Royal de Foresterie, 1994, p. 8 et 9.

Les zones de mangrove situées sur les territoires privés ne sont pas recensées.

(b) OEPP, p. 155 et 156.

('c) Cartes de 1990, 1991, 1996, 1999 et 2000.

Toutes les superficies de mangrove sont considérées

(d) Kongsangchai, 1995, p.121.

(e) Département Royal de Foresterie, 2001, non publié.

Les zones de mangrove situées sur les territoires privés ne sont pas recensées.

Enfin, il faut rappeler que le lien entre le recul de la forêt de mangrove et l'expansion de l'aquaculture n'est pas toujours évident. Nous savons que le domaine rizicole joue un rôle d'intermédiaire dans la conversion des territoires (Dricot, 1997). Plusieurs terres rizicoles en 1990 se trouvent sur d'anciennes terres à mangrove. Ainsi, dans le cas de la province de Surat Thani, cette tendance se confirme toujours en 2000 puisqu'on a pu observer une expansion des cultures vivrières à l'endroit de la forêt de mangrove (cartes 6 et 7).

En réalité, les agriculteurs et les aquaculteurs s'affrontent, non seulement pour la conquête du territoire de la mangrove mais aussi pour l'accès à l'eau douce (Ridmontri, 1998). En conséquence, bien des éleveurs aquacoles n'hésitent pas à employer des moyens illégaux, voire la violence, pour résoudre leurs problèmes avec ceux qui s'opposent à leur expansion (Peluso et Vandergeest, 1999).

Enfin, le rôle du développement de l'exploitation minière au nord de la province n'est pas négligeable dans le processus de disparition de la forêt de mangrove. Certains chercheurs thaïlandais affirment même que, jusqu'en 1988, les mines constituaient la cause principale de dégradation de la forêt de mangrove dans la province de Phangna (Aksornkoae et Eiumnoh, 1988).

Ces quelques constatations nous amènent à retenir l'importance des autres facteurs que l'aquaculture dans le recul de la forêt de mangrove en Thaïlande. En effet, il apparaît nettement que l'expansion aquacole ne s'effectue pas selon une dynamique autonome et indépendante. De nombreux agents ou forces, notamment les Etats eux-mêmes et la croissance de la population, peuvent aussi en conditionner l'évolution.

4.4 Une pratique aquacole diversifiée selon les régions

L'expansion de l'aquaculture en Thaïlande est, comme nous venons de le voir, non seulement caractérisée par sa dynamique spatiale et temporelle mais aussi par des variantes au niveau des pratiques et techniques d'exploitation.

L'aquaculture que l'on rencontre dans la province de Surat Thani est avant tout de type semi-intensif et est consacrée à la production de crevettes. Ce choix s'est effectué naturellement puisque la baie de Ban Don était, jusqu'en 1977, reconnue comme réservoir naturel en larves de crevettes, surtout pour les espèces de haute valeur commerciale comme la *Pneaeus monodon* et la *Pneaeus merguensis* (Paw *et al.*, 1988). Notons que ce stock n'existe plus de nos jours du fait de la quasi disparition de la forêt de mangrove dans la province. Seuls les archipels situés au large de la baie (Ko Samui et Ko Phangna) servent encore d'abris pour la reproduction des crevettes.

Parmi les éleveurs de crevettes, on rencontre majoritairement des éleveurs indépendants (93%), même s'il existe des compagnies industrielles (1%) et quelques éleveurs contractuels (Gronski, 1997). Selon plusieurs enquêtes menées dans cette région dans les années 1990, la taille moyenne

des bassins était seulement de 0,8 hectares (Boonchuwong, 1994). Par contre, les fermes d'élevage, petites lorsque situées à l'intérieur des terres, ont tendance à s'agrandir au fur et à mesure qu'elles se rapprochent de la mer. Cette différence s'explique essentiellement par le coût d'infrastructure pour le système de canalisation qui quadrille le domaine aquacole. Alors que les fermes qui longent la mer s'approvisionnent directement à partir de l'eau de mer, les fermes plus éloignées sont dépendantes de systèmes de canalisation et réduisent donc la taille de leurs bassins afin de diminuer les frais.

De nos jours, le principal problème rencontré par la crevetticulture dans la province de Surat Thani demeure la pollution de l'eau qui circule dans les systèmes de canalisation et les rivières et celle de l'eau maritime proche du littoral. Cette pollution des eaux perturbe également la pêche interne et l'agriculture. Plusieurs espèces de poisson ont disparu des champs rizicoles. Quelques rapports évoquent même une augmentation d'insectes qui, bien sûr, pousse les éleveurs de crevettes à utiliser davantage d'insecticides (MIDAS Agronomics, 1995).

La province de Phangna offre un plus grand équilibre entre la production de poissons et de crevettes. On y rencontre d'ailleurs également la culture de mollusques. En fait, la coexistence de l'élevage piscicole et de mollusques existe depuis longtemps dans la province mais cette association passe inaperçue au niveau d'une étude cartographique. En effet, ces élevages sont dispersés car traditionnellement réalisés avec le système de cages-atrappes que l'on retrouve dans la plupart des rivières de la province mais surtout aux embouchures deltaïques et à l'abri des multiples baies et grottes de la région. En 1981, selon les statistiques produites par le Département des Pêches de la Thaïlande, on trouvait dans la province de Phangna 101 fermes à coques (*Blood cockle* = Arche granuleuse) et une ferme d'élevage d'huîtres couvrant respectivement un territoire fluvial de 40 ha et de 0,96 ha (DOF, 1988).

Mais la tendance actuelle est à la baisse progressive de ces élevages de mollusques au profit de la crevetticulture. De nos jours, les bassins d'élevage de crevettes que l'on rencontre dans la province de Phangna sont presque tous de taille petite ou moyenne, variant de 0,67 à 1,3 hectare, la pratique d'exploitation privilégiée étant la méthode semi-intensive. Ces fermes sont en général louées aux paysans locaux par des propriétaires bourgeois résidant dans les villes.

Dans la province de Chantaburi, la crevetticulture est devenue la production aquacole dominante depuis le début des années 1990. En réalité, ce changement a commencé dès 1986, avec l'introduction et l'expansion rapide de l'élevage de la crevette, notamment la crevette noire tigrée. Il était alors évident que ce type d'élevage était plus avantageux en termes de revenus que tout autre type d'aquaculture (Lucas et Neame, 1991). Avant cela, l'aquaculture dans la province de Chantaburi était essentiellement basée sur l'élevage de mollusques, notamment les huîtres, les moules et un certain nombre de coquillages locaux. On suppose que cette production était orientée vers un marché local, puisque aucune donnée statistique n'est offerte par le Département des Pêches. C'est donc un changement majeur qui a induit une transformation profonde de l'utilisation du sol partout sur le territoire littoral de la province de Chantaburi.

Au début, cette exploitation crevetticole était pratiquée de façon extensive. Le déficit en moyens techniques, et surtout le manque de connaissances des nouveaux aquaculteurs, ont longtemps laissé croire que de plus larges superficies aquacoles donneraient un taux de production plus élevé (Stockwell, 1990). Par la suite, les priorités gouvernementales évoluant, le Département des Pêches de la Thaïlande a favorisé, par différents projets, l'intensification de la crevetticulture.

L'engagement important du gouvernement dans cette province dès le début du développement crevetticole en Thaïlande semble dû au fait qu'une bonne partie du territoire littoral de la province était inoccupée ou sans propriétaires légaux. Cette situation a favorisé la mainmise du gouvernement (et non des entreprises privées) sur l'organisation du développement aquacole dans la province de Chantaburi (rapport de conversations lors de l'enquête de terrain dans le district de Thamai en 2001).

De nos jours, la plupart des fermes d'élevage de crevettes qui sont sous contrôle direct ou seulement sous surveillance du Département des Pêches se présentent sous la forme de groupements de 2 à 3 petits bassins de moins d'un hectare dans lesquels les pratiques de production sont intensives. Nous avons toutefois rencontré des fermes privées avec des bassins variant de 1 à 20 hectares.

Il existe même, dans le district de Thamaï, une immense ferme privée qui occupe une très grande superficie et sur laquelle nous avons pu vérifier la présence d'au moins 50 bassins. L'information qui nous en a été donnée est que la ferme appartient probablement à une compagnie étrangère; cette information n'a pu être confirmée puisque l'accès pour une visite nous a été refusé par le propriétaire.

Enfin, on remarque que les fermes sous contrôle gouvernemental se situent près de la mer alors que les fermes privées sont davantage à l'intérieur des terres. En fait, cette répartition de la localisation traduit la spontanéité du développement des fermes privées autour des secteurs occupés par les fermes aquacoles sous gérance du Département des Pêches. L'engagement du gouvernement à l'endroit de l'activité aquacole dans cette province rassure les éleveurs sur les chances de réussite de leur démarche. Un potentiel aquacole est assurément existant puisque les efforts afin d'augmenter et d'améliorer les systèmes de production aquacole sont, à cet endroit, concrets.

4.5 Condition actuelle de la forêt de mangrove

Le principal impact de l'expansion aquacole en Thaïlande est sans aucun doute la dégradation et le recul constant du couvert forestier de la mangrove. L'état de la forêt de mangrove est partout extrêmement inquiétant. De nos jours, la forêt de mangrove se présente surtout sous forme de petites bandes parallèles situées le long du littoral, rarement en belles et grandes superficies forestières.

Cette réduction est forte de conséquences négatives, tant sur la faune que sur la flore. Dans la province de Phangna, même si les pertes en superficies de mangrove ont été plus minimes qu'ailleurs, on note la disparition du gavial (le plus grand crocodile au monde) qui peuplait naguère la forêt de mangrove de la baie de Phangna. Dans la province de Chantaburi, le dernier éléphant de mer (*Dugong dugong*) vivant dans la mangrove a été observé en 1984. Un monument est même dédié à cet animal sur le site de conservation et d'interprétation de la mangrove de la baie de Kung Krabaen.

L'écosystème de la mangrove s'est également massivement appauvri en termes de flore. Jadis composée d'au moins une trentaine d'espèces, la forêt de mangrove ne compte plus qu'un petit nombre d'espèces dominantes telles que le *Rhizophora mucronata* et le *Rhizophora apiculata*. On rencontre encore quelques *Avicinnia* mais ils sont souvent atteints de maladies; ces grands arbres, pouvant atteindre 7 mètres de hauteur, souffrent d'une défoliation causée par un papillon, le *Cleora injectoria* (Piyakamchana, 1981). Par contre, on remarque de plus en plus la présence de *Phoenix* et de *Nypa* qui sont deux genres révélateurs de la dégradation du milieu de la mangrove.

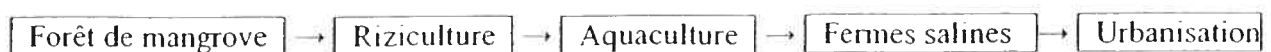
Bref, à l'exception des superficies se trouvant dans la province de Phangna et à l'intérieur des sanctuaires et des parcs nationaux, la forêt de mangrove ne subsiste que dans la seule perspective d'offrir une garantie de continuité à la production aquacole.

4.6 Conclusion

De cette présentation concernant l'évolution aquacole, nous retenons les éléments suivants:

Premièrement, l'expansion aquacole est mobile, non seulement à l'intérieur d'un même territoire mais aussi d'une province à l'autre. Ainsi, dès que les conditions propres à une bonne exploitation aquacole disparaissent, les éleveurs «déménagent» ailleurs. Cependant, on remarque l'existence d'un décalage temporel dans l'évolution de l'aquaculture entre les grandes régions littorales de la Thaïlande. L'expansion aquacole s'y déroule donc par étapes.

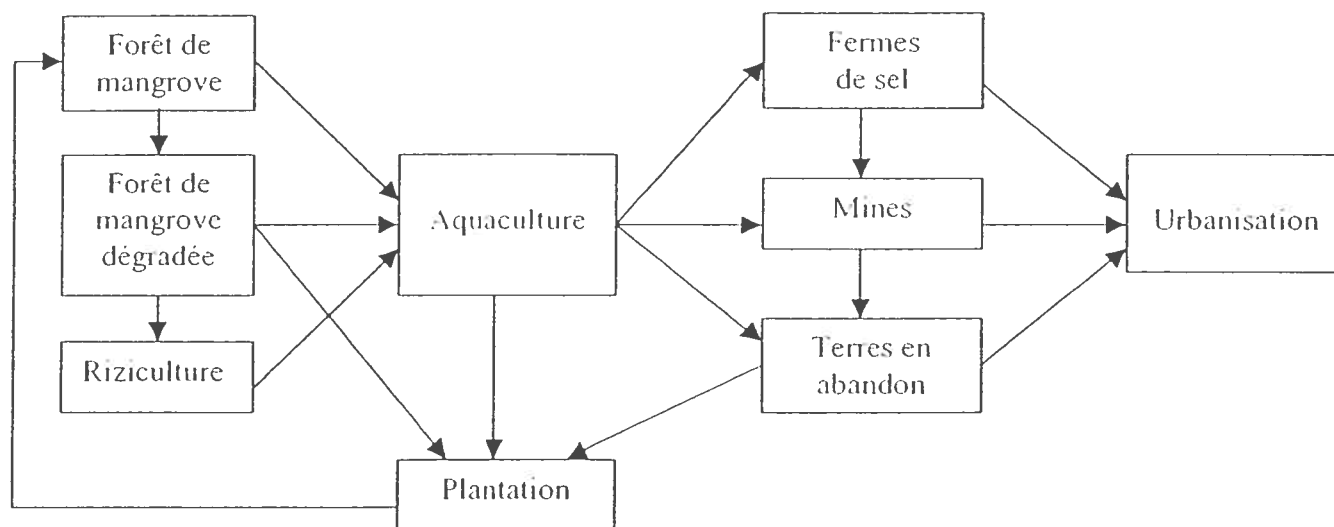
Deuxièmement, les changements liés à la transformation de l'utilisation du sol dans le milieu littoral semblent connaître un cycle d'évolution identique d'une province à une autre, même si elle s'effectue à des périodes différentes. En effet, lorsque que l'on observe les principales catégories d'utilisation du sol présents dans milieu littoral, on identifie l'existence d'un modèle d'évolution qui se fait globalement selon le schéma suivant:



Cependant, comme nous avons pu l'observer à l'aide des cartes représentant les trois provinces à l'étude, l'évolution du sol dans le milieu littoral peut être bien plus complexe. Ainsi, la forêt de mangrove peut être directement convertie en terres aquacoles sans préalablement être transformée en champs de paddy. De même, les terres aquacoles une fois abandonnées peuvent être utilisées pour rétablir la forêt de mangrove au lieu de connaître l'évolution globale identifiée. Un schéma d'évolution spécifique se présente dès lors de la manière suivante:

Figure 4.1

Schéma de synthèse: évolution complexe de l'utilisation du sol dans le milieu littoral



Quatrièmement, l'expansion aquacole n'est pas une dynamique autonome et indépendante. Il est évident que d'autres facteurs conditionnent son évolution. Chaque province, chaque territoire possède une histoire propre déterminant la transformation du sol d'un site. C'est pourquoi les pratiques aquacoles varient également selon les grandes régions littorales. Cette différenciation des pratiques aquacoles nécessite forcément des interventions de caractères différents. C'est pour nous concentrer sur l'étude concrète d'une région donnée que nous avons choisi de poursuivre cette recherche en étudiant spécifiquement le site de la baie de Kung Krabaen, dans la province de Chantaburi.

CHAPITRE V

LES PRATIQUES AQUACOLES À KUNG KRABAEN, CHANTABURI.

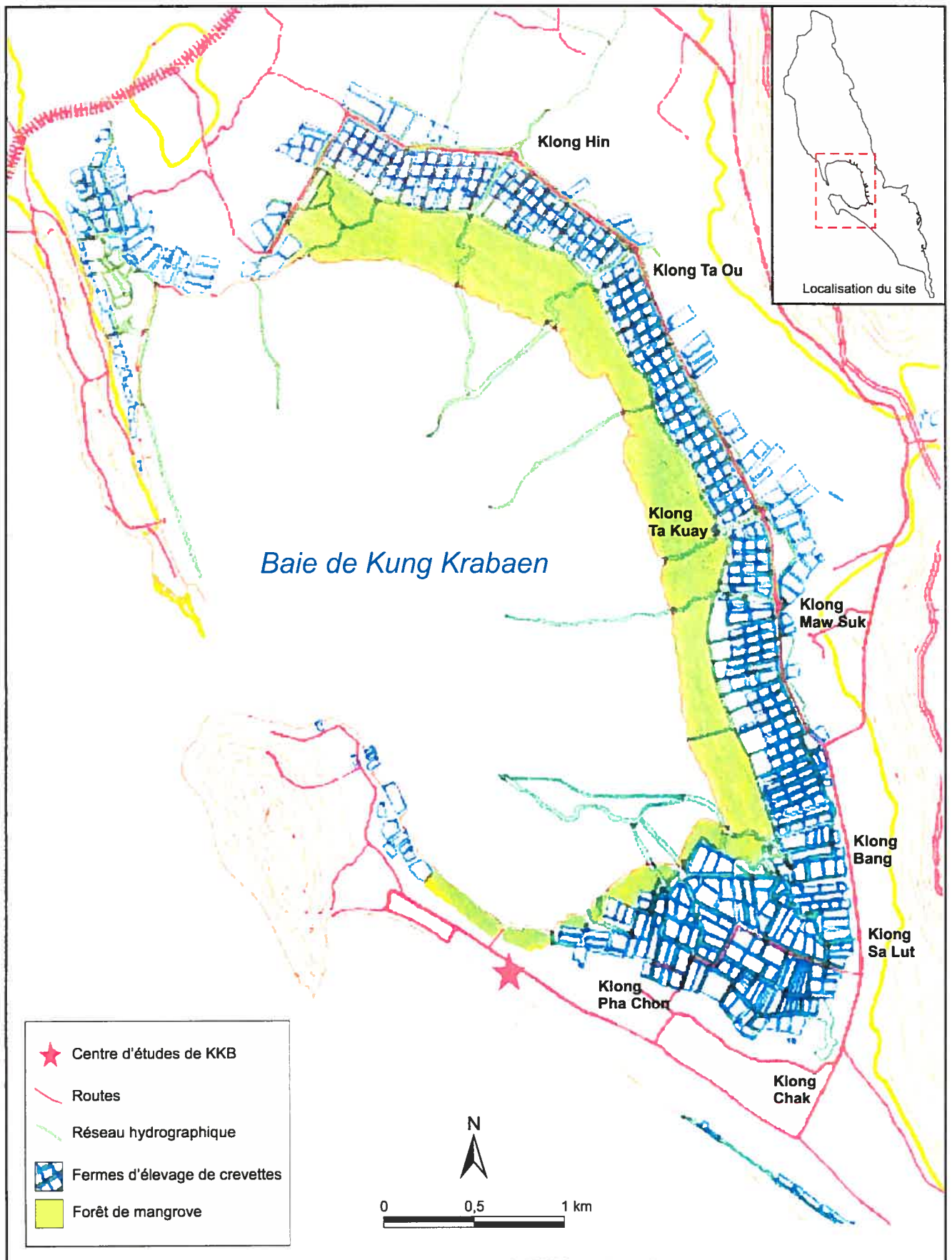
«Although the unplanned development of shrimp farming provides high benefits during the first few years of development, it has created serious adverse impact on mangrove forests and adjacent coastal use as a whole by means of clear cutting and effluent discharge. It is, therefore, needed to manage shrimp farming in such a way which does not impose compromising impact on productivity of mangroves and water quality.»

Apisit Eiumonh, dans Khemnark *et al.*, 1995, p. 48.

5.1 La baie de Kung Krabaen

Située dans le district de Thamai, province de Chantaburi, la baie de Kung Krabaen forme un ovale qui s'étend sur 4,6 km de longueur et 2,6 km de largeur, avec une embouchure maritime de quelques 656 mètres et, une superficie aquatique totale de 640 hectares (carte 13). La baie de Kung Krabaen offre, dans sa partie interne, une frange forestière de mangrove d'environ 210 hectares. Derrière celle-ci et autour de la baie, des fermes aquacoles se sont installées. Puis, et jusqu'à la montagne, on observe successivement de la riziculture, des vergers et une forêt tropicale sèche (carte 14). Le territoire à l'étude est en partie contrôlé par le Centre d'études du projet de développement royal de la baie de Kung Krabaen, lui-même administré par le Département des Pêches de la Thaïlande. Egalement parrainé par Sa Majesté le Roi de Thaïlande depuis 1981, ce projet a pour objectif d'améliorer les conditions de vie des villageois en développant des pratiques d'aménagement et de gestion intégrée des ressources littorales. Cependant, jusqu'à maintenant, le Centre d'études a concentré ses efforts sur le développement de fermes d'élevage intensif de crevettes.

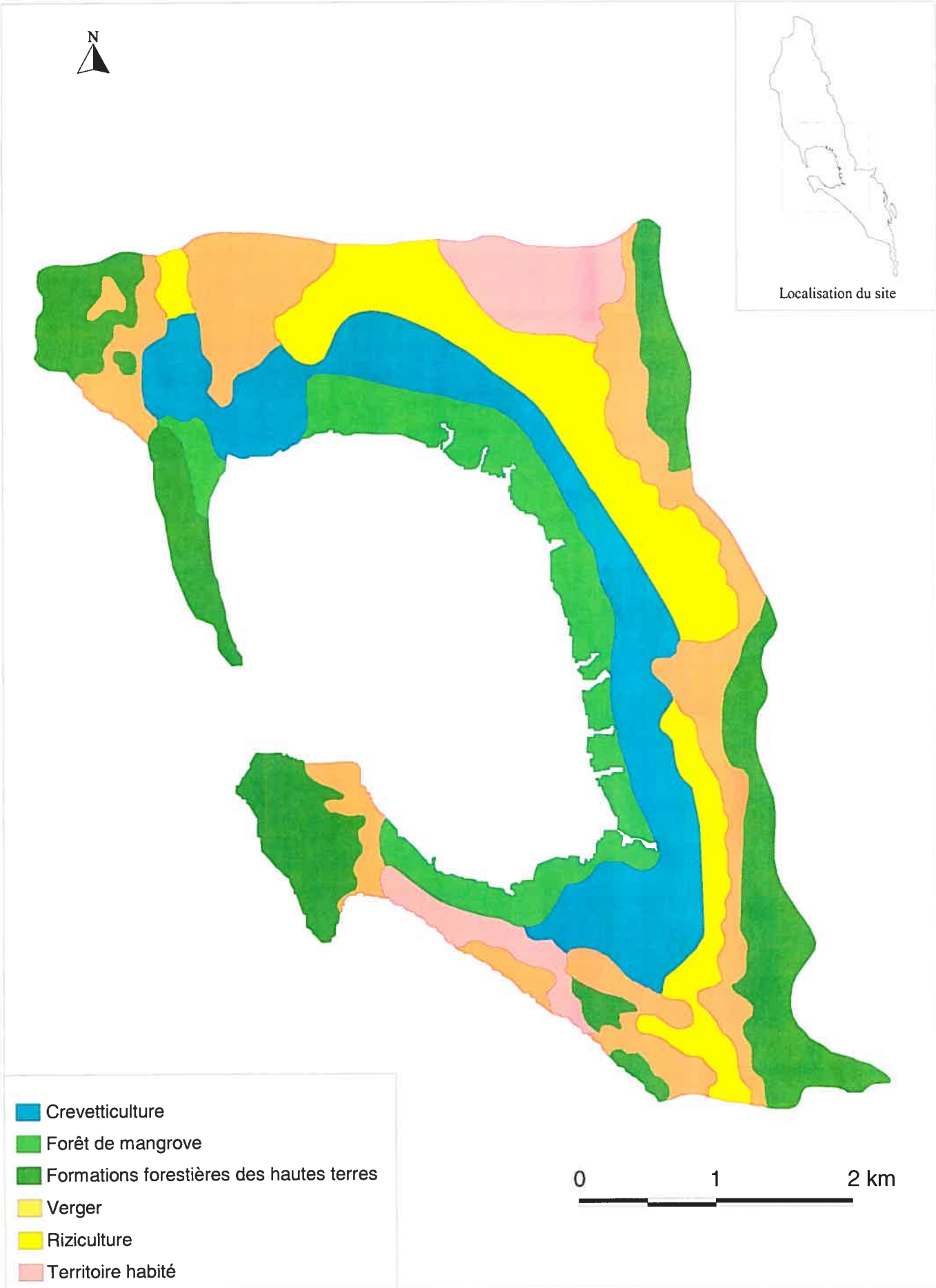
Carte 13 : Territoire administré par le Centre d'études du projet de développement royal de la baie de Kung Krabaen, 1996.



Source : Kung Krabaen Royal Project Development Study Center, 1996.

Adaptation : Estelle Dricot, 2001.

Carte 14 : Utilisation du sol dans le site de la baie de Kung Krabaen, 1996.



Source: Kung Krabaen Royal Project Development Study Center, 1996.

Adaptation : Estelle Dricot, 2001

Depuis 1986, parallèlement au développement massif de fermes d'élevage intensif de crevettes dans le cadre du projet de développement de Kung Krabaen, d'autres fermes aquacoles ont été développées de façon indépendante à l'initiative des paysans locaux. Quelques-unes de ces fermes se trouvent directement au bord de la baie, d'autres se situent à l'intérieur des terres autour des bassins aquacoles administrés par le Centre de développement de Kung Krabaen et aussi, plus au Nord, dans le district de Thamai (voir cartes 11 et 12, chapitre IV).

De nos jours, il existe autour de la baie de Kung Krabaen 417 bassins d'élevage de crevettes couvrant une superficie totale de 436,2 hectares. Parmi ceux-ci, 309 bassins totalisant une superficie de 90 hectares sont sous contrôle du Centre de développement de Kung Krabaen et environ 108 bassins couvrant une superficie de 346,2 hectares sont privés (Dricot, 2000, enquête de terrain). Ailleurs, dans le district de Thamai, on rencontre également, au nord et à l'est respectivement, 193 et 87,7 hectares de fermes privées d'élevage de crevettes. En termes de territoire occupé, les fermes aquacoles privées sont largement dominantes (74 %).

Selon le Centre d'études et de développement royal de la baie de Kung Krabaen, c'est l'expansion incontrôlée de ces fermes indépendantes qui est à l'origine de l'amplification des problèmes écologiques et aquacoles connus aujourd'hui. En fait, les cas d'autopollution de l'eau des bassins se retrouvent dans toutes les fermes d'élevage, qu'elles soient privées ou sous contrôle du Centre de Kung Krabaen. Le deuxième problème est donc l'aménagement de ces fermes aquacoles car elles sont construites sous forme d'unités individuelles non incorporées dans un schéma d'aménagement et de gestion intégrée (voir figure 5.1).

Un tel aménagement devient urgent, car on remarque partout des signes réels de salinisation (taches blanches) et de pollution (sols dénudés et infertiles, taches huileuses ou mousseuses) à l'intérieur des terres. Ceci est dû, entre autres facteurs, au déboisement excessif de la forêt de mangrove, au pompage de l'eau de mer vers les bassins et à l'utilisation excessive de fertilisants et de désinfectants (Lucas et Neame, 1991). Cette pollution de l'eau et du sol provoque non seulement une baisse de la production rizicole adjacente mais constitue également la principale cause d'épidémies et de mortalité chez les crevettes. D'ailleurs, depuis les premières années d'exploitation dans les années 1980, la production crevetteicole autour de la baie de Kung Krabaen

a régressé de 4 récoltes par année à seulement 2 récoltes par année en 2001 (Dricot, 2001, résultats d'enquête).

La baie de Kung Krabaen constitue donc un cadre de recherche exemplaire pour entreprendre l'analyse des enjeux et défis encourus par l'aquaculture thaïlandaise. D'autre part, comme ce site offre toujours d'excellentes possibilités d'amélioration et de réduction des difficultés occasionnées par l'expansion aquacole, des solutions locales peuvent être proposées, une fois les problèmes bien cernés. Grâce à la présence de l'État via le Centre de Kung Krabaen et à l'intérêt que portent les acteurs locaux au développement durable de la région, nous pouvons avancer qu'il existe ici un réel potentiel de réalisation d'un programme d'aménagement et de gestion intégrée des bassins aquacoles avec les autres ressources naturelles ou activités économiques.

Dans le but d'évaluer clairement la situation actuelle, nous avons donc élaboré et appliqué un questionnaire qui nous a permis de faire l'analyse des pratiques aquacoles et du système de gestion des déchets dans le site de Kung Krabaen. En effet, les pratiques aquacoles ont des répercussions importantes sur la balance écologique de l'ensemble de l'environnement dans la baie et sur ses pourtours. C'est pourquoi il est primordial de connaître la nature et les procédés du système d'évacuation des déchets utilisés par les fermes aquacoles dans le site. Aux fins de cette recherche, 25 éleveurs indépendants ainsi que 25 éleveurs parrainés par le gouvernement ont été consultés ⁽¹⁴⁾. Les résultats obtenus par ces enquêtes constituent nos principales données d'analyse pour les trois chapitres à venir.

5.2 Situation actuelle des fermes aquacoles

En 1982, le Département Royal de Foresterie autorisait le défrichement de 166,4 hectares de forêt de mangrove «dégradée» entourant la baie de Kung Krabaen afin de permettre la construction de fermes d'élevage de crevettes dans le cadre du projet de développement aquacole administré par le Département des Pêches (Lucas et Neame, 1991). Seule une mince frange littorale de mangrove de 97,6 hectares était préservée au bord de la baie (UNEP, 1988).

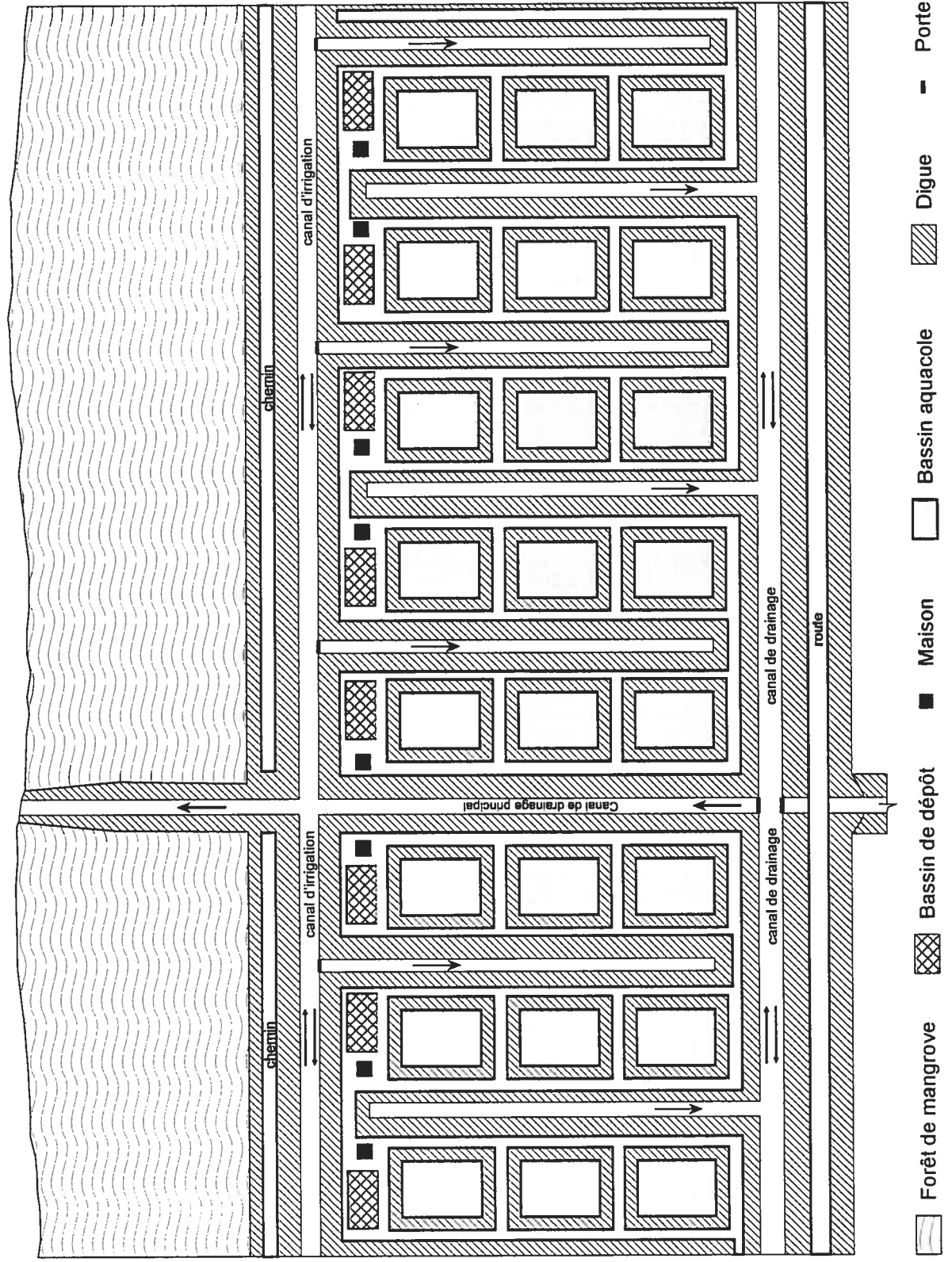
⁽¹⁴⁾ Voir commentaires dans le chapitre III concernant le cadre méthodologique.

L'ancien territoire à mangrove a donc été converti et divisé en 104 lots d'environ 1,6 hectares chacun. De manière générale, pour chaque lot, on retrouve 3 bassins de 0,32 hectares formant une superficie aquacole totale de 0,96 hectares (McEachern, 1988). Sur quelques fermes, cependant, le nombre et la taille des bassins ont été modifiés afin de répondre aux changements topographiques. Pour chaque ferme, jusqu'à 0,16 hectare des terres est consacré à la construction des digues et du système de canalisation, alors que le 0,48 hectare restant sert à placer la maison des éleveurs qui est, si possible, localisée en bordure de la forêt de mangrove (figure 5.1).

Initialement, 104 familles vivant sur le site et considérées fort dépendantes de la forêt de mangrove ont été sélectionnées pour faire partie du projet de développement aquacole (Lucas et Neame, 1991). Par la suite, 5 familles qui avaient créé leur propre exploitation crevetticole dans le site de Kung Krabaen bien avant les premiers développements par le gouvernement, ont été autorisées à rejoindre le projet royal, ce qui a amené le nombre total de familles participantes à 109 (Mc Eachern, 1988). Le coût moyen d'établissement pour chaque éleveur a été de 4 800 dollars américains (Lucas et Neame, 1991). La plupart des familles ont obtenu un prêt avec plan de remboursement de 5 ans auprès de la Banque de l'agriculture et des coopératives agricoles de la Thaïlande (*Bank of Agriculture and Agricultural Cooperatives: BAAC*).

En ce qui concerne les fermes aquacoles privées, on note que le nombre et la taille des bassins varient grandement d'une ferme à l'autre. Ainsi, nous avons pu observer aussi bien des fermes privées présentant 2 ou 3 bassins d'une grandeur moyenne de 2 hectares et d'autres offrant au moins une cinquantaine de bassins de très grande taille, pouvant atteindre les 8 hectares en superficie aquatique (Dricot, 2001, résultats d'enquête). Cependant, on remarque que les fermes privées situées autour de la baie de Kung Krabaen ont davantage tendance à suivre les mêmes normes de présentation que les fermes faisant partie du projet de développement de Kung Krabaen.

Figure 5.1 : Système de canalisation aquacole à Kung Krabaen



5.2.1 Le système de drainage

Il existe sept réseaux hydrographiques formant des canaux d'irrigation et de drainage naturels qui parcourent l'intérieur des terres et la forêt de mangrove avant de déboucher dans la baie de Kung Krabaen: le Klong Hin, Klong Ta Ou, Klong Ta Kuay, Klong Maw Suk, Klong Sa Lut, Klong Pla Chon et le Klong Nong Nam Khao (carte 13). Le canal (*Klong*) Pla Cohn est le plus long avec un parcours de 900 mètres jusqu'à la baie de Kung Krabaen. La largeur de ces canaux naturels varie de 5 à 10 mètres avec une profondeur moyenne de 2,0 à 2,5 mètres. Ce réseau hydrographique est essentiellement présent à l'est et au nord-est de la baie et dessert un territoire approximatif de 10,65 km² (Centre d'études de Kung Krabaen, 1995).

A cela s'ajoutent, essentiellement au sud et au sud-est de la baie, d'autres canaux construits au cours du développement du projet dans le but de combler un déficit en eau. Initialement, le système de canalisation servait à la fois aux besoins d'irrigation et de drainage. Par après, un effort d'amélioration du système de canalisation a consisté à séparer les canaux d'arrivée d'eau des canaux de drainage et d'évacuation des eaux usées. Dès lors, chaque bassin possède une porte d'entrée d'eau propre et une porte de sortie pour l'eau usée, ce qui permet un contrôle unique de la circulation de l'eau (figure 5.1).

Malheureusement, cet aménagement du système de canalisation n'a été effectué qu'entre les fermes 1 à 74 (au nord), alors que pour les fermes allant de 75 à 104 (au sud) le système est demeuré identique afin de , semble-t-il, répondre aux exigences topographiques (carte 13, et figure 5.2). Pour les 5 fermes initialement indépendantes également situées au sud de la baie, aucun aménagement n'a été prévu ni réalisé. Dans ces fermes, le lien entre les canaux d'irrigation et de drainage existe donc toujours et la plupart des canaux naturels n'ont pas encore fait l'objet d'aménagement spécifique. On en déduit que, du moins jusqu'au début des années 1990, l'intérêt quant à la prévention des problèmes liés au mélange des eaux propres et des eaux usées est resté secondaire.

A partir de 1991, plusieurs aménagements sont apportés au site. Tout d'abord, un canal d'irrigation est creusé parallèlement à la baie entre la forêt de mangrove et les bassins aquacoles

afin d'accueillir l'eau «propre», tandis qu'un second grand canal de drainage est installé à l'arrière des fermes afin de collecter les eaux usées. Ces eaux usées ainsi que les sédiments que l'on retrouve dans le fond des bassins sont ensuite acheminés vers la baie de Kung Krabaen. Des zones d'entreposage de sédiments ont été prévues mais très peu d'éleveurs suivent les recommandations. Une route de service a également été construite sur le sommet de la digue bordant le canal de drainage qui sert de limite «frontalière» entre les fermes sous contrôle du Centre d'étude de Kung Krabaen et les fermes privées (Dean, 1992).

Par ailleurs, les fermes d'élevage privées offrent des systèmes de canalisation fort semblables à ceux que l'on vient de décrire pour les fermes sous contrôle de l'Etat. En réalité, les systèmes de drainage et d'irrigation des fermes privées sont fort dépendants du système de canalisation construit sous la responsabilité du Centre puisqu'elles se retrouvent à l'intérieur des terres, derrière les fermes comprises dans le projet.

5.2.2 L'aménagement et la gestion des bassins

En général, toutes les fermes appartenant aux éleveurs situés dans le district de Thamai, qu'elles soient comprises ou non dans le projet, offrent un schéma de construction identique. Ainsi, chaque bassin est large de 56 mètres, long de 58 mètres et a une superficie aquatique de 3 248 m² pour un volume d'environ 2 400 m³. Les digues sont larges d'environ 3 mètres et hautes de 1 mètre par rapport au niveau de la mer. La pente du côté du bassin est en moyenne de 1:1,5. Enfin, la profondeur des bassins une fois remplis est de 75 cm au moins à leur centre. Cependant, chaque éleveur a reçu l'autorisation du Centre de modifier ces critères selon les exigences du site dans lequel il est installé (Lucas et Neame, 1991).

Quant aux méthodes d'élevage de crevettes, les procédures aux différentes étapes sont, en gros, identiques aussi bien pour les aquaculteurs indépendants que pour ceux faisant partie du projet. Cependant, comme nous le verrons à l'aide des tableaux statistiques, des démarcages mêmes minimales par rapport aux normes d'élevage peuvent avoir de grandes répercussions.

La période de préparation des bassins

Cette étape concerne le nettoyage du fond des bassins, le séchage, la pose de la chaux, le remplissage en eau de mer des bassins tout en prêtant une attention à la qualité de l'eau puisée. Pour une bonne qualité de l'eau, la concentration en sel doit être maintenue entre 10 à 25 ppt (partie par trillion) et le pH doit se situer entre 7,5 à 8,5 avec un niveau d'oxygène supérieur à 4 mg/l (Chien, 1992). C'est également à cette étape que l'on prépare et décide de la quantité en larves que l'on mettra dans chaque bassin. Cette procédure varie énormément selon les choix des éleveurs, l'emplacement des bassins et le prix d'achat des larves; c'est pourquoi il est toujours difficile aujourd'hui d'établir des moyennes.

Tableau 5.1
Durée de préparation des bassins entre deux élevages

Durée de préparation des bassins (jours)	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 15	7	28	8	32	15	30
15-30	14	56	12	48	26	52
30-45	3	12	5	2	8	16
45 et plus	1	4	0	0	1	2
Variation	7-60		15-45		7-60	

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Le temps de préparation pour l'ensemble des bassins varie de 7 à 60 jours et est, en moyenne, de 26 jours (tableau 5.1). Il n'existe pas de grande différence dans la durée de préparation des bassins après chaque récolte. Le délai d'attente entre les 2 élevages varie davantage selon les contraintes financières et les problèmes de maladie lors du précédent élevage.

Après avoir retiré les sédiments du fond des bassins à l'aide d'arrosiers à haute pression, les bassins reposent pendant un certain temps pour un séchage qui permet la dégradation des matières organiques par les bactéries. Une fois séchés, les bassins sont recouverts jusqu'au

sommet des digues par une couche de chaux afin de neutraliser et stériliser les sols. Dans l'ensemble, le taux recommandé est de 1 250-1 875 kg/ha de dolomite ou de chaux agricole (Funge-Smith et Briggs, 1992). Par après, les bassins sont remplis jusqu'à concurrence de 30-40 cm d'eau et du fertilisant contenant des matières organiques et non-organiques y est ajouté afin de stimuler l'éclosion du plancton. Enfin, le remplissage en eau se termine jusqu'à atteindre une hauteur de 1,2-1,5 mètres avant de procéder à l'ensemencement des larves dans les bassins.

Tableau 5.2

Densité en larves de crevettes employée au début de l'élevage

Densité en larves de crevettes (pls/m ²)	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 40	1	4	0	0	1	2
40-50	2	8	1	4	3	6
50-60	10	40	5	20	15	30
60-70	7	28	8	32	15	30
70-80	4	16	6	24	10	20
70-80	1	4	3	12	4	8
80 et plus	0	0	2	8	2	4
Variation	33,3-78,1		46,8-104,2		33,3-104,2	

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

La densité moyenne en larves de crevettes pour l'ensemble des fermes est de 65 pls/m² (pls : *post larvae shrimp*) et varie de 33 à 104 pls/m² (la limite maximale étant assez élevée) (tableau 5.2). Cependant la densité moyenne en larves pour les fermes comprises dans le projet est moindre (56 pls/m²) que pour les fermes situées hors projet (75,5 pls/m²).

En fait, les éleveurs accumulent un niveau élevé de larves sans considérer la capacité des bassins afin d'augmenter leur production par récolte, le taux de perte sur les larves semblant tenir une place secondaire. Leur calcul semble d'ailleurs fondé, car l'étude menée par Tookwinas *et al.* (1994) révèle que le taux de survie était de seulement 37,5 % avec un ratio de conversion

alimentaire de 2.2 (FCR: feed conversion ratio) ⁽¹⁵⁾. Satapornvanit (1993) rapporte également un taux de survie de 53,8 % avec un FCR de 2,1 pour les fermes d'élevage faisant partie du projet de Kung Krabaen. Il est donc plausible que le taux de survie des crevettes ne dépende pas nécessairement de la concentration en larves.

La période d'élevage

Les aquaculteurs de Kung Krabaen planifient leur calendrier aquacole en fonction de deux productions annuelles. Le premier élevage débute entre décembre et janvier et le second entre juin et juillet. Chaque cycle de production a habituellement une durée de 4 à 4,5 mois mais il varie de 60 à 150 jours. Il ressort de nos données que la plupart des éleveurs attendent de 120 à 140 jours, avec une moyenne de 129 jours pour la première production et de 127 jours pour la seconde production (tableau 5.3). Quand de courtes périodes d'élevage sont déclarées, elles correspondent à des maladies ayant, la plupart du temps, provoqué une perte totale de la production. C'est pendant la saison estivale (décembre-avril) que l'on observe davantage de cas d'épidémies. Les aquaculteurs rencontrent alors plus de difficultés à gérer leur fermes à cause de la température élevée qui augmente la salinité de l'eau des bassins. Enfin, il convient de noter que, selon les informations que l'on a pu obtenir, il existe très peu de différences entre les fermes privées et les fermes incluses dans le projet.

⁽¹⁵⁾ Le FCR est égal à la quantité d'aliments introduits (kg) sur le poids total acquis par les crevettes (Kg).

Tableau 5.3
Période d'élevage des crevettes

1) Lors de la première récolte entre octobre et novembre	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 120 jours	1	4	1	4	2	4
120-130	12	48	9	36	21	42
130-140	9	36	11	44	20	40
140-150	3	12	4	16	7	14
Variation	60-150		100-150		60-150	
2) Lors de la seconde récolte entre avril et mai	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 120 jours	3	12	4	16	7	14
120-130	13	52	8	32	21	42
130-140	8	32	12	48	20	40
140-150	1	4	1	4	2	4
Variation	70-150		60-150		60-150	

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

La circulation de l'eau des bassins

Seulement 38 % des éleveurs ajoutent de l'eau de mer pendant leur premier mois d'élevage afin de maintenir le niveau recommandé (tableau 5.4). Lors du second mois le pourcentage passe à 68 % et, pendant le troisième et le quatrième mois, presque tous les éleveurs le font. Ensuite, durant le dernier mois, seulement 32 % des aquaculteurs continuent de rajouter de l'eau dans les bassins. La fréquence moyenne d'ajout en eau dans les bassins pendant les périodes 0-1 mois, 1-2 mois, 2-3 mois 3-4 mois, 4 mois jusqu'à la récolte sont respectivement de 2,5; 3,0; 3,2; 3,0 et de 1,8 fois.

Par ailleurs, 64 % des aquaculteurs déclarent changer l'eau des bassins pendant la période d'élevage alors que 36 % des éleveurs n'en font rien. Pour ceux qui jettent leurs eaux usées pendant le cycle, seulement 6 % le font pendant le premier mois d'élevage. Du second au quatrième mois, le pourcentage de fermes pratiquant le rejet d'eau usée augmente et passe de 28 % à 52 % puis 46 %. Après le quatrième mois, seuls 12 % des éleveurs continuent de rejeter

leurs eaux usées. En réalité, la fréquence de rejet d'eau usée entre le premier mois d'élevage jusqu'à la récolte varie entre 2 et 3 fois par mois.

Le problème majeur que l'on rencontre dans le site de Kung Krabaen est que les fermes sont fortement dépendantes du cycle des marées car, pendant le cycle des marées basses, l'amplitude est trop faible et l'eau ne s'accumule pas suffisamment dans les canaux d'irrigation (Stockwell, 1990). De plus, dans le district, il n'existe aucun réservoir d'eau dédié spécifiquement à l'usage aquacole. C'est pourquoi les aquaculteurs s'organisent afin de profiter des marées printanières pour remplir leurs bassins lors du second cycle de production. De la même façon, ils drainent les eaux usées pendant la marée basse et alimentent leurs bassins pendant la marée haute.

Quelques aquaculteurs privés situés plus à l'intérieur des terres ainsi qu'au nord du district doivent cependant drainer leurs bassins pendant la marée haute et les remplir en pompant l'eau de mer. Ces fermes privées sont en effet situées vraiment trop loin du rivage pour que les marées basses arrivent à les atteindre. Cette pratique cause de sérieux dégâts car elle détériore l'eau destinée aux bassins d'élevage non seulement pour les fermes concernées mais pour toutes celles qui partagent le même système de canalisation. C'est un réel problème d'aménagement du système de canalisation.

Tableau 5.4
Fréquence des échanges d'eau des bassins aquacoles

1) Nombre de fermes pompant l'eau de mer vers les bassins	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Pendant le 0-1 mois	11	44	8	32	19	38
1-2 mois	18	72	16	64	34	68
2-3 mois	20	80	19	76	39	78
3-4 mois	19	76	19	76	38	76
4 mois et plus	6	24	10	40	16	32
2) Fréquence du pompage d'eau de mer vers les bassins	Moyenne		Moyenne		Moyenne	
Pendant le 0-1 mois	2,64		2,25		2,47	
1-2 mois	3,11		2,14		3,03	
2-3 mois	3,45		3,00		3,23	
3-4 mois	3,00		3,00		3,00	
4 mois et plus	1,83		1,80		1,81	
3) Evacuation des eaux usées pendant la période d'élevage	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	18	72	14	56	32	64
Non	7	28	11	44	18	36
4) Nombre de fermes qui déchargent leurs eaux usées	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Pendant le 0-1 mois	2	8	1	4	3	6
1-2 mois	7	28	7	28	14	28
2-3 mois	14	56	12	48	26	52
3-4 mois	12	48	11	44	23	46
4 mois et plus	1	4	5	20	6	12
5) Fréquence d'évacuation des eaux usées	Moyenne		Moyenne		Moyenne	
Pendant le 0-1 mois	2,0		3,0		2,3	
1-2 mois	2,6		3,0		2,8	
2-3 mois	3,1		3,0		3,1	
3-4 mois	3,3		2,9		3,1	
4 mois et plus	2,0		2,2		2,1	

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001

Telle qu'observée en 2001, la pratique de la circulation de l'eau des bassins pendant la période d'élevage diffère fortement des premières pratiques menées au début des années 1980. A cette époque, les aquaculteurs essayaient de réduire au maximum les échanges d'eau, alors qu'aujourd'hui les experts recommandent un recyclage fréquent de l'eau de bassins pendant toute la période d'élevage. Cette tradition explique en partie pourquoi 36 % des éleveurs interrogés continuent à ne pas rejeter l'eau usée pendant la période d'élevage. Mais au surplus ces paysans sont d'avis que l'eau de mer est aujourd'hui de mauvaise qualité, d'autant plus que les autres éleveurs rejettent périodiquement leurs eaux usées à la mer. Ces aquaculteurs affirment d'ailleurs que leurs bassins ont été l'objet de maladies juste après avoir puisé l'eau de mer pendant la période d'élevage. Selon eux, l'ancienne pratique (4 mois d'élevage sans rejet d'eau usée) laissait le temps à l'eau de mer de se recycler convenablement. Ces aquaculteurs déclarent tout de même puiser un peu d'eau de mer pour combler l'évaporation et diminuer la salinité de l'eau des bassins.

La question de la circulation des eaux est donc un élément primordial pour la durabilité des fermes aquacoles et elle peut se révéler dépendante de l'importance de la pollution côtière. Nous aurons l'occasion d'y revenir à la fin de ce chapitre et lors de l'analyse de l'environnement aquatique entourant le site d'étude.

L'alimentation des crevettes

Le mode d'alimentation des crevettes est également une composante importante dans la gestion des bassins aquacoles. C'est un élément critique pour la réussite de la production. Un taux adéquat et équilibré en alimentation assure une forte production ainsi qu'une taille optimale des crevettes alors qu'une mauvaise gestion de l'alimentation peut causer des déséquilibres importants qui affectent la qualité de l'eau des bassins et peuvent donc devenir source de maladies.

La fréquence d'alimentation pendant le premier mois d'élevage est de 3 à 4 fois par jour. Mais durant le second mois et jusqu'à la récolte, la fréquence d'alimentation augmente à 4-5 fois par jour (tableau 5.5). Pendant la période d'élevage, la plupart des éleveurs utilisent des nutriments commerciaux tels que le *C.P.*, *Starfeed*, *Topmix*, *Marine*, etc. On remarque cependant que les éleveurs indépendants utilisent davantage une alimentation naturelle, à base de coquillages, de

chair de crabe et de poissons, ou même de carapace des crustacés concassés. L'utilisation de produits naturels dépend également de la taille des fermes. Les quelques propriétaires de grandes fermes privées interrogés déclarent tous utiliser des nutriments commerciaux. Sur l'ensemble des éleveurs, environ 62 % utilisent des aliments naturels pour une quantité moyenne de 588 kg/récolte/rai. Alors que la quantité moyenne utilisée en aliments commerciaux (ou secs: *dried feed*) est d'environ 1 395 kg/récolte/rai ⁽¹⁶⁾.

Tous les aquaculteurs ajoutent dans leurs bassins des produits chimiques tels que de la chaux, du *Zeolite*, des dérivés chlorés (*Chlorure de benzalkonium* (BKC)). Ces produits chimiques sont utilisés dans le but de maintenir la bonne qualité de l'eau des bassins. De plus, presque tous les éleveurs (86 %) utilisent des antibiotiques tels que l'*oxytetracycline* et le *chloramphenical*, surtout en cas d'épidémies (tableau 5.5). Quelques-uns ajoutent des antibiotiques par simple précaution, tous les 7 ou 15 jours. Les quantités utilisées aussi bien en produits chimiques qu'en antibiotiques sont très élevées. Ces pratiques constituent véritablement l'envers de la médaille lorsque l'on a affaire à un système intensif de production. Les quelques éleveurs n'utilisant pas d'antibiotiques sont tous situés hors du projet. Les limites d'utilisation de produits chimiques et d'antibiotiques par ces aquaculteurs proviennent davantage d'un manque de moyens financiers que d'un choix affirmé de leur part.

La récolte

Puisque, dans leur ensemble, les éleveurs du district de Thamai suivent le même calendrier aquacole, la période de récolte s'effectue à peu près en même temps sur toutes les fermes. Ordinairement, la première récolte prend place en octobre et novembre tandis que la seconde récolte a lieu en avril et mai. Pour récolter les crevettes, les éleveurs pratiquent la méthode de drainage. Toute l'eau des bassins est rejetée dans les canaux de drainage. Un filet est placé dans la porte de sortie d'eau usée afin de récolter les crevettes. Ensuite, on ramasse à la main les crevettes restées au fond du bassin. Les crevettes sont immédiatement pesées et réparties selon leur taille. Généralement, les aquaculteurs assistés de leur famille s'entraident en se rassemblant pendant cette dure étape de la récolte.

⁽¹⁶⁾ Le rai est une unité de mesure thaïlandaise. 1 rai est égal à 0,16 hectares.

Tableau 5.5
Utilisation de produits chimiques, antibiotiques et fertilisants

1) Utilisation d'aliments naturels	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	14	56	17	68	31	62
Non	11	44	8	32	19	38
2) Moyenne en aliments naturels (kg/récolte/rai)	Dans le projet (nb=14)		Hors projet (nb=17)		Total (nb=31)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 100	1	7,1	3	17,6	4	12,9
100-500	7	50,0	3	17,6	10	32,3
500-1000	5	35,7	8	47,1	13	41,9
1000-1500	0	0,0	2	11,8	2	6,4
1500 et plus	1	7,1	1	5,9	2	6,4
Moyenne	480,43		688,3		588,22	
3) Moyenne en aliments commerciaux (kg/récolte/rai)	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 1000	6	24	3	12	9	18
1000-1500	19	76	2	8	21	42
1500-2000	0	0	2	8	2	4
2000-2500	0	0	4	16	4	8
2500-3000	0	0	8	32	8	16
3000-3500	0	0	2	8	2	4
3500-4000	0	0	1	4	1	2
4000 et plus	0	0	3	12	3	6
Moyenne	1339,76		1456,23		1395,23	
4) Utilisation de produits chimiques	R	%	R	%	R	%
Oui	25	100	25	100	50	100
Non	0	0	0	0	0	0
5) Utilisation d'antibiotiques	R	%	R	%	R	%
Oui	25	100	18	72	43	86
Non	0	0	7	28	7	14

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

5.2.3 La gestion des déchets

Compte tenu du fait que les fermes intensives d'élevage de crevettes demandent un gros volume en protéines et en aliments riches en phosphores, une bonne partie des déchets provenant des bassins aquacoles dérivent de la nourriture non consommée. Les autres formes de déchets solides comprennent les matières fécales, les produits métaboliques, le phytoplancton et les colonies de bactéries. La plupart des antibiotiques, fertilisants et autres produits chimiques utilisés dans la crevetticulture se retrouvent sous forme de déchets liquides qui sont très nuisibles à l'environnement. La majorité des déchets solides et liquides sont, d'une manière ou d'une autre, libérés dans l'environnement côtier lors du rejet des eaux usées, après chaque cycle d'élevage.

Parmi les 62 % des crevetticulteurs qui déversent leurs eaux usées pendant la période d'élevage, aucun n'a un dispositif de traitement des eaux usées. Tous les aquaculteurs dont les fermes sont comprises dans le projet et 71 % des aquaculteurs privés évacuent l'eau usée de leurs bassins dans le système de canalisation ; 29 % des autres éleveurs privés déchargent leurs eaux usées directement dans la mer (tableau 5.6).

Par ailleurs, pendant la période d'élevage, l'action des pédales d'aération a pour effet de concentrer les sédiments en suspension au centre des bassins et laisse la bordure des cuves d'élevage propres à l'alimentation des crevettes (Funge-Smith et Briggs, 1994). Lorsque les bassins sont vidés, il demeure donc un tas considérable de sédiments, et ce, principalement au fond des cavités centrales. L'épaisseur de ce dépôt sédimentaire varie de 1 à 13 cm (tableau 5.7). Plus de 50 % de l'ensemble des aquaculteurs mentionnent une épaisseur de sédiment approximative de 10 cm. Selon Funge-Smith et Briggs (1994), la quantité totale de sédiment accumulé est déterminée par les pratiques d'élevage et l'intensité de la production.

Tableau 5.6
Gestion des eaux usées pendant la période d'élevage

1) Evacuation des eaux usées pendant le période d'élevage	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	17	68	14	56	31	62
Non	8	32	11	44	19	38
2) Traitement des eaux usées avant l'évacuation	Dans le projet (nb=17)		Hors projet (nb=14)		Total (nb=31)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	0	0	0	0	0	0
Non	17	100	14	100	31	100
3) Lieu d'évacuation des eaux usées	Dans le projet (nb=17)		Hors projet (nb=14)		Total (nb=31)	
	R	%	R	%	R	%
Canal de drainage	17	100	10	71,4	27	87,1
Baie/mer	0	0	4	28,6	4	12,9
Autres	0	0	0	0	0	0

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

La plupart des aquaculteurs (76 %) utilisent des arrosoirs à haute pression pour éliminer ces dépôts sédimentaires. Cette méthode possède des avantages lorsque le sol présent dans les fermes d'élevage est acide (ou hydrogènesulfate). Les sols acides sèchent difficilement; c'est pourquoi l'utilisation des arrosoirs permet l'élimination d'une bonne partie des matières oxydées. Le principal désavantage de cette méthode est que les déchets originellement solides sont dès lors en suspension se comportant comme les déchets liquides, ce qui augmente la pollution de l'environnement littoral (Chien, 1992). Pendant le temps de séchage des bassins, qui dure en moyenne 11 jours, 20 % des éleveurs indépendants déclarent laisser sécher leur bassin sans avoir, au préalable, procédé à leur nettoyage. Cette pratique relève surtout du manque d'argent car la

location des arrosoirs à haute pression est trop coûteuse pour certains petits éleveurs privés. Or, lorsque les dépôts au fond des bassins ne sont pas ou sont mal éliminés, les sédiments s'accumulent bien évidemment d'un cycle de production à l'autre, augmentant ainsi la pollution de l'eau des bassins. Il existe alors d'énormes risques d'épidémies par le virus de la tête jaune (YHV: *Yellow Head Virus*) et le virus à taches blanches (WSBV: *White Spot BaculoVirus*) ou, à tout le moins, de baisse de la production (Funge-Smith et Briggs, 1994).

En réalité, les normes voudraient que les sédiments solides qui couvrent le fond des bassins soient accumulés dans des bassins de dépôt. Néanmoins, une bonne partie des éleveurs continuent d'éliminer leurs déchets sédimentaires directement dans les canaux, voire dans la mer pour les éleveurs indépendants qui sont situés en bordure de la baie (12 %). Certains aquaculteurs rejettent leurs déchets dans les champs rizicoles et dans la forêt de mangrove adjacente (4 % chacun) ou dans les territoires publics ou abandonnés (10 % chacun) (tableau 5.7). Un éleveur indépendant déclare même construire et renforcer ses digues de bassins en empilant les déchets solides.

Tableau 5.7

Gestion du fond des bassins et accumulation des sédiments après chaque récolte

1) Epaisseur des dépôts sédimentaires dans le fond des bassins (cm)	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
0-10 cm	13	52	12	48	25	50
10 - 20 cm	7	28	8	32	15	30
20 -30 cm	3	12	5	20	8	16
30 cm et plus	2	8	0	0	2	4
2) Mode de nettoyage des bassins après chaque récolte	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Séchage des bassins sans nettoyage	0	0	5	20	5	10
Utilisation des arrosoirs à haute pression	20	80	18	72	38	76
Cela dépend de certains autres facteurs	5	20	2	8	7	14
3) Temps de séchage des bassins entre deux récoltes (jours)	Dans le		Hors		Total	

	projet (nb=25)		projet (nb=25)		(nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
0 - 10 jours	14	56	11	44	25	50
10- 20 jours	8	32	12	48	20	40
20 - 30 jours	3	12	2	8	5	10
4) Lieu d'évacuation des dépôts sédimentaires	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Bassins de dépôts	20	80	10	40	30	60
Canal/mer	0	0	6	24	6	12
Champs rizicoles	0	0	2	8	2	4
Forêt de mangrove	0	0	2	8	2	4
Terres publiques ou abandonnées	1	4	4	16	5	10
Terres privées non utilisées	4	16	0	0	4	8
Digues des bassins	0	0	1	4	1	2
5) Evacuation des déchets sédimentaires à partir des bassins de dépôts	Dans le projet (nb=20)		Hors projet (nb=10)		Total (nb=30)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	15	75	8	80	23	76,7
Non	5	25	2	20	7	23,3
6) Si oui, après combien d'heures	Dans le projet (nb=15)		Hors projet (nb=8)		Total (nb=23)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 12 heures	5	33,3	1	12,5	6	26,1
12 - 24	4	26,7	3	37,5	7	30,4
24 - 48	2	13,3	1	12,5	3	13,0
48 - 72	3	20	2	25	5	21,7
72 heures et plus	1	6,7	1	12,5	2	8,7

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Il faut tout de même souligner l'effort constant fourni par les conseillers du Centre d'études et de développement de Kung Krabaen en vue de contrôler ce problème. Pour l'ensemble des aquaculteurs faisant partie du projet, il existe un nouveau règlement stipulant qu'ils doivent consacrer 5 % au moins de la superficie de leurs fermes à l'établissement d'un bassin de dépôt afin de traiter les déchets solides avant de les évacuer dans la baie par le système de canalisation. Ailleurs dans le pays, ce nouveau règlement existe mais seulement pour les fermes aquacoles de plus de 8 hectares. Ces fermes aquacoles sont obligées de consacrer 10 % de leur superficie à la construction de bassins de dépôt.

Les chances de succès de cette entreprise quant à la participation des aquaculteurs semblent réalistes puisque l'ensemble des éleveurs comprennent les enjeux. Les aquaculteurs dépendants ont tendance à suivre ces changements de procédure car on a pu remarquer l'existence de nombreux bassins de dépôt en construction. Ainsi, pour la plupart des aquaculteurs du projet, des bassins de dépôt ont été construits là où il y avait d'anciens bassins d'élevage de crevettes (45 %) ou encore dans les espaces inoccupés de la ferme aquacole (40 %), alors que chez les aquaculteurs indépendants les bassins de dépôt sont installés un peu partout sur d'anciennes zones de crevetticulture, de riziculture, et de forêt de mangrove (20 % chacun) et dans des terrains en friche (10 %). Un éleveur indépendant a même déclaré utiliser un ancien bassin d'élevage de poissons (tableau 5.8).

Par contre, on s'interroge encore sur les moyens et les méthodes de traitements effectués à l'endroit des déchets solides durant leur entreposage dans les bassins de dépôt. La majorité des bassins de dépôt construits dans les fermes aquacoles n'ont pas les dimensions adéquates compte tenu de la quantité de déchets à éliminer (tableau 5.8). Pour cette raison, la période d'entreposage des déchets avant leur évacuation vers les canaux de drainage est de seulement 40 heures! Cette courte période n'assure pas l'efficacité dans la rétention des éléments polluants dans le sol des bassins de dépôt.

En fin de compte, une bonne partie des sédiments sont tout de même relâchés dans l'environnement côtier, surtout pendant les crues durant la saison des pluies. Les sédiments

finissent également par s'accumuler dans les cavités des canaux de drainage et n'atteignent jamais la baie. Il en résulte une baisse de la qualité de l'eau, surtout pour les fermes qui utilisent un système de canalisation unique d'irrigation et de drainage. Lorsque les marées sont hautes, l'eau de mer vient se mélanger aux déchets solides avant d'atteindre les bassins d'élevage de crevettes. En conséquence, les aquaculteurs doivent utiliser davantage d'antibiotiques et de fertilisants et ainsi polluer davantage : un cercle vicieux s'établit.

Tableau 5.8
Gestion des bassins de dépôts et leur usage précédent

1) Superficie approximative des bassins de dépôts (hectare)	Dans le projet (nb=20)		Hors projet (nb=10)		Total (nb=30)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 0,16 ha	11	55	7	70	18	60
0,16 - 0,32 ha	7	35	1	10	8	26,7
0,32 - 0,48 ha	1	5	1	10	2	6,7
0,48 - 0,64 ha	1	5	0	0	1	3,3
0,64 - 0,80 ha	0	0	1	10	1	3,3
2) Profondeur approximative des bassins de dépôts (mètre)	Dans le projet (nb=20)		Hors projet (nb=10)		Total (nb=30)	
	R	%	R	%	R	%
Moins de 1 m	2	10	1	10	3	10
1 - 2 m	16	80	8	80	24	80
2 - 3 m	2	10	1	10	3	10
3) Utilisation précédentes des bassins de dépôts	Dans le projet (nb=20)		Hors projet (nb=10)		Total (nb=30)	
	R	%	R	%	R	%
Anciens bassins d'élevage de crevettes	9	45	2	20	11	36,7
Espaces inoccupés de la ferme aquacole	8	40	2	20	10	33,3
Champs rizicoles	2	10	2	20	4	13,3
Forêt de mangrove	1	5	2	20	3	10,0
Terrain en friche	0	0	1	10	1	3,3
Ancien bassin d'élevage de poisson	0	0	1	10	1	3,3

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

5.3 Estimation de la quantité de déchets aquacoles

Il existe en Thaïlande plusieurs cas de contamination de l'eau marine par l'utilisation intensive et abusive de la crevetteculture ; elles causent soit une baisse de la production en crevettes, soit, dans le pire des cas, sa disparition complète (Phillips *et al.*, 1993; Dricot, 1997). Le contrôle de la qualité de l'eau utilisée en aquaculture est donc un élément fondamental du succès de la production aquacole, mais ce succès ne peut être assuré sans le contrôle préalable des déchets aquacoles. La gestion saine et durable d'une ferme d'élevage de crevettes implique que la quantité de déchets solides et liquides ne dépasse pas la capacité d'absorption de l'environnement côtier. L'analyse que nous faisons de ces aspects dans cette section afin d'offrir une estimation de la quantité totale de déchets polluants accumulés dans la baie de Kung Krabaen s'appuie sur les études menées par Satapornvanit (1993).

Cette estimation est réalisée en s'appuyant sur les affirmations suivantes:

- la superficie totale des fermes aquacoles présentes autour de la baie de Kung Krabaen est de 436,2 hectares;
- toutes les fermes aquacoles présentes dans le site de Kung Krabaen opèrent uniquement par rapport à une baie qui présente une superficie aquatique de 640 hectares;
- la production aquacole comprend deux récoltes par année;
- chaque récolte est réalisée pendant une période identique;
- tous les déchets liquides rejetés pendant la période d'élevage et lors de la récolte sont acheminés d'une manière ou d'une autre vers la baie;
- une bonne partie des déchets solides sont également orientés vers la baie. Les calculs d'estimation sont effectués selon 3 cas possibles: 0 %, 50 % ou 100 % des sédiments du fond des bassins sont perdus dans l'environnement côtier.

5.3.1 Dans la baie de Kung Krabaen

La recherche de Satapornvanit a porté sur 5 bassins administrés par le Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen pendant la première récolte de 1993 (décembre 1992 à mai 1993). L'auteur a démontré qu'il existait deux principaux agents chimiques à la source de la baisse de la qualité de l'eau de la baie de Kung Krabaen: l'azote et le phosphore. Cette étude a également démontré que la quantité totale d'intrants pour un bassin d'un hectare peut être estimée à 666,1 kg d'azote/ récolte et à 137,5 kg de phosphore/ récolte (tableau 5.9). Parmi ces intrants, on remarque que c'est la nourriture non consommée par les crevettes durant la période d'élevage qui constitue la principale source de pollution.

Une fois que l'on connaît la nature et la quantité totale d'intrants pour un bassin de 1 hectare, il est possible d'estimer la quantité d'éléments polluants qui se retrouvent dans la baie de Kung Krabaen. Ainsi, en ce qui concerne les déchets solides provenant des bassins, nous savons que le principal élément polluant provient des dépôts sédimentaires du fond des bassins. Or, ces déchets solides contiennent en moyenne 250,8 kg d'azote/ hectare/ récolte et 41,6 kg de phosphore/ hectare/ récolte. De plus, lorsque les déchets liquides sont évacués pendant la période d'élevage, la quantité en azote et phosphore est estimée respectivement à 96,2 kg d'azote/ hectare/ récolte et à 18,1 kg de phosphore/ hectare/ récolte. Ces chiffres ne prennent pas en compte l'estimation quant aux composants non évalués dans cette recherche. Ces composants sont principalement l'évaporation et le remplissage des bassins durant la période d'élevage (tableau 5.9).

Tableau 5.9

Type de gestion et quantité d'azote et de phosphore pour un bassin aquacole administré par le Centre d'Etude et de Développement de la baie de Kung Krabaen

Aspects	Paramètres	
Gestion du bassin		
Densité moyenne en larves (pls/m ²)	52	
Période d'élevage (jours)	122	
Taille du bassin (ha)	0,40 (en moyenne)	
Production (kg/ha/récolte)	4,61	
Nourriture donnée (kg/ha/récolte)	8,83	
FCR (ration de conversion alimentaire)	2,10	
Pourcentage de survie	53,8	
Volume des échanges d'eau (m ³ /ha/récolte)	25,5	
Quantité en azote et en phosphore (pour un bassin de 1 hectare)	Azote (kg/ha/récolte)	Phosphore (kg/ha/récolte)
Quantité d'intrants		
Alimentation	632,9	125,6
Eau propre	16,0	3,7
Urée	11,04	0
Fertilisant	5,5	7,6
"Tea Seed Powder"	0,3	0,4
Quantité en larves de crevettes	0,3	0,04
Total des intrants	666,1	137,5
Quantité d'extrants		
Récolte des crevettes	136,9	11,6
Evacuation des eaux usées	96,2	18,1
Dépôts sédimentaires	250,8	41,6
Composants non retenus	182,2	66,1
Total des extrants	666,1	137,5

Source: Satapornvanit, 1993.

Note: Le calcul des composants non retenus est réalisé par la différence entre le total des intrants et des extrants de la récolte des crevettes en plus de l'évacuation des eaux usées et des dépôts sédimentaires.

De cette manière, en considérant les résultats compilés par Satapornvanit (1993) et les suppositions sus-mentionnées, on obtient la quantité annuelle en azote et en phosphore en provenance des bassins d'élevage de crevettes qui est déversée dans la baie de Kung Krabaen (tableau 5.10). Dans le cas où 100 % des déchets sont directement rejetés dans l'environnement côtier, la quantité annuelle en azote et en phosphore est respectivement de 347 kg/ha/année et de 60 kg/ha/année. Dans le cas où seulement 50 % des déchets solides aboutissent dans la baie, nous obtenons une réduction des éléments polluants à 221 kg/ha d'azote et à 39 kg/ha de phosphates par année. Enfin, dans le cas où les déchets solides seraient adéquatement gérés, les pertes en déchets liquides dérivant des bassins seraient de 96,2 kg/ha/année pour l'azote et de 18,1 kg/ha/année pour les phosphates. Tout ceci sans compter les composants non retenus par l'étude menée par Sataporvanit.

Tableau 5.10
Estimation de la quantité rejetée en azote et en phosphore
provenant des bassins aquacoles vers la baie de Kung Krabaen

Aspects	Azote (kg/ha/année)	Phosphore (kg/ha/année)
Nutriments provenant des bassins:	96,2	18,1
- évacuation des eaux usées pendant la période d'élevage	59,2	10,9
- évacuation des eaux usées lors de la récolte des crevettes	36,9	7,1
Dépôts sédimentaires	250,8	41,6
TOTAL des déchets liquides et solides	347	59,7
TOTAL dans le cas où 100% des déchets solides sont rejetés dans la baie	347	59,7
TOTAL dans le cas où 50% des déchets solides sont rejetés dans la baie	221,5	38,9
TOTAL dans le cas où 0% des déchets solides sont rejetés dans la baie	96,2	18,1

Source: Inspiré de Satapornvanit, 1993.

5.4 Conclusion

Dans leur ensemble, ces résultats confirment ce qui était prévisible: les fermes d'élevage de crevettes situées autour de la baie de Kung Krabaen produisent et rejettent ensuite dans l'environnement littoral une quantité élevée de déchets polluants. Dans le cas où 100 % des déchets estimés sont orientés vers la baie, l'impact écologique et économique peut être très élevé et constituer un risque écologique certain. Une gestion plus convenable de l'évacuation des déchets aquacoles s'impose. Donc, de toute évidence, l'existence de quelques bassins de dépôt dans la localité ne suffit pas à la prévention des multiples conséquences néfastes, d'autant plus que ces bassins de dépôts, comme nous l'avons vu, ne sont ni suffisants ni construits adéquatement pour répondre aux exigences.

Par ailleurs, la quantité ainsi que le contenu des déchets que l'on retrouve dans la baie reflètent en bonne partie le processus de détérioration écologique qui s'opère à l'intérieur des bassins aquacoles. Une intervention est donc également nécessaire au niveau des pratiques d'élevage, dans le sens d'une réduction de la quantité de nourriture commerciale et de produits chimiques introduits dans les bassins lors de l'élevage des crevettes. Il est important de noter que, même dans les meilleures conditions, une partie des polluants se retrouvera dans l'environnement lors des évacuations des eaux usées durant la période d'élevage et, surtout, lors de la récolte des crevettes. C'est pourquoi il est tout aussi déterminant de connaître les capacités d'absorption environnementale autour de la baie de Kung Krabaen.

CHAPITRE VI

CONSEQUENCES DES PRATIQUES AQUACOLES SUR L'ENVIRONNEMENT BIO-PHYSIQUE À KUNG KRABAEN.

«The practice of intensive shrimp culture impairs the ecological balance in the estuarine ecosystem where mangrove and soft mud flat are generally located. Since, the self-pollution of the water becomes a very serious problem».

Apisit Eiumnoh, 1995, p.49.

«Though many efforts have been done to solve the conflicts of mangrove land uses, problem of mangrove degradation is still an important issue to be discussed. The problem is highly concerning in sustainable management plan for the national coastal, resources conservation and utilisation».

Jitt Kongsangchai, 1995, p. 119.

L'aquaculture dans le site de Kung Krabaen est complètement dépendante de sa baie, aussi bien pour l'eau nécessaire aux bassins d'élevage que comme lieu d'évacuation des déchets aquacoles. Actuellement, les aquaculteurs comptent uniquement sur la capacité naturelle de la baie à se régénérer. Cependant, comme nous venons de le voir dans le précédent chapitre, la quantité de déchets sédimentaires et organiques provenant des bassins d'élevage est déjà tellement élevée que la qualité de l'eau marine de la baie se trouve profondément dégradée, au point d'être devenue impropre à l'aquaculture. Dès lors, il est primordial de connaître les principaux éléments structurants du site d'étude, à savoir la baie, la forêt de mangrove et la pédologie de Kung Krabaen. Ensuite, à partir de ces résultats, il pourra être possible de tenter une estimation de la capacité d'absorption des agents polluants pour chacun de ses milieux.

Soulignons que le Centre d'études de Kung Krabaen, avec l'aide du Département des Pêches de la Thaïlande, a installé dès 1989 un programme de gestion afin de suivre l'évolution de la qualité de l'eau de la baie de Kung Krabaen. De nos jours, il existe 12 stations d'échantillonnage dans la baie, dont huit se trouvent à l'embouchure des rivières, trois au milieu de la baie et une à l'embouchure de la baie. De plus, le Département Royal de Foresterie ainsi que le Département de Développement et d'Utilisation du Sol de la Thaïlande présents dans le district de Thamai à travers leurs divisions respectives, de foresterie et d'étude du sol, analysent et supervisent l'évolution de la forêt de mangrove et des conditions pédologiques depuis la création du Centre de Kung Krabaen.

Il existe donc de nombreuses descriptions du milieu environnemental de Kung Krabaen (Dean, 1992; Sataporvanit, 1993; TESCO, 1994). Nous n'allons donc pas les reprendre, sauf pour conforter notre démarche ici ou là, et considérer plutôt les données disponibles mais non publiées qui se trouvent au Centre d'études et de développement de Kung Krabaen. Evidemment, les enquêtes et l'observation du terrain effectués durant les deux missions de 2000 et 2001 facilitent l'interprétation de ces données.

6.1 Les caractéristiques hydrauliques de la baie de Kung Krabaen

6.1.1 Les éléments structurants

La baie de Kung Krabaen est en réalité un liman, c'est-à-dire un estuaire presque fermé par une flèche littorale, avec une simple «*porte*» d'entrée et de sortie. Elle se profile par une profondeur moyenne qui s'échelonne de 0,7-3,0 mètres jusqu'à 8 mètres à son embouchure. L'amplitude des marées est d'environ 2 mètres. Ainsi, lorsque la marée est basse, la profondeur de la baie varie approximativement de 0,1-1,9 mètres à 2,4-5 mètres, ce qui sous-entend que 80 % de la baie est en fait de la vase exposée (Dean, 1992).

Pour cette raison, l'action des marées, qui consiste en un cycle nocturne de 12 heures, est extrêmement importante puisque c'est le principal agent de recyclage de l'eau de la baie de Kung Krabaen. En effet, il n'existe pas d'autres courants marins assez forts dans la baie pour mouvoir

ces eaux. En général, la vitesse des courants existants dans la baie varie de 0-27 cm/s durant la saison sèche à 13-30 cm/s lors de la saison des pluies. En comparaison, la valeur de vitesse maximale enregistrée lors de la marée basse pour le mois de décembre est de 41 cm/s (Centre d'études de Kung Krabaen, documents statistiques, 1999).

Deux raisons majeures sont à l'origine de la quasi-inexistence de courants marins dans la baie: la faible ouverture de la baie vers la mer et le débit fort minime des rivières. Le régime fluvial varie selon les saisons. Ainsi, 67 % des écoulements hydrauliques surviennent durant la saison des pluies (entre août et novembre) avec un pic de 0,41 m³/s en octobre alors qu'entre février et mars on enregistre des valeurs plus faibles atteignant un creux de 0,02 m³/s (Dean, 1992). Le débit de ces rivières est non seulement un phénomène naturel mais aussi socialisé puisque leur territoire de drainage est largement occupé par l'aquaculture, la riziculture et les vergers, autant d'activités qui demandent beaucoup d'eau.

Par ailleurs, le Centre d'étude de Kung Krabaen rapporte que le volume d'eau qui rentre et sort au niveau de l'embouchure de la baie était en décembre 1998 de 13,5 x 10⁶ m³/12 heures. En conséquence, le volume d'eau de la baie lors de la marée basse étant de 2,2- x 10⁶ m³/12 heures et de 12,0 x 10⁶ m³/12 heures à marée haute. Le taux de circulation de l'eau de la baie était donc de 5,31 x 10⁶ m³ en douze heures (Centre d'études et de Kung Krabaen, documents statistiques, 1999).

Ce qui signifie que 83 % du volume total de la baie est remplacé par l'eau de mer lors d'un cycle complet de la marée. Il est tout de même étonnant d'observer un taux si élevé de la circulation de l'eau à chaque marée, d'autant plus qu'il en résulte un bon «mélange» des eaux de la baie et de la mer. Cela tient probablement à la topologie de la baie mais aussi à l'action des marées. L'exportation des agents polluants de la baie vers la mer se trouve aussi fortement favorisée.

6.1.2 Tendances concernant la qualité de l'eau de la baie

Les douze stations d'échantillonnage situées dans la baie de Kung Krabaen servent essentiellement à capter quelques paramètres primordiaux qui définissent la qualité de l'eau de la

baie. Ces paramètres sont la température, la salinité, le pH, l'oxygène dissous (DO: *dissolved oxygen*), le nitrate, l'ammoniaque, les ortho-phosphates, les silicates, l'alcalinité, la turbidité et la demande en oxygène biochimique (BOD: *Biochemical Oxygen Demand*).

L'oxygène dissous se retrouve partout dans l'eau de mer et varie selon la température et la concentration en sel dans l'eau. Une augmentation de ces paramètres réduit la concentration en oxygène. Dès lors, l'oxygène dissous varie en réponse aux réactions chimiques et biologiques: une saturation très élevée peut augmenter l'activité photosynthétique des eaux peu profondes. Par contre, lorsqu'on se retrouve avec des valeurs proches de zéro, cela indique une pollution par les matières organiques qui causent de graves problèmes de qualité de l'eau.

Toutes les stations d'échantillonnage situées en bordure interne de la baie, aux embouchures des rivières, ont démontré une tendance identique dans la fluctuation du niveau en DO selon les saisons. Ainsi, au début de la saison des pluies, un nombre important d'agents polluants sont acheminés vers la baie à travers le système de canalisation. A ce moment, le niveau en oxygène mesuré est généralement très faible: 5 à 8 mg/L. Selon les experts locaux, le niveau en oxygène de la baie à ce moment précis de l'été diminue d'année en année.

Les stations d'échantillonnage situées au milieu et à la sortie de la baie rapportent que la tendance de fluctuation en oxygène est la même selon les saisons. Par contre, ces stations enregistrent un taux de concentration en oxygène légèrement plus élevé allant de 4 à 8 mg/L (Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents statistiques, 1999). Notons que, si on se rapporte aux normes sur la qualité de l'eau marine pour les besoins aquacoles, le niveau en oxygène ne devrait pas être plus bas que 4 mg/L puisque sous ce seuil on note une réduction de la croissance des organismes aquatiques (MSTE, 1991).

Par ailleurs, la tendance du niveau en oxygène observée dans la baie de Kung Krabaen confirme que l'eau de la baie est bien mélangée puisqu'il existe en réalité une très faible différence dans les résultats du niveau en oxygène selon que si l'on se trouve en bordure ou à la sortie de la baie. Ces résultats sont également confortés par le volume d'eau élevé recyclé à chaque cycle de la marée dans la baie.

Cependant, nous avons pu observer que les échantillonnages étaient uniquement effectués pendant les marées hautes, ce qui généralement conduit à de meilleurs résultats du niveau en oxygène. Il faut donc souligner, dès à présent, une forte possibilité de rencontrer des valeurs en oxygène bien plus minimales lors des marées basses.

La demande en oxygène biochimique (BOD) mesure la pollution de l'eau par les matières organiques. Normalement, le niveau de BOD en mer est inférieur à 1 mg/L. Par comparaison avec cette donnée, les résultats obtenus en BOD par les stations d'échantillonnage dans la baie indiquent clairement la quantité de polluants organiques provenant de l'aquaculture. Or, le niveau en BOD enregistré dans toutes les stations d'échantillonnage du Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen est partout plus élevé que 1 mg/L.

Pour les stations situées à l'embouchure des rivières, le niveau en BOD varie en effet de 1 à 6 mg/L alors que pour les autres stations situées plus loin dans la baie, le niveau varie de 1 à 5 mg/L (Centre d'Études et Développement et de Kung Krabaen, documents statistiques, 1999). Selon les experts du Centre, ces résultats ont tendance à augmenter avec les années.

Cette tendance rappelle étrangement la crise causée par la bactérie *E.-coli* dans le delta du Chao Praya (OEPP, 1992). C'est donc un paramètre extrêmement important à surveiller qu'il faut à tout prix essayer de réduire. Répétons donc qu'un changement dans le système de canalisation et une meilleure utilisation des bassins à déchets auraient rapidement des répercussions positives.

Le phosphate est un nutriment essentiel à la croissance des micro-organismes et du plancton. C'est un élément important de la chaîne alimentaire marine. Le phosphate que l'on retrouve en mer provient généralement des évacuations d'eaux usées et sédiments ainsi que de la décomposition biologique. Habituellement, la concentration en phosphate dans l'eau de mer, près d'une plage ouverte, est approximativement de 0-0,27 mg/L. Les valeurs sont généralement plus élevées dans les estuaires.

Dans la baie de Kung Krabaen, les valeurs répertoriées par le Centre d'étude varient de 0 à 1,3 mg/L, même si pour la plupart les valeurs sont situées autour de 1 mg/L (Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents statistiques, 1999). On observe donc une grande concentration en phosphate dans la baie ainsi qu'une variation élevée. Ceci est sans doute le résultat de l'ajout de produits chimiques tels que le *Zeolite* dans les bassins d'élevage et de l'effet de fertilisants provenant de l'agriculture environnante.

La présence totale d'ammoniaque (ionisé et non ionisé) enregistrée dans les stations varie entre 0 et 0,287 mg/L. Il n'existe pas de différence flagrante entre les stations et la concentration semble augmenter au début de la saison des pluies (évacuation des bassins aquacoles).

En ce qui concerne la quantité de nitrates, les valeurs établies dans la baie varient de 0 à 0,114 mg/L alors que normalement la quantité doit être aussi peu élevée que 0,0001 mg/L (Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents statistiques, 1999). Le nitrate provient de la décomposition de la nourriture non consommée par les crevettes ainsi que de leurs fèces. Evidemment, cette concentration en nitrate est plus haute en bordure de la baie qu'à son embouchure.

Enfin, examinons le dernier paramètre mais non moins important, le pH. Ce paramètre conditionne la croissance et la reproduction de la vie marine. Les valeurs répertoriées par le Centre de Kung Krabaen s'échelonnent de 7,1 à 8,6 ce qui est une excellente variation (Centre d'études et de Kung Krabaen, documents statistiques, 1999). Selon la norme de qualité d'eau pour l'aquaculture établie par le Ministère des Sciences, Technologies et Environnement de la Thaïlande, le pH idéal pour l'aquaculture devrait être compris entre 7,0 et 8,5 (MSTE, 1991).

6.1.3 Prédications concernant les changements de la qualité de l'eau et la capacité d'accueil en fermes aquacoles

De nombreuses prévisions sur les changements de la qualité de l'eau à venir en raison des rejets des déchets aquacoles ont été effectuées à partir de calculs considérant la moyenne du volume d'eau de la baie, la période de rejet et la quantité des déchets aquacoles (NCC, 1989). Selon les

résultats obtenus à la fin des années 1980, il était déjà clair que la qualité de l'eau marine de la baie était significativement affectée par les déchets aquacoles. Plus récemment, Tookwinas (1992) lors de son étude sur la qualité de l'eau de la baie de Kung Krabaen affirmait que l'eau de la baie était définitivement plus pauvre que la normale.

Cependant, les experts locaux travaillant pour le Centre de Kung Krabaen se limitent à déclarer que la qualité de l'eau de la baie est compromise surtout durant la saison sèche (hiver). La période d'élevage est généralement plus longue à cette saison et l'accumulation en agents polluants dans les bassins est donc accrue. Ainsi, lorsque arrive la période de la récolte des crevettes, un plus grand volume d'eau polluée arrive dans la baie dont la qualité de l'eau est déjà fortement éprouvée par la sécheresse de la saison. En effet, l'évaporation et la salinité de l'eau y sont plus élevées quand l'apport hydrique devient presque inexistant.

Par ailleurs, le taux de capacité d'accueil en fermes aquacoles autour de la baie de Kung Krabaen a été estimé par Sataporvanit (1993) en utilisant le modèle de balance de masse proposé par Mcralf et Eddy (1990). Ce modèle s'appuie sur l'ammoniaque comme critère d'évaluation. Une trop forte concentration en ammoniaque devient un élément extrêmement toxique pour les crevettes.

En évaluant la différence de la quantité en ammoniaque qui entre et sort de la baie à chaque marée haute et basse (qui est de 2,815 kg/jour) par rapport à la surface totale de fermes d'élevage de crevettes existantes autour de la baie en 1990 (140,8 hectares), il est possible d'obtenir la capacité d'accueil en fermes de crevettes pour le site d'étude. En suivant ce raisonnement, Sataporvanit a estimé cette capacité d'accueil à 563,41 hectares. Dès lors, le potentiel maximum de la région pour le développement aquacole est de 704,21 hectares (140,8 + 563,41 ha) (Sataporvanit, 1993).

Or, selon nos résultats cartographiques, le territoire aquacole situé autour de la baie de Kung Krabaen atteignait déjà les 436,2 hectares en 1996 (chapitre IV). Depuis, l'aquaculture a dû poursuivre son expansion territoriale. D'ailleurs, les résultats obtenus à travers notre enquête de terrain en 2001 montrent clairement qu'il existe de graves problèmes de maladie chez les

crevettes, problèmes largement imputables, comme nous avons pu le voir, aux multiples pratiques aquacoles inadéquates (chapitre V). À la lumière de ces constatations, il apparaît évident que l'estimation de la capacité d'accueil en fermes d'élevage de crevettes proposée par Sataporvanit ne convient pas aux capacités d'absorption par l'environnement littoral.

D'un autre côté, les calculs effectués par Sataporvanit (1993) ont été réalisés uniquement avec les données récoltées par le Centre d'études de Kung Krabaen durant la saison des pluies. Il n'existe aucune donnée enregistrée, ou répertoriée dans les livres statistiques du Centre de Kung Krabaen, témoignant de l'état du milieu pendant la période sèche. La capacité d'accueil serait fort probablement plus restreinte si les résultats avaient été calculés à partir de données prélevées durant la saison sèche.

Les prévisions étant donc fortement sujettes à caution, il demeure difficile d'offrir des paramètres précis de gestion et, surtout, de planification à long terme. Il est néanmoins important de souligner qu'il est essentiel de mener à terme des études sur les capacités d'accueil pendant la saison sèche. En attendant, il est nécessaire d'établir le plus rapidement possible des normes qui aideraient à limiter l'expansion territoriale de l'aquaculture.

6.2 Les caractéristiques de la forêt de mangrove à Kung Krabaen

La baie de Kung Krabaen est un des rares endroits en Thaïlande où l'on ait délibérément pris la décision de sacrifier une partie de la forêt de mangrove au développement aquacole tout en préservant une frange littorale. Au début du projet d'études et de développement de Kung Krabaen, la forêt de mangrove offrait une superficie d'environ 260 hectares (Centre d'études de Kung Krabaen, division de foresterie, 1999). En sacrifiant 166,4 hectares de son domaine boisé, la forêt de mangrove s'est en quelque sorte assuré un avenir à Kung Krabaen.

De nos jours, l'écosystème occupe un territoire de 210,2 hectares dont 77,6 hectares de plantation et 39 hectares de régénérescence naturelle (résultats cartographiques, chapitre IV). La forêt de mangrove se présente donc sous forme d'une bande forestière située entre les fermes aquacoles et la baie, variant de 40 à 300 mètres de largeur.

La forêt de mangrove et sa vasière attenante agissent comme de véritables purifiants naturels en retenant les sédiments en suspension grâce à ses racines en arcade et en absorbant une bonne partie des nutriments provenant des bassins aquacoles. Snedaker et Getter (1985) ont depuis longtemps évoqué l'importance de la forêt de mangrove dans le maintien et le contrôle de la qualité de l'eau côtière face à l'eutrophisation, dans la détoxification de plusieurs agents polluants et métaux solides par le rôle d'assimilation des plantes, et dans la décomposition des polluants organiques par l'activité microbologique existante dans l'écosystème. Pour cela, il est essentiel d'observer et comprendre les principaux éléments structurants et de production de la biomasse de la forêt de mangrove. Il sera alors possible de mieux connaître la vraie capacité d'absorption en nutriments, en termes d'azote et de phosphore, de la forêt de mangrove.

6.2.1 Les éléments structurants

Il existe 20 espèces provenant de 11 familles différentes dans la forêt de mangrove de Kung Krabaen (tableau 6.1). Une quinzaine de ces espèces sont de véritables arbres variant de 8 à 12 mètres de hauteur (Division de foresterie, Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents non publiés, 1999). Il existe trois grandes communautés forestières; celle du *Rhizophora apiculata*, du *Lumnitzera* et du *Ceriops*. Cependant, le *Rhizophora apiculata* est l'espèce dominante de la forêt de mangrove de cette région et on la retrouve partout, de la mer jusqu'à l'intérieur des terres.

Ailleurs, au nord et à l'est de la baie, la forêt de mangrove est essentiellement représentée par le *Rhizophora apiculata*, le *Rhizophora mucronata* et quelques *Bruguiera gymnorrhiza*. Ces espèces se situent généralement à une distance approximative de 0-90 m de la baie et aussi le long des canaux. Au-delà des 90 mètres de la bordure de la baie, la plupart des espèces rencontrées sont le *Xylocarpus moluccensis* et le *Ceriops tagal*. Le *Ceriops tagal* est l'espèce dominante en bordure des fermes aquacoles et remonte même le long de quelques canaux.

Au sud de la baie, le sol étant beaucoup plus sablonneux, des petites communautés de *Avicinnia marina*, *A. alba* et de *Sonneratia griffithii* sont rencontrées. L'*Acrosticum aureum* et le

Clerodendron sont également deux buissons de la mangrove qui prolifèrent sur les sables marins. Cette partie de la baie étant plus rarement inondée par l'action des marées, quelques *Lumnitzera racemosa* et *L. littorea* sont présents alors que les espèces de *Melaleuca*, *Pandanus paludosa*, *Hibiscus tiliaceus* et de *Heritiara littoralis* forment l'arrière mangrove.

Tableau 6.1

Liste floristique des espèces rencontrées dans la forêt de mangrove de Kung Krabaen

Famille	Nom scientifique
<i>Combretaceae</i>	<i>Lumnitzera littorea</i>
	<i>Lumnitzera racemosa</i>
<i>Ebenaceae</i>	<i>Excoecaria agallocha</i>
<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
	<i>Thespesia popunia</i>
<i>Meliaceae</i>	<i>Xylocarpus gangeticus</i>
	<i>Xylocarpus moluccensis</i>
<i>Palmae</i>	<i>Nypa fructicans</i>
	<i>Phoenix paludosa</i>
<i>Pandanaceae</i>	<i>Pandanus odoratissimus</i>
<i>Pteridaceae</i>	<i>Acrosticum aureum</i> (buisson)
<i>Rhizophoraceae</i>	<i>Rhizophora apiculata</i>
	<i>Rhizophora mucronata</i>
	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>
	<i>Ceriops tagal</i>
<i>Sonneratiaceae</i>	<i>Sonneratia griffithii</i>
<i>Sterculiaceae</i>	<i>Heritiera littoralis</i>
<i>Verbenaceae</i>	<i>Avicinnia marina</i>
	<i>Avicinnia officinalis</i>
	<i>Clerodendrum inerme</i> (buisson)

Source: Division de foresterie du Centre d'Etudes de Kung Krabaen, 1999; Dricot, mission de terrain, 2000.

Par ailleurs, la densité de peuplement de cette forêt a été étudiée en 1990 par la division forestière du Centre d'études de Kung Krabaen à l'endroit de trois espèces: le *Rhizophora apiculata*, le *Rhizophora mucronata* et le *Ceriops tagal* (Division de foresterie, Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents non publiés, 1999). La densité de peuplement moyenne pour le *R. apiculata* était de 2 121 arbres/ha.

Sur une distance de 120 mètres de la baie, la densité ne variait pas énormément, s'échelonnant de 2 131 à 2 900 arbres/ha. Par contre, après 120 m de la côte, la densité tombait dramatiquement à 900 arbres/ha. En ce qui concerne le *R. mucronata*, sur une distance de 0 à 60 m de la baie, les valeurs variaient de 469 à 531 arbres/ha. Cependant, sur une distance de 60-90 m la densité tombait à 100 arbres/ha pour ensuite disparaître complètement dans l'arrière mangrove. La densité de peuplement moyenne pour le *R. mucronata* était donc de 220 arbres/ha. Finalement, pour le *Ceriops tagal* la densité de peuplement moyenne était de 225 arbres/ha. La plus haute concentration de cette espèce a été de 900 arbres/ha et fut localisée à environ 120 m de la baie de Kung Krabaen (Division de foresterie, Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents non publiés, 1999). Bref, on remarque très vite que la canopée forestière est plus claire à l'intérieur des terres et devient plus dense à l'approche de la baie.

De même, on remarque que les *R. apiculata* se trouvant au bord de la baie, à l'exception des jeunes pousses, sont en moyenne hauts de 12 m en bordure de la baie et de 3,5 m à l'arrière de la mangrove (Division de foresterie, Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents non publiés, 1999). Ainsi, lorsque l'on observe la forêt à partir de la baie on a l'impression d'être confronté à un véritable mur forestier alors que, du côté terrestre, la forêt de mangrove apparaît comme une «futaie jardinée», à peine plus haute qu'une haie de buissons.

La forêt de mangrove de la baie de Kung Krabaen n'offre donc pas une formation habituelle. Normalement, la strate de la forêt de mangrove s'élève et la densité se resserre au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de la mer. Taille et densité des arbres sont deux indicateurs de la présence d'activités humaines, fort probablement d'anciennes pratiques de coupe dans la forêt, notamment pour les besoins en bois de combustion.

6.2.2 La biomasse forestière

Kiritiprayoon et Phatong ont mené en 1992-1993 une intéressante étude sur la biomasse à l'endroit de la communauté des *Rhizophora apiculata* de Kung Krabaen. L'importance de la biomasse dépendant davantage de la durée de vie de la forêt que de la production de matière

vivante, la communauté étudiée a dès lors été divisée en trois catégories physiologiques: la mature, la juvénile et la mixte (Kiritiprayoon et Phatong, 1994).

Cependant, la communauté des *R. apiculata* mature étant très peu présente sur le site, les chercheurs ont alors très rapidement conclu que l'ensemble du territoire de la mangrove n'offrait que des communautés de *R. apiculata* jeunes et mixtes. Par ailleurs, les espèces associées les plus fréquemment rencontrées dans ces deux sous-communautés sont le *B. gymnorrhiza*, le *R. mucronata* et le *Ceriops tagal*. Par la suite, les biomasses ont été calculées à partir des données concernant la densité de peuplement des deux communautés de *R. apiculata* avec leurs espèces associées, prenant en compte la hauteur des arbres, le diamètre des troncs, la surface des feuilles et le volume des racines aériennes

Malheureusement, les valeurs en biomasse offertes par Kiritiprayoon et Phatong (1994) ne prennent pas en compte le volume occupé par les racines souterraines lequel est habituellement très élevé dans la forêt de mangrove. Or, une autre étude menée par Gong et Ong (1990) à l'endroit des *R. apiculata* en forêt de mangrove malaisienne démontre que leur GBH (girth at breast height) varie de 3,5 à 7,7 cm, ce qui implique que les racines aériennes ou aérifères de la mangrove contribuent pour 16 % de la biomasse totale alors que les racines souterraines y contribuent pour 8,5 % (Gong et Ong, 1990).

En additionnant la biomasse des racines externes et souterraines aux biomasses des feuilles, branches et troncs, on obtient donc une nouvelle biomasse totale estimée qui, pour les communautés de *R. apiculata* juvénile et mixte, passe respectivement de 157,7 à 174,3 tonnes/ha et de 165,4 à 182,4 tonnes/ha entre 1992 et 1993. La croissance annuelle moyenne pour l'ensemble des biomasses est donc maintenant estimée à 16,8 tonnes/ha/année (tableau 6.2).

R. apiculata étant l'espèce dominante et partout présente dans la forêt de mangrove à l'étude, nous pouvons dire que les résultats pour cette espèce reflètent tout probablement le rythme de renouvellement de l'environnement végétal de Kung Krabaen et, de cette constatation, tirer la conclusion que la croissance naturelle de la forêt de mangrove de Kung Krabaen est bien moindre que celles d'autres forêts de mangrove du pays. En effet, la croissance annuelle moyenne des

forêts de mangrove en Thaïlande est de 24,85 tonnes/hectare (Aksornkoe et *al.*, 1986; Paw et *al.*; OEPP, 1995).

Tableau 6.2
Biomasse et croissance annuelle pour la communauté des *R. apiculata*
de Kung Krabaen, entre 1992-1993.

Catégorie	Biomasse (tonnes/ha)					
	troncs (1)	Branches (1)	feuilles (1)	racines externes (2)	racines de sous-sol (2)	total
1) Communauté des <i>R. apiculata</i> juvéniles						
1992	102,01	10,84	6,22	25,23	13,41	157,71
1993	110,97	13,22	7,46	27,9	14,82	174,37
Augmentation annuelle de la biomasse	8,96	2,38	1,24	2,67	1,41	16,66
2) Communautés des <i>R. apiculata</i> mixtes						
1992	107,57	10,97	6,33	26,46	14,06	165,39
1993	117,66	12,77	7,29	29,19	15,5	182,41
Augmentation annuelle de la biomasse	10,09	1,8	0,96	2,73	1,44	17,02
Moyenne de l'augmentation annuelle de la biomasse	9,53	2,09	1,10	2,70	1,42	16,84

Source: (1) Modifié de Kiratipratoon et Phathong, division de foresterie, Centre d'études de KKB, 1993;
(2) Valeurs estimées à partir de Gong et Ong, 1990.

6.2.3 La capacité d'absorption en nutriments

La quantité et la distribution des nutriments conditionnent la productivité forestière de la mangrove. La capacité d'absorption en nutriments de la forêt de mangrove de Kung Krabaen est estimée aux taux minimaux en nutriments nécessaires pour que la production forestière nette soit maintenue.

Or, la production forestière nette pour la forêt de mangrove de Kung Krabaen est estimée à 24,8 tonnes/ha/année (Kiritiprayoon et Phatong, 1994). Ensuite, en convertissant la production de masse en équivalent d'azote et de phosphores d'après les résultats amenés par Gong et Ong

(1990), il est possible d'estimer la quantité en azote et en phosphore absorbée par la forêt de mangrove. Ainsi, la quantité nécessaire en nutriments afin de supporter la productivité forestière de la mangrove est évaluée à 163,3 kg/ha/année d'azotes et à 22,2 kg/ha/année de phosphates (tableau 6.3).

Tableau 6.3
Moyenne de la production annuelle pour les différents composants
de la forêt de mangrove de Kung Krabaen

Composants	Accumulation de bois (1) (tonnes/ha/an)	Humus (2) (tonnes/ha/an)	NPP (tonnes/ha/an)	Quantité de nutriments (3)		Nutriments pour le NPP	
				Azote (%)	Phosphore (%)	Azote (kg/ha/an)	Phosphore (kg/ha/an)
Troncs	9,53	4,21	13,74	0,40	0,099	54,96	13,60
Branches	2,09	0,24	2,33	0,55	0,099	12,82	2,31
Feuilles	1,10	3,56	4,66	1,64	0,066	76,42	3,08
Racines externes	2,70		2,70	0,43	0,066	11,61	1,78
Racines du sous-sol	1,42		1,42	0,53	0,099	7,53	1,41
Total	16,84	8,01	24,85			163,34	22,18

Note: NPP= Production primaire nette

Source: (1) Tableau 6.2;

(2) Modifié de Kiratipratoon et Phathong, division de foresterie, Centre d'études de KKB, 1993;

(3) Gong et Ong, 1990.

Par ailleurs, nous savons que la quantité annuelle de nutriments évacués à partir des bassins aquacoles est de 694 kg/ha/année pour l'azote et de 119,5 kg/ha/année pour les phosphates (considérant qu'il existe 2 récoltes par année). Par conséquent, le ratio de présence de la forêt de mangrove par rapport à celui des fermes d'élevage de crevettes devrait être de 5,39 : 1 ou approximativement de 5 : 1 afin que la forêt de mangrove puisse absorber les nutriments rejetés par l'aquaculture (tableau 6.4).

Mais, selon nos résultats cartographiques, le ratio de mangrove aux bassins aquacoles dans le site de Kung Krabaen était à peine de 2,07 : 1 en 1996. Ce résultat est bien plus minime que l'estimation souhaitée. Il n'existe donc pas assez de superficies forestières de mangrove, compte

tenu des superficies aquacoles, autour de la baie de Kung Krabaen pour permettre à cette sylve d'agir en tant que filtre d'agents polluants. Pour cette raison, la qualité de l'eau de la baie diminue constamment.

Finalement, il faut garder à l'esprit que les résultats présentés dans cette partie de l'analyse offrent une estimation pour le cas où la totalité des déchets solides et liquides est évacuée vers la baie et, éventuellement, dispersée à travers la forêt de mangrove. Ceci est assez représentatif de la réalité puisque les bassins de dépôts, même s'ils deviennent plus nombreux, sont toujours mal construits et utilisés (voir chapitre V).

Tableau 6.4

Estimation du ratio entre les superficies d'aquaculture et de forêt de mangrove a Kung Krabaen en fonction de la quantité d'azote et de phosphore dérivé de l'aquaculture

Catégorie	Azote	Phosphore
Total annuel de déchets provenant de 1 ha d'aquaculture (kg)	694,00	119,46
Total annuel de nutriments nécessaires pour 1 ha de mangrove (kg)	163,34	22,18
Ratio de forêt de mangrove et d'aquaculture souhaité	4,25 : 1	5,39 : 1

Source: Tableau 5.10.

6.3 Les particularités du sol et des sédiments dans le site de Kung Krabaen

6.3.1 Les éléments structurants

Les sols que l'on rencontre dans le district de Thamai sont généralement pauvres, mal drainés et modérément perméables. Les données trouvées dans le Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen permettent de distinguer deux principaux types de sol dans le site. Ils sont essentiellement tantôt sablonneux, tantôt vaseux et argileux. Ainsi, dans la partie sud de la baie, les particules de sable dominant alors que les particules argileuses se trouvent partout autour de la baie, notamment dans la forêt de mangrove. Aussi, les sols sablonneux diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du pic montagneux situé à l'Est du site à l'étude.

Le pH varie de 5,5 à 8,5 selon les endroits de prélèvement des sols (Division d'étude du sol, Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents non publiés, 1999). Ainsi, les sols et sédiments basiques (pH 7,4 à 8,5) se retrouvent principalement dans la baie puisqu'ils sont naturellement saturés d'eau de mer. Des sols modérément acides se retrouvent partout ailleurs: sur une digue de bassin d'élevage (pH 6,5) ou dans un champ de paddy (pH 5,5). Ceci est probablement l'effet des pratiques d'assèchement et d'inondation des sols qui causent leur oxydation et en augmentent dès lors l'acidité. Les sols les plus acides se retrouvent dans la forêt de mangrove avec un pH qui varie de 3,6 à 4,1.

Quant à la quantité de matières organiques, elle varie surtout en fonction de l'utilisation du sol. Les sols de la mangrove montrent un taux élevé de matières organiques (4,87 à 6,88 %) qui proviennent de la décomposition végétale et des détritiques des animaux marins. Ailleurs, les sédiments de la baie (0,59 à 3,83 %), les sols autour des bassins d'élevage de crevettes (0,37 à 1,54 %) et dans les champs rizicoles (0,17 à 1,04 %) contiennent peu de matières organiques. Cependant, on a trouvé un taux élevé en matières organiques sur quelques sols formant les digues des bassins (5,0 à 6,58 %) et qui étaient également fort acides (pH 6,5) (Division d'étude du sol, documents non publiés, 1999). Ceci résulte probablement de la construction ou du renforcement des digues par l'ajout des sédiments du fond des bassins aquacoles.

Les données concernant la quantité de phosphore dans le sol varient de 2 à 215 ppm (Division d'étude du sol, Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, documents non publiés, 1999). Les quantités les plus élevées se retrouvent dans la baie (71-105 ppm) et à la surface des sols situés dans les fermes aquacoles abandonnées (77-215 ppm). Des concentrations modérées en phosphore sont rencontrées sur les sols de la forêt de mangrove (10-39 ppm) alors que les concentrations les plus minimales se situent dans les champs de paddy (2 ppm)⁽¹⁷⁾.

⁽¹⁷⁾ Ppm = Parts per million. D'ailleurs 1 ppm équivaut à 1 mg/L.

6.3.2 Le rôle des sols et sédiments

Le niveau en pH, la densité en matières organiques et en phosphore sont des indicateurs précieux quant aux aptitudes du sol au développement aquacole. Avec quelques données descriptives du sol dans le site de Kung Krabaen, on remarque très rapidement que les sols de la mangrove sont trop acides pour la construction des bassins.

En fait, les sols littoraux, spécialement dans la forêt de mangrove, contiennent beaucoup de sulfite en forme de sulfite hydrogéné et de pyrite. Lorsque ces sols s'assèchent, les sulfures s'oxydent et les sols deviennent fortement acides par la présence de sulfates (Eiumnoh, 1994). De cette manière, lorsque des fermes d'élevage sont construites sur d'anciennes terres à mangrove, la présence de sols acides augmente l'acidité de l'eau de bassins. L'eau acide a pour effet de diminuer le taux de décomposition des matières organiques qui se trouvent dans le fond des bassins, ce qui accentue la présence des éléments polluants dans le sol, tels que le phosphore. Ultimement, cette situation augmente les risques d'épidémie chez la crevette.

De plus, la texture sableuse de certains sols est inapte à la construction de bassins aquacoles puisque les risques que l'eau polluée pénètre les nappes phréatiques sont élevés. Idéalement, les sols propres au développement aquacole devraient être de texture argileuse à pH basique. Donc, à travers les données offertes par le Centre d'étude de Kung Krabaen et sachant qu'une partie des fermes aquacoles ont été construites sur d'anciennes terres à mangrove, nous sommes en mesure de dire que la plupart des sols autour de la baie de Kung Krabaen ne sont pas adéquats au développement aquacole. Cependant, nous devons souligner que cette conclusion contraste avec celle présentée par l'étude menée par la *Thai Environmental Survey Company* (TESCO) en 1994.

En effet, en 1994, TESCO après analyse des caractéristiques du sol à Kung Krabaen, a affirmé que le sol du site est davantage argileux en surface et sablonneux en profondeur. Lorsque secs, les sols de surface (0-15 cm) sont acides à neutre avec un pH qui varie de 5,3 à 6,7 alors que la réaction des sols plus profonds (plus de 15 cm) est davantage acide à moyennement basique (pH 6,1 à 7,8).

De plus, TESCO signale que le plus haut pourcentage de particules argileuses se situe entre 12,5 à 12,7 pour les sols de surface et de 27,5 à 45 pour les sols plus profonds. À cause de ce ratio de particules d'argile dans le sous-sol, TESCO a considéré que le sol du site se trouvait dans les normes acceptables pour la construction de fermes d'élevage (20 à 30 %). La compagnie d'experts de TESCO a ainsi estimé que les sols de Kung Krabaen étaient propres au développement aquacole.

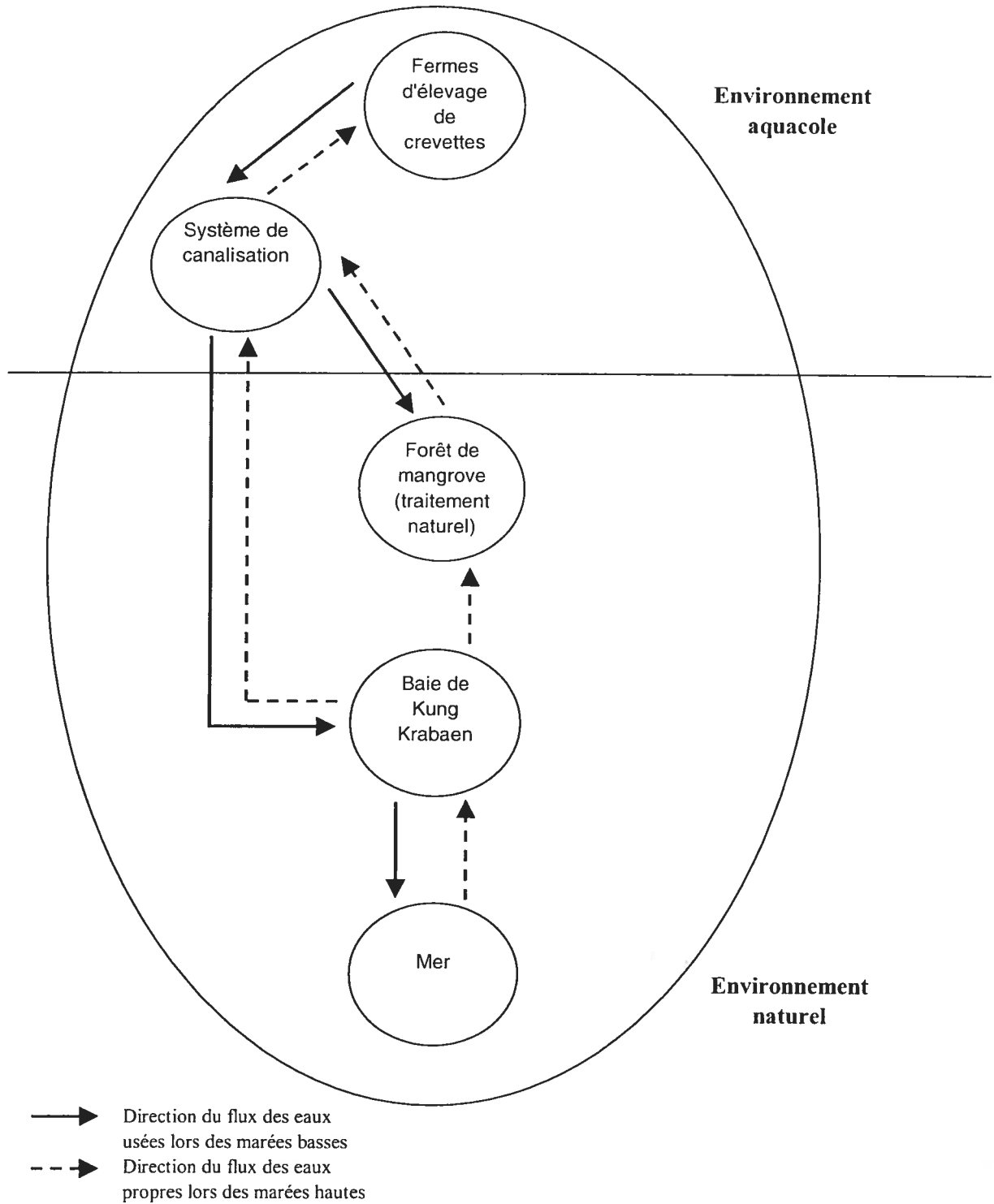
6.4 Conclusion: la capacité d'absorption et déplacement des sédiments et nutriments dans l'environnement littoral

A la lumière des faits exposés jusqu'à maintenant, il est possible de présenter le processus actuel d'absorption et de transport des déchets et sédiments aquacoles dans l'environnement littoral. Nous savons que les aquaculteurs évacuent leur déchets en utilisant presque systématiquement le système de canalisation pendant les marées basses. Nous savons aussi que, même si les canaux de drainage aboutissent dans la forêt de mangrove, les déchets ne se retrouvent pas intégralement dans l'écosystème puisque ces canaux présentent souvent des cavités profondes où l'eau usée s'accumule.

Le débit des rivières étant fort minime (0,023 à 0,414 m³/sec), il en résulte un empilement des déchets et des sédiments du fond des bassins dans les canaux de drainage (Dean, 1992). En conséquence, une bonne quantité des agents polluants atteignent directement la baie lors des marées hautes. De même, l'eau de la baie nécessaire à l'aquaculture arrive en partie polluée dans les bassins. D'ailleurs, un schéma simplifié montrant le déplacements actuel des déchets aquacoles dans le site de Kung Krabaen est présenté dans la figure 6.1.

Figure 6.1

Circulation actuelle des déchets aquacoles dans l'environnement littoral



Environnement littoral

Tableau 6.5
Quantité annuelle de sédiments et nutriments aquacoles évacués
dans la baie de Kung Krabaen

Paramètres	Quantité (tonnes/année)
Sédiments	127,57
Azote	41,96
Phosphore	7,89

Source: Tableaux 5.9 et 5.10.

Ensuite, à partir des estimations concernant la quantité de déchets en provenance des fermes aquacoles, nous pouvons établir la quantité totale de sédiments et nutriments produite par ces fermes (voir tableau 5.10). Ainsi, pour une superficie aquacole totale de 436,2 hectares en 1996, la quantité totale en sédiments et nutriments est respectivement de 127,57 tonnes/année et de 59,85 tonnes/année (tableau 6.5).

Rappelons également l'estimation que nous avons avancée sur la capacité d'absorption de la forêt de mangrove pour un hectare de boisé, à l'effet que cette capacité peut être approximativement de 163,3 kg/ année pour l'azote et de 22,2 kg/année pour le phosphate. Sur ces bases, nous pouvons considérer que la capacité d'absorption en azote et en phosphore de la forêt de mangrove de Kung Krabaen (considérant qu'elle possède un territoire de 210,2 hectares en 1996) est respectivement de 34,3 tonnes/année et de 4,7 tonnes/année. Ce qui demeure bien insuffisant compte tenu de la quantité des nutriments produite par l'aquaculture. Une augmentation de l'étendue forestière de la mangrove est donc fortement recommandée.

Il est dès lors clairement établi que la forêt de mangrove, compte tenu de sa superficie, ne peut à elle seule absorber tous les nutriments provenant des bassins (tableau 6.6). En adoptant l'hypothèse où 100 % des déchets solides et liquides sont rejetés dans l'environnement littoral, on remarque qu'une grande quantité d'azote et de phosphore n'est actuellement pas absorbée par la forêt de mangrove. Dans ces conditions, il faut accroître les aires de plantation de mangrove d'environ 2 139 hectares afin que l'écosystème puisse jouer son rôle de décontaminant naturel.

Tableau 6.6
Bilan de la production et absorption des nutriments dans l'environnement littoral

	Production aquacole (tonnes/année)	Absorption par la forêt de mangrove (tonnes/année)	Balance (tonnes/année)	Plantation de mangrove souhaitée (ha)
1) Dans le cas où 100% des déchets solides et liquides sont évacués dans l'environnement littoral				
Azote:	302,72	34,33	268,39	1643,13
Phosphore:	52,11	4,66	47,45	2139,14
2) Dans le cas où 50% des déchets solides sont évacués dans l'environnement littoral				
Azote:	193,26	34,33	158,93	972,99
Phosphore:	33,95	4,66	29,28	1320,24
3) Dans le cas où uniquement les déchets liquides sont évacués dans l'environnement littoral				
Azote:	83,92	34,33	49,58	303,55
Phosphore:	15,78	4,66	11,12	501,33

Source: Tableau 5.10

Par ailleurs, dans le cas où seulement 50 % des déchets solides sont rejetés dans l'environnement côtier, le territoire additionnel de mangrove recommandé est de 1 320 hectares. Enfin, dans le cas où aucun déchet solide n'est évacué vers l'environnement littoral, la superficie minimum de plantation de mangrove nécessaire est estimée à 501 hectares, c'est-à-dire un peu plus du double de la superficie forestière présente en 1996 (voir carte 13, chapitre IV). Dans tous les cas de figure, la superficie actuelle réservée à la mangrove est nettement insuffisante.

Cependant, l'espace destiné à cette plantation de la mangrove demeure fort limité. Du côté marin de l'écosystème, on peut encore espérer quelques plantations compte tenu de la très faible profondeur de la baie à ces endroits. Alors que du côté terrestre, il n'existe pratiquement plus d'espace vacant. La seule possibilité serait d'éventuellement reprendre les territoires des fermes abandonnées.

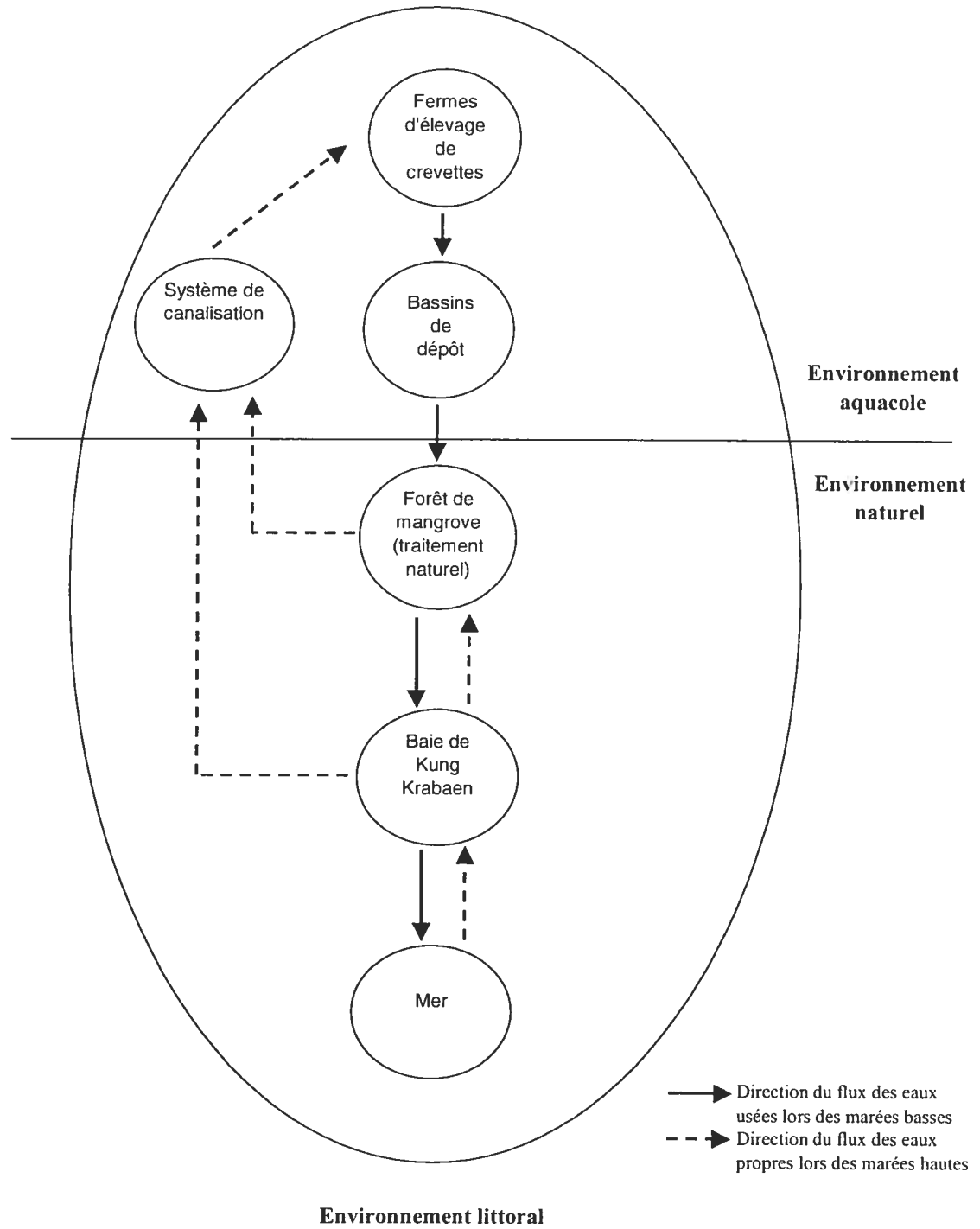
Mais il demeure préférable que ces fermes abandonnées soient transformées en bassins de dépôt plutôt qu'en zones de plantation de mangrove. De toute manière, l'hypothèse des bassins de dépôts constitue une bonne mesure préventive face aux tentations de rejet direct des sédiments et nutriments dans les canaux de drainage. On limite ainsi le volume des matières organiques qui, sous l'action des bactéries, font diminuer la concentration d'oxygène dans le système de canalisation. Et en fin de compte on aboutit à diminuer la pression sociale et politique sur le rôle écologique à confier à la forêt de mangrove (figure 6.2).

Il faut d'ailleurs souligner ici qu'il est encore difficile de nos jours de connaître le degré exact de dégradation de la forêt de mangrove sous l'effet des polluants aquacoles puisque la forêt disparaît généralement bien avant que les signes de détérioration ne soient perceptibles.

Enfin, le potentiel maximum pour le développement aquacole dans le site de Kung Krabaen est de 704 hectares. Cette valeur semble surestimée puisque le chiffre obtenu dérive des données récoltées uniquement lors de la saison de pluies. Il faut donc revoir cette estimation à la baisse pour l'entièreté de l'année. C'est pourquoi, et compte tenu de la superficie aquacole qui était déjà de 436,2 hectares en 1996, il faut dès maintenant limiter son expansion par des incitatifs sérieux tant que les mesures de gestion et de contrôle des déchets ne seront pas fermement établies sur les fermes aquacoles déjà existantes. De même, le système de canalisation doit être modifié afin de répondre à une partie du problème de qualité de l'eau.

Figure 6.2

Proposition de circulation des déchets aquacoles dans l'environnement littoral



CHAPITRE VII

LES RÉPERCUSSIONS SOCIO-ÉCONOMIQUES DE L'AQUACULTURE À KUNG KRABAEN

«The high financial returns from shrimp farm ventures has been a primary factor behind the rapid change of land use and farmers' occupation along the coastal areas in Chantaburi. As a result, substantial areas of mangrove forest and paddy fields have been converted into shrimp ponds».

Dean, 1992, p.3.

7.1 Introduction

Dans le district de Thamai, on compte sept villages dans chacun des «Tambons»⁽¹⁸⁾ Klong Kud et Sanam Chai ainsi qu'un village compris dans Tambon Krajae. Lors du dernier recensement de 1994, la population totale dans le district de Thamai était de 5 546 habitants répartis en 1 186 familles (Eiumnoh, 1995).

Sur le seul pourtour de la baie de Kung Krabaen, on rencontre 6 villages (Moo Ban): Moo Ban Naen Pradu, Mou Duth, Kung Krabaen, Klong Kud Bon et Klong Kud compris dans Tambon Klong Kud et Moo Ban ThaKlaeng dans Tambon Sanam Chai, soit un total de 452 familles dont 36 % vivent de l'aquaculture (Dean, 1992). De ce nombre, il faut rappeler que 109 familles font partie du projet royal de développement aquacole alors que 63 familles sont indépendantes.

⁽¹⁸⁾ Un «Tambon» en Thaïlande est l'équivalent d'un sous-district.

L'aquaculture est devenue la principale activité économique de la région alors qu'en 1986 encore les principales sources d'emploi étaient la riziculture et la pêche artisanale (Dean, 1992).

Selon Dean (1992), l'aquaculture a profondément changé la vie des habitants de Kung Krabaen. Les répercussions financières atteignent non seulement les familles exploitantes mais aussi tout le reste de la communauté en créant des emplois temporaires, notamment lors de la récolte, des emplois annexes ou complémentaires comme la production et la vente d'engrais et produits chimiques, la réparation technique et mécanique (pédalos de ventilation, moteurs, pompes), la vente des crevettes sur les marchés locaux et même la location d'équipements. On évoque également des emplois illicites (terrain d'étude, 2001; communiqué oral officieux, non documenté). En effet, on trouve, parallèlement aux systèmes proposés par les institutions financières agréées par le gouvernement, tout un système de prêts qui sont, la plupart du temps, établis par des familles d'origine chinoise possédant des bijouteries dans les villes avoisinantes.

Afin de connaître les principales répercussions socio-économiques dans le site de Kung Krabaen, nous avons, au cours du travail d'enquête de terrain effectué en juin et juillet 2001, recueilli quelques informations essentielles au moyen d'un questionnaire visant à connaître les différentes attitudes et perceptions des aquaculteurs à l'endroit des principaux facteurs sociaux et économiques.

L'analyse de ces éléments est essentielle à la compréhension de la situation autour du complexe aquacole de Kung Krabaen. Elle est nécessaire à la formulation de suggestions concrètes et réalistes permettant la mise en place de solutions durables satisfaisant, à la fois, à la protection de l'environnement et au développement socio-économique soutenu des communautés.

7.2 Les indicateurs sociaux

7.2.1 Profil des aquaculteurs

Environ 74 % des éleveurs de la région de Kung Krabaen y sont établis depuis plus de 10 ans (tableau 7.1). De ce nombre, 80 % sont des résidents locaux de la baie de Kung Krabaen et du

sous-district de Na Yai Amm, district de Thamai, alors que 10 % proviennent d'autres districts de la province de Chantaburi et que 10 % sont originaires d'autres provinces thaï (Rayong, Prachinburi, Chachoengsao, Kanchanaburi). Soulignons que les aquaculteurs non originaires de la province de Chantaburi sont tous des éleveurs indépendants possédant généralement de grandes exploitations aquacoles.

De plus, un peu moins de la moitié (48%) des familles aquacoles comptent moins de 5 membres, tandis que les autres en ont de 5 à 8 (44%) ou davantage (tableau 7.1). Entre 1993 et 1994, selon les résultats d'enquête affichés par le *Thai Environmental Survey Company* (TESCO), 72 % des membres d'une famille participant de façon directe ou indirecte à l'activité aquacole dans le district de Thamai avaient entre 16 et 60 ans. De ce pourcentage, 88 % étaient actifs, 8,4 % étudiaient, et seulement 3,8 % étaient au chômage (TESCO, 1994).

En ce qui concerne le niveau d'éducation atteint par les aquaculteurs, on observe que 76 % déclarent avoir fréquenté l'école primaire et que seulement 20 % disent avoir complété le secondaire (tableau 7.1). Cependant, 100 % des éleveurs inscrits au projet affirment avoir reçu des cours et une formation sur l'élevage des crevettes alors que 44 % des éleveurs indépendants déclarent avoir reçu au moins une visite d'un consultant-expert depuis le début de leur entreprise de crevetticulture (tableau 7.1)⁽¹⁹⁾.

De plus, 80 % des aquaculteurs du projet déclarent avoir une expérience de plus de 10 ans dans le domaine aquacole contre 68 % chez les éleveurs indépendants. Il existe donc une différence remarquable dans l'expertise aquacole entre les éleveurs indépendants et ceux qui participent au projet de Kung Krabaen. Les aquaculteurs indépendants semblent avoir choisi leur métier de façon spontanée ou simplement en suivant les conseils des aquaculteurs déjà établis dans le voisinage.

⁽¹⁹⁾ Une université de type professionnel, notamment orientée vers la formation de techniciens-experts en aquaculture, est en voie de construction. Elle sera justement située entre la capitale provinciale et le district de Thamai.

Tableau 7.1
Profil des aquaculteurs

1) Séjour dans la région de Kung Krabaen depuis:	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 5 ans	1	4	3	12	4	8
entre 5 et 10 ans	3	12	6	24	9	18
plus de 10 ans	21	84	16	64	37	74
2) Lieu d'origine	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Sous district de Naa Yai Aam	8	32	4	16	12	24
District de Thamai	16	64	12	48	28	56
Province de Chantaburi	1	4	4	16	5	10
Autres provinces	0	0	5	20	5	10
3) Nombre de personnes par famille	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 5	13	52	11	44	24	48
entre 5 et 8	9	36	13	52	22	44
plus de 8	3	12	1	4	4	8
4) Niveau d'éducation atteint	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Primaire	21	84	17	68	38	76
Secondaire	4	16	6	24	10	20
Pas d'éducation	0	0	2	8	2	4
5) Années d'expérience en crevetticulture	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 5 ans	0	0	1	4	1	2
entre 5 et 10 ans	5	20	7	28	12	24
plus de 10 ans	20	80	17	68	37	74
6) Cours ou expérience en aquaculture	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	25	100	11	44	36	72
Non	0	0	14	56	14	28

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Le travail d'enquête révèle également que, parmi les 74 % des familles interrogées vivant essentiellement de l'aquaculture depuis plus d'une dizaine d'années, 32 % produisaient auparavant du paddy alors que 50 % vivaient en étroite dépendance de la forêt de mangrove (tableau 7.2).

Sachant que tous les éleveurs participant au projet de Kung Krabaen ont construit leurs bassins d'élevage sur le site d'une ancienne forêt de mangrove dégradée, nous pensons qu'ils sont sans doute d'anciens pêcheurs vivant en symbiose étroite avec la forêt de mangrove. Il est à noter que 16 % d'entre eux affirment cependant qu'ils pratiquaient déjà une forme d'aquaculture avant d'être intégrés au projet (tableau 7.2).

Pour 72 % des nouveaux exploitants aquacoles indépendants, la hausse du revenu familial constitue la raison principale de leur engagement vers l'aquaculture alors que, chez les éleveurs compris dans le projet, 84 % déclarent que c'est leur adhésion au projet de développement aquacole qui explique leur engagement dans ce type d'activité (tableau 7.2).

Tableau 7.2
Évolution de l'utilisation du sol vers l'aquaculture

1) Utilisation du sol précédent l'aquaculture	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Forêt de mangrove	22	88	3	12	25	50
Riziculture	0	0	16	64	16	32
Terres en friche	3	12	5	20	8	16
Verger	0	0	1	4	1	2
2) Raisons concernant ce changement de l'utilisation du sol	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Revenu plus élevé	4	16	18	72	22	44
Conseils des voisins	0	0	4	16	4	8
Adhésion au projet	21	84	0	0	21	42
Intrusion de sel dans les terres	0	0	3	12	3	6

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

7.2.2 Types d'emplois secondaires

Dean (1992) signale qu'en 1991 l'aquaculture fournit un quart des emplois de la population installée autour de la baie de Kung Krabaen. En effet, entre 1986 et 1991, l'activité rizicole et la pêche artisanale déclinent fortement alors que les vergers connaissent une augmentation de leur production (Dean, 1992). Encore de nos jours, pour les aquaculteurs qui déclarent avoir un emploi secondaire (54 %), les activités arboricole et de pêche constituent une source de revenu supplémentaire fort importante (30 % chacune) (tableau 7.3). L'aquaculteur s'assure, de cette manière, d'un revenu stable et sûr, notamment en cas de problèmes lors de la production aquacole.

D'autres emplois secondaires proviennent de l'activité rizicole (19 %), de l'hévéaculture (7 %) ou de divers types d'aquaculture tels que l'ostréiculture ou la pisciculture. Cependant, 46 % des aquaculteurs n'ont pas d'emploi secondaire. Parmi ceux-là, 76 % font partie du projet de Kung Krabaen et 16 % sont hors projet (tableau 7.3). Malgré tout, le niveau économique actuel est 13 fois supérieur à la situation qui prévalait en 1986 (Directeur du Centre d'Etudes et de Développement de Kung Krabaen, rapport de conversation, 2001)

En ce qui concerne les revenus provenant des emplois secondaires, 40 % des familles situées à l'extérieur du projet de Kung Krabaen affirment percevoir environ 55 375 bath par année ⁽²⁰⁾ (Dricot, résultats d'enquête de terrain, 2001). Par contre, seulement 5 % des familles situées dans le cadre du projet arrivent à accumuler un revenu annuel moyen de 7 000 bath (Dean, 1992; Dricot, résultats d'enquête de terrain, 2001). Cette énorme différence de revenus entre ces différents types d'éleveurs est probablement inhérente aux superficies consacrées aux vergers. En effet, plusieurs familles aquacoles situées à l'extérieur du projet vivaient auparavant de l'arboriculture. Ainsi, même si une partie de ses superficies a été convertie en bassins d'élevage de crevettes, la plupart demeure arboricole, notamment sur les flancs de la montagne de Kung Krabaen.

⁽²⁰⁾ En 2001, un dollar américain équivalait à 44 bath.

De plus, 30 % des répondants continuent de pratiquer la pêche artisanale. C'est le cas, notamment, des familles situées en bordure du littoral. En excluant la consommation familiale et les ressources consacrées à l'alimentation des crevettes, le salaire moyen provenant de cette pêche artisanale est d'environ 18 000 bath par année (Dricot, résultats d'enquête de terrain, 2001).

Par contre, il est difficile d'évaluer clairement l'impact économique des emplois secondaires liés à la riziculture et à l'hévéaculture. D'une part, la production rizicole est uniquement orientée vers la consommation familiale et très rarement vers les petits marchés. Quant aux hévéas, ils sont encore immatures et il n'est donc pas encore possible de recueillir la sève nécessaire à la production du caoutchouc. En effet, l'hévéaculture est une activité commerciale tout à fait récente dans le site de Kung Krabaen.

Tableau 7.3
Les activités secondaires

1) Activité secondaire	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Non	19	76	4	16	23	46
Oui	6	24	21	84	27	54
2) Types d'activité secondaire	Dans le projet (nb=6)		Hors projet (nb=21)		Total (nb=27)	
	R	%	R	%	R	%
Riziculture	0	0	5	24	5	19
Verger	0	0	8	38	8	30
Pêche	4	67	4	19	8	30
Hévéaculture	0	0	2	10	2	7
Ostréiculture	1	17	1	5	2	7
Vente au marché ou magasin	1	17	1	5	2	7

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

7.2.3 Droit de propriété des fermes aquacoles

Parmi les aquaculteurs administrés par le Centre de Kung Krabaen, 84 % déclarent être les propriétaires de leur ferme alors que les 16 % restant louent des parcelles de terrain à des voisins (25%) ou à la parenté (75 %) vivant autour de la baie de Kung Krabaen (tableau 7.4). Cette information laisse songeur, puisque, selon les règlements du Centre de Développement de Kung Krabaen, la location des fermes comprises dans le périmètre du projet est interdite (Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen, communication orale, 2001) Par ailleurs, 72 % des éleveurs indépendants exploitent leur propre ferme aquacole et 28 % louent leurs parcelles de terres de citadins ou de membres de leur parenté située dans les environs de Kung Krabaen.

Le coût moyen de location d'une ferme varie de 4 300 à 7 000 bath/rai/récolte ⁽²¹⁾ (tableau 7.4). Le coût de location d'une terre est généralement plus élevé pour les locataires qui se trouvent à l'intérieur du projet de Kung Krabaen. Nous sommes donc en droit de penser que les fermes aquacoles situées dans le cadre du projet de développement connaissent une meilleure appréciation foncière. D'un autre côté, surtout lorsqu'il s'agit de location entre membres d'une même famille, des arrangements existent afin que les éleveurs payent en fonction de la rentabilité de leur production aquacole : il peut s'agir là d'une forme d'entraide mais aussi peut-être d'une sorte de métayage...

Finalement, et selon la taille des fermes aquacoles, une main-d'œuvre supplémentaire est régulièrement requise soit de façon permanente, soit périodiquement. Mais si 18 % des éleveurs administrés par le projet déclarent employer occasionnellement au moins une personne dans l'année, ce sont quelque 65 % des éleveurs indépendants qui disent faire de même : une autre différence significative (tableau 7.5). Le salaire moyen d'un travailleur aquacole occasionnel est de 2 071 bath par mois pour un tarif moyen de 99 bath par jour et constitue une sortie d'argent que les petits éleveurs ne doivent consentir qu'à regret.

⁽²¹⁾ Un rai est une unité de mesure thaï, l'équivalent de 0,16 hectares.

Tableau 7.4
Droits de propriété des éleveurs

1) Statut par rapport à la ferme aquacole	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Propriétaire	21	84	18	72	39	78
Locataire	4	16	7	28	11	22
2) Si locataire, qui est votre propriétaire	Dans le projet (nb=4)		Hors projet (nb=7)		Total (nb=11)	
	R	%	R	%	R	%
Famille	3	75	5	71	8	73
Voisin	1	25	2	29	3	27
3) Lieu d'origine du propriétaire de la ferme aquacole en location	Dans le projet (nb=4)		Hors projet (nb=7)		Total (nb=11)	
	R	%	R	%	R	%
Sous district de Naa Yai Aam	4	100	2	29	6	55
District de Thamai	0	0	4	57	4	36
Autres	0	0	1	14	1	9
4) Prix de location (bath/rai/récolte)	Dans le projet (nb=4)		Hors projet (nb=7)		Total (nb=11)	
	R	%	R	%	R	%
2000-4000	0	0	3	43	3	27
4000-6000	2	50	2	29	4	36
6000-8000	2	50	2	29	4	36
plus de 8000	0	0	1	14	1	9

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Tableau 7.5
Types d'emplois dans l'aquaculture

1) Types d'emplois	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Permanent (homme à tout faire)	18	72	5	20	23	46
Temporaire (lors de la récolte)	7	28	20	80	27	54
2) Salaire d'un travailleur permanent (bath/mois)	Dans le projet (nb=18)		Hors projet (nb=5)		Total (nb=23)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 1000	0	0	1	20	1	4
1000-2000	10	56	2	40	12	52
2000-3000	8	44	2	40	10	43
Variation	1500-3000		1000-3000		1000-3000	
3) Salaire d'un travailleur temporaire (bath/jour)	Dans le projet (nb=7)		Hors projet (nb=20)		Total (nb=27)	
	R	%	R	%	R	%
moins de 100	0	0	13	65	13	48
100-125	7	100	7	35	14	52
Variation	100		70-125		70-125	

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

7.3 Les indicateurs économiques

7.3.1 Analyse des coûts et bénéfices des fermes aquicoles

Les coûts de gestion

Les coûts de gestion incluent l'achat et le maintien des équipements, les besoins en larves, la nourriture, les antibiotiques, les produits chimiques, le carburant, l'électricité et la location d'équipements nécessaires. Dans certains cas, les coûts financiers de gestion incluent également

le prix de location de la ferme aquacole, celui de la main-d'œuvre supplémentaire ainsi que le tarif d'opération pour le rejet des déchets solides.

En 1999, la moyenne de ces frais de gestion pour les familles qui possèdent leur propre ferme était de 79 165 bath/rai/récolte. Par contre, si l'on compare les résultats en distinguant les fermes situées dans ou en dehors du projet, les coûts d'opération moyens sont respectivement de 71 625 et de 88 859 bath/rai/récolte (tableau 7.6). La différence entre ces coûts d'opération est donc ici encore significative.

Par ailleurs, en établissant le même calcul pour les familles fermières, celles qui louent leur ferme aquacole, la moyenne des frais de gestion est de 108 961 bath/rai/récolte. Cependant, à l'inverse du cas précédent, les coûts de gestion pour les fermes aquacoles louées sont plus élevés pour les fermes situées dans le projet qu'en dehors du projet. En 1999, les frais d'opération moyens étaient alors respectivement de 117 333 et de 103 379 bath/rai/récolte (tableau 7.7). Aussi, lorsque l'on observe plus attentivement chacun des paramètres de dépenses, il faut noter que les familles qui louent des fermes aquacoles investissent davantage dans l'achat de carburant, de larves de crevettes et, surtout, de nourriture sèche.

Cette distinction entre les coûts d'opération selon que les fermes aquacoles sont louées ou exploitées par leur propriétaire appelle deux commentaires. Tout d'abord, on doit se demander, nous l'avons dit, si les coûts de location sont moindres lorsqu'il existe un lien de famille entre le propriétaire et le locataire de la ferme. D'autre part, si les frais de gestion sont liés à la rentabilité de production des fermes, nous pouvons supposer que les fermes situées en dehors du projet affichent un taux de rentabilité moindre, compte tenu de leur éloignement par rapport à la baie et donc de l'augmentation proportionnelle des coûts d'infrastructure.

A ce stade de l'analyse, il semble n'exister qu'assez peu de différences entre les fermes selon qu'elles sont situées dans ou en dehors du projet de développement de Kung Krabaen. En effet, lorsque l'on compare les coûts moyens d'opération des fermes louées selon qu'elles se trouvent dans ou hors projet, il n'existe en réalité qu'une faible différence d'environ 14 000 bath/rai/récolte. Le raisonnement est identique en ce qui concerne les fermes exploitées par les propriétaires

puisque la différence est approximativement de 17 000 bath/rai/récolte (tableaux 7.6 et 7.7). Les distinctions entre les coûts de gestion résident donc davantage entre les fermes louées ou exploitées par leur propriétaire que par la localisation des fermes d'élevage.

Tableau 7.6
Coûts approximatifs d'opération des fermes aquacoles
dirigées par les propriétaires en 1999-2000

Moyenne des coûts d'opération (bath/rai/récolte)	Dans le projet (nb=21)	Hors projet (nb=18)	Total (nb=39)
Equipement	3 260	5142	4 083
Larves	10 155	11 958	10 944
Fuel	8 972	10 136	9 482
Nourriture sèche ou industrielle	35 692	42 666	38 743
Nourriture naturelle	1 720	3 051	2 420
Antibiotiques	3 890	5 037	4 314
Produits chimiques	5 092	7 147	5 991
Electricité	1 404	1 321	1 348
Nettoyage du fond des bassins	2 706	2 843	2 764
Coût d'évacuation des déchets sédimentaires	542	400	495
Salaire	4 011	4 230	4 172
Autres dépenses (Impôts)	825	0	825
Moyenne du coût total des opérations	71 625	88 859	79 165

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Notes: En 2001, 1 dollars américain équivalait à 44 bath;

1 rai = 0,16 hectares

Tableau 7.7
Coûts d'opération des fermes aquacoles en location en 1999-2000

Moyenne des coûts d'opération (bath/rai/récolte)	Dans le projet (nb=4)	Hors projet (nb=7)	Total (nb=11)
Location de la ferme aquacole	7 000	4 363	5 417
Equipement	4 690	4142	4 361
Larves	13 904	14 297	14 140
Fuel	14 714	12 901	13 626
Nourriture sèche ou industrielle	63 333	46 055	52 966
Nourriture naturelle	3 619	4 041	3 860
Antibiotiques	2 571	4 057	3 500
Produits chimiques	4 023	6 369	5 431
Electricité	0	1 755	1 755
Nettoyage du fond des bassins	3 785	2 844	3 221
Coût d'évacuation des déchets sédimentaires	0	166	166
Salaire	3 809	5 794	5 463
Autres dépense (impôts)	1 142	66	604
Moyenne du coût total des opérations	117 333	103 379	108 961

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Notes: En 2001, 1 dollars américain équivalait à 44 bath; 1 rai = 0,16 hectares

La production crevetticole

En 1999, et même s'il convient d'accueillir leurs déclarations avec prudence (ou sans doute de les revoir à la hausse), environ 5 % des aquaculteurs déclarent avoir subi une perte totale de leur production durant leur première ou leur deuxième récolte⁽²²⁾ (tableau 7.8). Pour cette même année, la production moyenne lors de la première et de la seconde récolte était respectivement de 761 et 813 kg/rai (Dricot, résultats d'enquête, 2001).

Cependant, il est intéressant de noter que la production moyenne a été plus élevée pour les fermes situées à l'extérieur du projet que pour les fermes comprises dans le projet. En effet, pour les fermes aquacoles hors projet, cette production a été de 819 kg/rai pour la première récolte et de 879 kg/rai pour la seconde récolte, alors que pour les fermes du projet de Kung Krabaen, la production moyenne lors des première et seconde récoltes a été respectivement de 707 et 753 kg/rai (tableau 7.8). Cette différenciation de la production crevetticole entre ces deux catégories d'aquaculteurs s'explique fort probablement par l'investissement majeur qu'effectuent les éleveurs indépendants en quantité de larves introduites dans les bassins d'élevage.

Finalement, le prix de vente moyen de la crevette variait de 157 à 158 bath/kg. Certains aquaculteurs ont déclaré récolter des crevettes de petite taille en raison du fait qu'il leur a fallu faire face à des problèmes de croissance et à des maladies affectant les crevettes. C'est un choix fort courant, les éleveurs acceptant de baisser les bénéfices liés à la quantité et à la qualité des crevettes pour éviter une perte totale de la production.

⁽²²⁾ Nous avons observé, durant les entrevues, qu'il était difficile aux personnes interrogées de répondre de façon spontanée et avec assurance à toutes les questions concernant les coûts ou les bénéfices liés à l'exploitation aquacole. La méfiance quant aux réponses à donner était un sentiment fort perceptible. Ces résultats d'enquête étant tout de même fort révélateurs, nous avons jugé adéquat de les analyser même s'il est possible qu'une marge d'erreur subsiste.

Tableau 7.8
Production et prix de vente en 1999-2000

1) Production de la première récolte (kg/rai)	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
0	2	8	0	0	2	4
1 - 300	2	8	0	0	2	4
301 - 600	5	20	3	12	8	16
601 - 900	6	24	7	28	13	26
901 - 1200	4	16	10	40	14	28
1201 - 1500	4	16	2	8	6	12
plus de 1500	2	8	3	12	5	10
Variation	0 - 1942		400 - 1450		0 - 1942	
2) Production de la seconde récolte (kg/rai)	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
0	0	0	3	12	3	6
1 - 300	2	8	3	12	5	10
301 - 600	9	36	2	8	11	22
601 - 900	8	32	5	20	13	26
901 - 1200	3	12	8	32	11	22
1201 - 1500	1	4	3	12	4	8
plus de 1500	2	8	1	4	3	6
Variation	66 - 2057		0 - 1850		0 - 2057	
3) Prix de vente lors de la première récolte (bath/kg)	Dans le projet (nb=23)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=28)	
	R	%	R	%	R	%
Moins de 120	1	4	1	4	2	7
121 - 140	5	22	4	16	9	32
141 - 160	4	17	8	32	12	43
161 - 180	6	26	9	36	15	54
181 - 200	5	22	1	4	6	21
plus de 200	2	9	2	8	4	14
Variation	109 - 200		50 - 200		50 - 200	

4) Prix de vente lors de la seconde récolte (bath/kg)	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=22)		Total (nb=27)	
	R	%	R	%	R	%
Moins de 120	4	16	0	0	4	15
121 - 140	3	12	3	14	6	22
141 - 160	5	20	8	36	13	48
161 - 180	8	32	5	23	13	48
181 - 200	3	12	5	23	8	30
Plus de 200	1	4	1	5	2	7
Variation	45 - 204		135 - 260		45 - 260	

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Notes: En 2001, 1 dollars américain équivalait à 44 bath; et, 1 rai = 0,16 hectares.

Le rendement annuel net provenant de la crevetticulture

Le rendement annuel net de l'aquaculture varie énormément ⁽²³⁾. Plusieurs aquaculteurs affirment que l'élevage de la crevette est une activité lucrative. Cependant, lorsque l'on compare quelques cas compilés précédemment concernant les coûts de gestion et les bénéfices de la production crevetticole, on remarque rapidement que les coûts surpassent les bénéfices (voir tableaux 7.6, 7.7 et 7.8). Dans d'autres cas, même si les aquaculteurs reconnaissent une perte de la production en crevettes, les résultats compilés révèlent des rendements annuels nets bien plus élevés que leur coûts de gestion ⁽²⁴⁾. Un paysan n'est pas forcément comptable, ni capable de mesurer les coûts réellement encourus ; ni forcément bavard...

Quoi qu'il en soit, en 1999, il semblerait que 21 % des familles propriétaires et 36 % des familles locatrices ont perdu tout ou partie de leur investissement initial (tableaux 7.9 et 7.10). Le revenu annuel net des familles propriétaires de leur ferme, selon qu'elle est située dans ou en dehors du

⁽²³⁾ Il est extrêmement délicat d'avancer des chiffres sur le rendement aquacole dans le cadre de cette étude, la question directe ne pouvant être posée directement sans risque d'augmenter les méfiances. Le revenu annuel net provenant de la crevetticulture peut être estimé en déduisant les coûts de gestion des rendements de la production aquacole. Quant au rendement de la production aquacole, il est obtenu en multipliant la production des deux récoltes par le prix de vente des crevettes sur le marché. Cependant, il faut souligner que les coûts d'investissement et de perte de la production ne sont pas compris dans le calcul. Pour cette raison, les revenus des aquaculteurs peuvent sembler élevés.

projet de Kung Krabaen, était donc respectivement de 340 069 et 208 686 bath (Dricot, résultats d'enquête, 2001) (tableau 7.9). Cette différence entre les rendements peut s'expliquer par les moindres coûts nécessités par une exploitation en bordure de la baie, peut-être, et, certainement, par l'existence d'une plus grande maîtrise des techniques de l'élevage de crevettes dans les fermes aquacoles comprises dans le projet. En effet, en cas de problème, les fermes aquacoles du projet bénéficient rapidement de l'aide nécessaire de la part des experts du Centre de Kung Krabaen.

Tableau 7.9
Revenu annuel net des propriétaires de bassins aquacoles en 1999-2000

Revenu annuel (bath)	Dans le projet (nb=21)		Hors projet (nb=18)		Total (nb=39)	
- 400 000 à - 300 000	1	5	0	0	1	3
- 300 000 à - 200 000	0	0	0	0	0	0
- 200 000 à - 100 000	2	10	2	11	4	10
- 100 000 à 0	2	10	1	6	3	8
0 à 100 000	2	10	1	6	3	8
100 000 à 200 000	2	10	3	17	5	13
200 000 à 300 000	0	0	2	11	2	5
300 000 à 400 000	3	14	1	6	4	10
400 000 à 500 000	0	0	1	6	1	3
500 000 à 600 000	0	0	0	0	0	0
600 000 à 700 000	1	5	0	0	1	3
700 000 à 800 000	1	5	2	11	3	8
800 000 à 900 000	1	5	1	6	2	5
900 000 à 1 000 000	1	5	0	0	1	3
Plus de 1 000 000	2	10	0	0	2	5
Variation	- 371 450 à 1 255 400		- 159 600 à 825 800		- 371 450 à 1 255 400	

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Notes: En 2001, 1 dollars américain équivalait à 44 bath.

Par ailleurs, pour les familles locatrices, dans ou en dehors du projet, le revenu annuel net est respectivement de 281 200 et 429 500 bath (tableau 7.10). Dans ce cas, la différence entre les deux résultats s'explique par le fort taux de rentabilité d'une ferme privée située à l'extérieur du

⁽²⁴⁾ Il est possible que cette apparente erreur soit le résultat des aléas du questionnaire d'autant plus que la plupart des aquaculteurs ne possèdent pas de registre de gestion financière relié à l'activité aquacole.

projet. Le locataire de cette ferme privée affirme avoir obtenu en 1999 un revenu annuel net de plus de 1 000 000 bath, soit 22 727 dollars américains (Dricot, résultats d'enquête, 2001). Une telle démarcation de revenu peut s'expliquer par l'immense superficie d'exploitation et mais aussi parce que l'exploitation semble moins ancienne, moins polluée, et donc plus productive.

Enfin, en analysant uniquement les fermes situées dans le projet de Kung Krabaen, il est intéressant de souligner que le rendement annuel net des propriétaires de leur ferme était supérieur à ceux des familles louant leur ferme: 340 069 bath contre 208 686 bath. Cette différence vient probablement du loyer que les familles locatrices doivent soustraire. Aussi, nous pouvons émettre l'hypothèse que seules les exploitations les moins intéressantes sont à louer. La tendance observée s'inverse lorsqu'il s'agit des fermes aquacoles indépendantes. Il est difficile d'offrir une explication précise à ce phénomène, mais nous pouvons toujours poser l'hypothèse que les propriétaires indépendants investissent davantage dans les infrastructures car plus éloignés de la mer.

Tableau 7.10
Revenu annuel net des locataires de bassins aquacoles en 1999-2000

Revenu annuel (bath)	Dans le projet (nb=4)		Hors projet (nb=7)		Total (nb=11)	
- 200 000 à - 100 000	0	0	2	29	2	18
- 100 000 à 0	2	50	0	0	2	18
0 à 100 000	0	0	1	14	1	9
100 000 à 200 000	0	0	0	0	0	0
200 000 à 300 000	0	0	0	0	0	0
300 000 à 400 000	0	0	2	29	2	18
400 000 à 500 000	0	0	0	0	0	0
500 000 à 600 000	2	50	0	0	2	18
600 000 à 700 000	0	0	0	0	0	0
700 000 à 800 000	0	0	0	0	0	0
800 000 à 900 000	0	0	0	0	0	0
900 000 à 1 000 000	0	0	0	0	0	0
plus de 1 000 000	0	0	1	14	1	9
Variation	- 11 000 à 571 800		- 138 800 à 2 534 550		- 138 800 à 2 534 550	

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Notes: En 2001, 1 dollar américain équivalait à 44 bath.

7.3.2 Systèmes de crédit et de prêt

Puisque les investissements pour la crevetticulture sont élevés, la plupart des aquaculteurs interrogés déclarent recourir aux systèmes de prêt et de crédit existants. Au début de leur engagement dans le projet, une bonne partie des aquaculteurs ont obtenu des prêts auprès de la Banque agricole et de Coopération agricole (BAAC: *Bank of Agriculture and Agricultural Cooperatives*). Très peu d'entre eux doivent encore rembourser leurs dettes. Il s'agit d'un avantage sans doute important procuré par la participation au projet (par rapport aux éleveurs hors projet).

Cependant, un nombre important d'aquaculteurs (18 %) déclarent avoir également emprunté auprès de leur famille ou de leurs voisins au cours des années qui ont suivi le lancement de l'exploitation des fermes aquacoles (tableau 7.11). D'autres disent avoir eu recours au crédit pour acheter de la nourriture ou les produits chimiques, que ce soit auprès des agences de prêt (8 %) ou auprès de la Coopérative des Pêches (12 %). Seulement quelques aquaculteurs (2 %) rapportent savoir que des investisseurs externes sont venus s'associer à l'établissement. Les termes de ces associations sont toutefois inconnus.

Tableau 7.11
Sources de crédit et de prêt

Sources de crédit et de prêt	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Economie personnelle	5	20	7	28	12	24
BAAC	8	32	9	36	17	34
Famille ou voisin	3	12	6	24	9	18
Agence de prêt	4	16	0	0	4	8
Coopérative des pêches	4	16	2	8	6	12
Investisseur	0	0	1	4	1	2
Autres	1	4	0	0	1	2

7.3.3 Le marché crevetticole

Presque tous les aquaculteurs interrogés (82 %) écoulent leur production de crevettes sur les marchés nationaux à travers un intermédiaire (tableau 7.12). Il semble s'agir en fait partout de la même personne, fort probablement un homme d'affaire thaïlandais (résultats d'enquête, communication orale, 2001). Cette vente s'opère par l'évaluation d'un échantillon de crevettes. On mesure la taille et le poids de l'échantillon afin de déterminer le prix de l'ensemble de la récolte.

Seulement 18 % des aquaculteurs affirment vendre directement leur production sur les marchés locaux (tableau 7.12). Ces aquaculteurs sont majoritairement indépendants et possèdent généralement de petites fermes à production crevetticole limitée. Toutefois, il semble que les aquaculteurs du projet de Kung Krabaen se tournent vers les marchés locaux uniquement si la production ou la qualité des crevettes est mauvaise (Dricot, résultats d'enquête, 2001).

Tableau 7.12
Orientation de la vente de la production crevetticole

Marché des crevettes	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Contact avec un acheteur local	22	88	19	76	41	82
Marché local	3	12	6	24	9	18

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

7.4 L'attitude des aquaculteurs face

7.4.1 ... à la crevetticulture

En réalité, la plupart des aquaculteurs se plaignent de la fragilité de l'activité crevetticole. En fait, sur les 50 aquaculteurs interrogés, une majorité reconnaissent avoir eu des problèmes de maladie chez la crevette. De ce nombre, 64 % admettent que la fréquence des cas d'épidémie chez la

crevette constitue leur principal problème pour cette exploitation (tableau 7.13). Cependant, 20 % affirment ne pas avoir subi de pertes de production à cause des maladies et 16 % ne se prononcent pas.

Il existe deux symptômes évidents par lesquels se manifestent les maladies chez les crevettes. Le premier est la présence de tâches blanches, c'est le "*White Spot Syndrome Virus*" (WSSC) qui est très répandu chez les crevettes d'élevage. Le second symptôme est typique de la maladie de la tête jaune (YHV: *Yellow Head Virus*). En fait, il s'agit de dépôts qui s'accumulent sur la carapace de la crevette et contribuent à l'asphyxier.

Il semble que cette maladie ait fait un ravage énorme en 1994. En 2001, elle contribuait encore à l'abandon temporaire de plusieurs bassins d'élevage. Un aquaculteur interrogé, et apparemment riche d'expérience, déclarait réussir à affronter la maladie de la tête jaune en mettant dans le bassin d'élevage des poissons friands de cette sorte de dépôt. Dans ce cas, la présence des poissons aurait «guéri» les crevettes (ce qui n'est d'ailleurs pas invraisemblable)! (Dricot, observations de terrain, 2001).

Par ailleurs, seuls 26 % des répondants signalent connaître des difficultés à pomper l'eau de mer vers leurs bassins d'élevage. Ce sont pratiquement tous des aquaculteurs indépendants situés à l'intérieur des terres. Les autres répondants déclarent à 70% ne connaître aucun problème lié à ce processus alors que 4 % demeurent incertains. De plus, 24 % des aquaculteurs affirment subir des pertes de production à cause de la faible qualité de l'eau marine alors que 34 % d'entre eux restent indécis. En réponse à cette infortune, les éleveurs réduisent la fréquence d'échange des eaux des bassins d'élevage.

Il demeure que la question concernant la qualité de l'eau semble toujours un phénomène mal compris par les populations concernées puisque 42 % des répondants affirment toujours que l'eau des bassins qui provient de la baie est de bonne qualité (tableau 7.13). En ce qui concerne ces aquaculteurs dont 36 % des répondants font partie du projet et 48 % se trouvent à l'extérieur du projet, les problèmes rencontrés lors de l'élevage des crevettes ne semblent pas être liés à la qualité de l'eau, du moins selon l'avis qu'ils expriment (tableau 7.13).

Tableau 7.13
Perception des éleveurs face aux problèmes liés à l'aquaculture

1) Problèmes de maladies	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Non	5	20	5	20	10	20
Oui	15	60	17	68	32	64
Pas certain	5	20	3	12	8	16
2) Difficultés d'approvisionnement en eau côtière	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Non	21	84	14	56	35	70
Oui	2	8	11	44	13	26
Pas certain	2	8	0	0	2	4
3) Problèmes de qualité d'eau dans les bassins	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Non	9	36	12	48	21	42
Oui	6	24	6	24	12	24
Pas certain	10	40	7	28	17	34
4) Problèmes d'évacuation des déchets solides	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Non	21	84	20	80	41	82
Oui	1	4	0	0	1	2
Pas certain	4	16	5	20	9	18
5) Démarche utilisée afin de résoudre le problème	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Consulte le voisin	0	0	4	16	4	8
Consulte les spécialistes du centre de Kung Krabaen	19	76	5	20	24	48
Consulte le vendeur	1	4	7	28	8	16
Réalise ses propres solutions	5	20	7	28	12	24

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Lors de notre mission de terrain nous avons rencontré un aquaculteur indépendant installé en bordure de la baie de Kung Krabaen et qui a transplanté des *Rhizophora* adultes au centre du bassin d'élevage afin de réduire la pollution de l'eau mais aussi pour servir d'abri et de source de nourriture naturelle aux crevettes. La procédure semblait très efficace puisque le propriétaire a affirmé n'avoir connu aucun cas de maladie depuis son aménagement cinq ans plus tôt. L'aquaculteur admettait une baisse de la production mais elle lui semblait compensée par le prix plus élevé obtenu pour sa crevette puisque ses récoltes sont de bonne qualité.

Par ailleurs, la procédure d'évacuation des déchets du fond des bassins ne semble pas causer de problèmes de gestion aux aquaculteurs. Seuls quelques répondants (2 %) affirment avoir de la difficulté à trouver des emplacements où évacuer leurs déchets solides. D'ailleurs, quand il leur faut résoudre les problèmes rencontrés lors des périodes d'élevage des crevettes, 48 % des éleveurs aussi bien indépendants que compris dans le projet de Kung Krabaen, déclarent consulter les responsables du Centre d'Etudes et de Développement administré par le Département des Pêches. Les autres prennent eux-mêmes leurs décisions (24 %), demandent conseil aux vendeurs de produits aquacoles de la région (16 %) ou consultent leur voisins (8 %) (tableau 7.13).

L'attitude des aquaculteurs face à la crevetticulture demeure au total positive. Une part importante des répondants (46 %) affirment que l'élevage de la crevette constitue toujours une activité lucrative alors que 30 % déclarent que les bénéfices et les pertes dépendent de certains facteurs spécifiques. Le niveau d'endettement accepté au début de la mise en exploitation des fermes aquacoles et la lourdeur des achats en nutriments, antibiotiques et autres produits chimiques durant la production sont les obstacles à la réussite les plus communément avancés.

Au total, malgré certaines pertes économiques, 84 % des aquaculteurs déclarent ne pas vouloir changer d'activité alors que 16 % s'interrogent sur la décision à prendre (tableau 7.14). Les raisons avancées pour justifier le choix de poursuivre l'activité crevetticole sont l'obtention de revenus élevés (32 %), le fait qu'il n'existe pas d'autre occupation possible (34 %) ou que le capital investi n'a pas encore été récupéré (34 %). C'est dire que si d'autres avenues s'offraient,

plusieurs exploitants pourraient choisir une réorientation ; d'autant que plusieurs d'entre eux ne sont sans doute venus que récemment à la crevetticulture.

Il faut aussi noter que les réponses entre les groupes d'aquaculteurs varient considérablement selon qu'ils sont ou pas partie prenante du projet. Les aquaculteurs hors projet sont davantage préoccupés par les intérêts de revenus que ceux inscrits dans le projet (40 %). De plus, 40 % de ces éleveurs indépendants déclarent que la production aquacole sera poursuivie à cause des investissements élevés qu'ils ont consentis. D'un autre côté, les aquaculteurs administrés par le Centre de Kung Krabaen avouent clairement que leur décision de continuer tient largement au manque d'occupations disponibles (48 %). (tableau 7.14).

Finalement, alors que 48 % des éleveurs interrogés continuent de croire aux possibilités d'un développement crevetticole, 12 % pensent que l'élevage des crevettes dans la région connaîtra un déclin (tableau 7.14). Parmi les optimistes, une grande majorité font partie du projet; l'assurance manifestée repose sans doute essentiellement sur l'existence du Centre d'Etudes et de Développement de Kung Krabaen (64 %). Plusieurs croient profondément qu'un projet parrainé par Sa Majesté le Roi de Thaïlande ne peut que réussir.

Mais la future installation d'un grand canal d'irrigation (*Sea Water Irrigation project*) contribue également à rassurer les aquaculteurs quant à la pérennité de leur activité. Par ailleurs, les raisons expliquant le pessimisme des aquaculteurs concernant l'avenir de la crevetticulture à Kung Krabaen tiennent principalement au déclin des productions suite aux maladies et aux problèmes de qualité de l'eau de la baie (33 % chacun) (tableau 7.14). Mais l'incapacité d'accroître l'espace terrestre voué à l'aquaculture constitue une autre raison importante de douter de la stabilité de la production crevetticole sur le site de Kung Krabaen.

Il faut comprendre que dans l'entendement des aquaculteurs, le fait d'accroître l'espace aquacole augmentera nécessairement la production aquacole ou bien, prévoient-ils devoir «déménager» tôt ou tard leur exploitation vers des zones encore inexploitées... Or, dans le cas précis du site de Kung Krabaen, nous avons déjà souligné dans ce travail qu'une trop grande expansion territoriale

de l'aquaculture engendrerait inévitablement des problèmes environnementaux liés à la qualité de l'eau de la baie (voir chapitres IV et V).

Tableau 7.14
Attitude des éleveurs face à l'aquaculture

1) L'aquaculture est-elle rentable?	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	12	48	11	44	23	46
Non	4	16	8	32	12	24
Dépend de certaines conditions	9	36	6	24	15	30
2) Poursuite de la production aquacole	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	23	92	19	76	42	84
Non	0	0	0	0	0	0
Pas certain	2	8	6	24	8	16
3) Raison pour laquelle la production aquacole sera poursuivie	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Pas d'autres activités alternatives	12	48	5	20	17	34
investissement élevé	7	28	10	40	17	34
bon revenu / prix de vente des crevettes	6	24	10	40	16	32
4) Opinion concernant l'avenir de l'élevage de la crevette	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
la production sera prometteuse	16	64	8	32	24	48
la production va diminuer	4	16	2	8	6	12
la production va se stabiliser	5	20	11	44	16	32
pas certain	0	0	4	16	4	8
5) Raison majeure de réussite de la production en crevettes	Dans le projet (nb=16)		Hors projet (nb=8)		Total (nb=24)	
	R	%	R	%	R	%
assistance du centre de Kung Krabaen	13	81	0	0	13	54
prix de vente élevé des crevettes	2	13	6	75	8	33
coopération entre les aquaculteurs	1	6	2	25	3	13

6) Raison majeure de réduction de la production en crevettes	Dans le projet (nb=4)		Hors projet (nb=2)		Total (nb=6)	
	R	%	R	%	R	%
les problèmes de maladies	2	50	0	0	2	33
qualité de l'eau côtière	2	50	0	0	2	33
prix de vente des nutriments et produits chimiques	0	0	1	50	1	17
système d'irrigation / approvisionnement en eau	0	0	1	50	1	17
7) Raison majeure de stabilité de la production en crevettes	Dans le projet (nb=5)		Hors projet (nb=11)		Total (nb=16)	
	R	%	R	%	R	%
espace côtier restreint	4	80	2	18	6	38
faible système d'irrigation	0	0	4	36	4	25
production et prix de vente variables	1	20	5	45	6	38

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

7.4.2 ...aux politiques et règlements gouvernementaux

En réponse aux règlements et aux politiques gouvernementales sur la crevetticulture et la forêt de mangrove, il est encourageant d'observer que la plupart des aquaculteurs interrogés semblent en connaître les éléments principaux. Tous déclarent être au courant de la prohibition d'évacuer les déchets solides dans les lieux publics et d'utiliser les bassins de dépôt à cette fin. Seulement 5 % des aquaculteurs indépendants ne se sentaient pas concernés par le règlement obligeant les propriétaires des fermes aquacoles à construire des bassins de dépôt (tableau 7.15), soit parce qu'ils construisaient leurs digues avec les dépôts sédimentaires, soit parce qu'ils laissaient simplement ces dépôts s'accumuler dans le fond des bassins d'élevage (voir chapitre V). De même, les éleveurs de crevette de la région connaissent fort bien le règlement concernant la conservation et la reforestation de la forêt de mangrove (90 %).

Cependant, les aquaculteurs, et principalement ceux qui sont indépendants, semblaient être moins bien informés au sujet de la loi nationale obligeant à l'enregistrement des fermes, (tableau 7.15). De même, la politique de zonage des terres à mangrove qui divise le territoire en trois catégories (zone économique A, zone économique B et zone de conservation) n'est pas suffisamment

connue (88 %). Étonnamment, les aquaculteurs du projet semblent moins au courant que les aquaculteurs indépendants. On peut ainsi penser que les aquaculteurs ont intérêt à se dire ignorants de dispositions qu'ils ne désirent pas respecter, plutôt que d'avouer les violer consciemment.

Tableau 7.15

Connaissance des aquaculteurs face aux politiques et règlements gouvernementaux

Politiques et règlements concernant:	Dans le projet (%)	Hors projet (%)	Total (%)
1) Le zonage territorial de la forêt de mangrove	86,4	90	88,1
2) La conservation et la reforestation de la forêt de mangrove	90,9	90	90,5
3) L'enregistrement des fermes aquacoles	86,4	80	83,3
4) Construction des bassins de dépôts par le propriétaire des fermes	100	95	97,6
5) Interdiction d'évacuer les déchets vers les milieux publics	100	100	100

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

Ainsi, face aux règlements et politiques du gouvernement, l'ensemble des répondants paraît être d'accord sur l'utilisation et le rôle que doivent tenir les bassins de dépôt ainsi que sur l'interdiction d'évacuer les sédiments du fond des bassins ailleurs que dans ces bassins de dépôts (tableau 7.15). Or, en se référant aux comportements observés, nous reconnaissons qu'il existe un écart entre les volontés exprimées et les pratiques constatées. Cette divergence entre connaissance et pratique provient probablement, comme nous l'avons déjà évoqué, du manque d'espace pour la construction de bassins de dépôt ou est liée aux dimensions de ces bassins.

En ce qui concerne les politiques d'enregistrement, les aquaculteurs semblent hésitants ou méfiants à répondre clairement. Les aquaculteurs indépendants n'ont nulle envie d'être contrôlés de près par le gouvernement et doutent que l'aide amenée par leurs experts-consultants suffise à justifier un enregistrement de leur ferme. De plus, la plupart des aquaculteurs ne semblent pas

être d'accord avec la politique de délimitation en catégories d'utilisation des terres à mangrove, quand bien même ils reconnaissent l'importance de l'écosystème dans l'environnement littoral.

7.4.3 ... à la forêt de mangrove

Plusieurs familles interrogées affirment toujours considérer leur proximité à la forêt de mangrove comme un avantage (54 %) (tableau 7.16). Elles y ont recours principalement pour la pêche de subsistance en crabes et poissons. Par contre, très peu d'éleveurs sont convaincus de ce qu'un équilibre écologique puisse s'effectuer entre l'aquaculture et la forêt de mangrove (26%). En fait, une grande majorité demeure incertaine puisque les plantations de mangrove réalisées entre 1991 et 1996 dans le cadre d'un projet de reforestation mené par la Division de Foresterie du Centre de Kung Krabaen ne semblent pas, selon eux, avoir amélioré la qualité de l'eau provenant de la baie ou diminué les cas d'épidémie. Ces éleveurs ne tiennent évidemment pas compte de l'expansion aquacole qui s'est poursuivie durant cette période.

Cependant, il faut croire que ces mêmes aquaculteurs continuent d'avoir bon espoir dans les solutions proposées. Aussi, lorsque leur opinion est demandée sur la proposition d'augmenter les superficies en forêt de mangrove autour de la baie, la plupart des éleveurs de crevettes expriment leur accord (42 %). Certains évoquent tout de même la question de l'emplacement de ces futures superficies (32 %) (tableau 7.16).

Bref, la question du rôle de la forêt de mangrove dans la quête d'une solution aux problèmes de pollution aquatique demeure un sujet d'interrogation pour ces éleveurs de Kung Krabaen (50 %). Il nous a été difficile de cerner leur attitude face à la mangrove par les réponses à une question ouverte sur l'importance de conserver des superficies forestières en bon état. En fait, environ 90 % des répondants, qu'ils vivent sur les terrains du projet de développement de Kung Krabaen ou en dehors, ont littéralement déclaré: "*All mangrove ecosystem is good for aquaculture*". La phrase semblait apprise par cœur et parachutée comme réponse toute faite à une question visiblement mal cernée par les aquaculteurs. Toutefois, 10% des répondants ont déclaré: "*Mangrove forest is good for the day basis living*", ce qui évoque quelque peu l'importance de la présence de l'écosystème autrement que pour l'aquaculture.

Tableau 7.16
Attitude des aquaculteurs face à la forêt de mangrove

1) Importance quant à la préservation de superficies forestières de mangrove en santé	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	10	40	11	44	21	42
Non	5	20	8	32	13	26
Pas d'opinion	10	40	6	24	16	32
2) Avantages quant à la proximité entre les fermes aquacoles et la forêt de mangrove	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	21	84	6	24	27	54
Non	0	0	10	40	10	20
Pas certain	4	16	0	0	4	8
3) Liens entre la conservation de la forêt de mangrove et la production aquacole	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	8	32	5	20	13	26
Non	5	20	13	52	18	36
Pas certain	12	48	7	28	19	38
4) Capacité de la forêt de mangrove face aux problèmes de pollution de l'eau	Dans le projet (nb=25)		Hors projet (nb=25)		Total (nb=50)	
	R	%	R	%	R	%
Oui	7	28	2	8	9	18
Non	7	28	9	36	16	32
Pas certain	11	44	14	56	25	50

Source: Résultats d'enquête, juin-juillet 2001.

7.5 Conclusion

Les répercussions économiques de l'aquaculture sont considérables sur les familles installées dans la région de la baie de Kung Krabaen. Il est évident que la conversion des terres vers l'aquaculture est guidée essentiellement par l'attrait des revenus élevés provenant de cette activité, ce qui est bien sûr légitime. Les dangers de faillite et l'instabilité de la production aquacole sont pourtant énormes.

Malgré cela, 90 % des aquaculteurs affirment leur volonté de continuer à exploiter la crevette puisque les risques liés à cette activité demeurent acceptables. Pour des superficies identiques, la réussite d'environ une récolte sur deux ou trois essais offre un meilleur revenu d'exploitation que la pratique de la riziculture, de la pêche et de l'arboriculture.

Il faut néanmoins garder en mémoire que de nombreuses familles vivant principalement de l'aquaculture possèdent des occupations secondaires. Avec un rendement annuel moyen de 45 300 bath, ces activités secondaires contribuent énormément au revenu annuel des familles vivant de l'aquaculture. On peut sans doute considérer que l'aquaculture est pour plusieurs familles une forme de diversification économique intéressante, sans plus : un élément dans une sorte de poly-activité typique des milieux paysans traditionnels.

De plus, il est intéressant de remarquer les différences de rendement obtenu par l'exploitation des crevettes entre les propriétaires et les locataires de fermes d'élevage de crevettes. Ces distinctions semblent davantage influencées par la localisation des fermes aquacoles que par le type de gestion exercé à l'endroit des fermes aquacoles (superficie de la ferme, main-d'œuvre supplémentaire).

Il est en effet surprenant d'observer deux tendances opposées selon l'emplacement de la ferme d'élevage de crevette. En effet, les aquaculteurs locataires semblent obtenir un meilleur rendement aquacole s'ils se trouvent en dehors du cadre administré par le Centre d'Etudes et de Développement de Kung Krabaen. Rappelons cependant qu'il n'existe qu'une minorité de familles

locatrices de fermes aquacoles (22 %) et qu'une majorité d'entre elles louent les bassins exploités à un membre de la famille (73 %) (voir tableau 7.4).

D'un autre côté, nous observons une production crevetticole complètement orientée vers une vente et une consommation nationales, ce qui est plutôt étonnant compte tenu de la qualité et la quantité de la production en crevettes. Le peu d'intérêt pour les marchés extérieurs s'explique essentiellement par le fait que le projet royal cherche principalement à développer l'économie au niveau national (Dean, 1992). Mais il reste que l'aquaculture thaïlandaise actuelle, de façon globale, demeure avant tout orientée vers l'exportation (FAO, 1999a).

Par ailleurs, la plupart des fermes d'élevage de crevettes indépendantes et hors projet que nous avons pu visiter sont, à l'exception de l'une d'entre elles, de petites fermes de moins de 2 hectares (chapitre V). Nous avons cependant observé entre les deux missions de terrain effectuées en 2000 et 2001 une tendance à l'agrandissement des fermes indépendantes situées en dehors du projet de Kung Krabaen. Cette évolution s'explique essentiellement soit par l'expansion territoriale de l'aquaculture, soit par la fusion de plusieurs fermes existantes suite à des faillites, abandons ou accords stratégiques entre membres ou voisins.

Enfin, malgré les difficultés et les risques encourus par la pratique de l'aquaculture que nous avons pu délimiter dans le cadre de cette enquête, une majorité (48 %) des éleveurs croient à une aquaculture toujours prometteuse. Aussi, malgré quelques craintes concernant l'avenir de cette pratique, il n'y a aucun doute sur la poursuite de la production aquacole dans le district de Thamai, l'assistance du Centre de Développement de Kung Krabaen et les revenus obtenus étant les deux facteurs incitatifs majeurs.

Toutefois, même si la perception des aquaculteurs interrogés face à l'importance de certains problèmes liés à l'exploitation aquacole semble limitée, au moins dans leurs déclarations, il demeure que ces mêmes éleveurs soulignent clairement les problèmes pouvant être à la source du déclin de l'activité (maladies et qualité de l'eau côtière). La question d'une limitation de l'espace côtier voué à l'aquaculture est même évoquée comme raison majeure au seuil maximal d'exploitation et donc de production de la crevette.

Les règlements et politiques qui s'appliquent à la crevetticulture, même s'ils sont apparemment bien connus des intéressés, semblent clairement insuffisants, notamment en ce qui concerne la supervision des procédures (voir chapitres V et VI). L'attitude face à la présence de la forêt de mangrove semble identique. Les éleveurs de crevettes reconnaissent son importance au sein de l'environnement littoral, dans le sens où elle facilite la pêche artisanale et sert de lieu d'évacuation de déchets. La forêt de mangrove semble donc simplement souffrir à leurs yeux de son emplacement territorial et de la barrière qu'elle constitue à l'expansion de la crevetticulture.

Pour toutes ces raisons, il est dorénavant primordial d'avancer des suggestions qui servent d'outils de décision sur les pratiques aquacoles et sur les aménagements territoriaux à définir. Il reste énormément de travail à faire sur le rôle à donner à la forêt de mangrove afin de perpétuer de façon durable l'activité aquacole. Il s'agit d'élaborer des pistes de solution dont la pertinence puisse être démontrée non seulement devant les difficultés relevées sur le site de Kung Krabaen mais aussi à celles qui se manifestent à travers la Thaïlande et le reste de l'Asie du Sud-Est.

CHAPITRE VIII

ANALYSE FINALE ET PROPOSITIONS POUR UN PLAN INTEGRE D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES RESSOURCES LITTORALES

«One of the fundamental goals of integrated coastal area management (ICAM) is anticipating, avoiding or resolving conflicts that dissipate the value of coastal resources and environments, and typically (ICAM) is concerned with resolving conflicts among many coastal uses and determining the most appropriate use of coastal resources.»

Sorensen et McCreary, cité dans FAO, 1998, p.197.

8.1 Introduction

Dans le cadre de ce chapitre nous proposons, dans un premier temps, de rassembler et de synthétiser les éléments portant sur les principaux problèmes soulevés par l'aquaculture en Thaïlande, et notamment ceux provenant de la crevetticulture tels qu'ils ont été identifiés et analysés dans le site de la baie de Kung Krabaen.

La seconde partie de ce chapitre est consacrée à la présentation d'un plan d'aménagement et de gestion intégrée des ressources naturelles en milieu littoral, de telle sorte que soit rétabli l'équilibre entre les besoins écologiques et socio-économiques liés à la production aquacole. Ces propositions mettent à profit certaines innovations parfois déjà proposées ou appliquées en Thaïlande à l'échelle expérimentale. L'originalité de cette contribution réside dans le fait que le plan proposé rassemble, rationalise et harmonise plusieurs approches stratégiques, afin que, agissant de manière intégrée, elles aient un impact positif renforcé sur l'environnement et qu'elles augmentent les chances de pérennisation des écosystèmes dont l'aquaculture et la préservation de la forêt de mangrove sont les éléments principaux.

8.2 Les problèmes d'aménagement et de gestion issus de la crevetticulture

Au cours de cette recherche, nous avons pu établir que l'élevage de la crevette, telle que pratiquée aujourd'hui en Thaïlande, ne peut être une activité durable. En effet, les résultats concernant la crevetticulture dans le site de Kung Krabaen mettent en évidence l'existence de nombreux problèmes environnementaux et socio-économiques liés à cette activité (tableaux 8.1 et 8.2). Ces problèmes, bien souvent inter-dépendants, découlent de deux facteurs fondamentaux eux-mêmes inter-pénétrés: un aménagement territorial inadéquat et une gestion mal adaptée eu égard aux caractéristiques physiques et biologiques du milieu.

8.2.1 Les problèmes de la gestion crevetticole sur l'environnement bio-physique

On constate, dans le site de Kung Krabaen, deux problèmes environnementaux majeurs liés à l'aménagement et à la gestion de la crevetticulture:

- 1) l'environnement côtier à proximité de la baie présente une détérioration tellement élevée que la qualité de l'eau côtière devient impropre à l'aquaculture;
- 2) il existe une expansion territoriale des fermes d'élevage de crevettes qui induit une diminution de la capacité d'absorption environnementale du milieu terrestre et aquatique.

De plus, pour chacun de ces deux problèmes, plusieurs difficultés spécifiques sont identifiées, auxquelles il faut porter remède (tableau 8.1). D'ailleurs, une relation de cause à effet est établie entre les principaux problèmes liés à la crevetticulture et leurs conséquences au niveau bio-physique (figure 8.1).

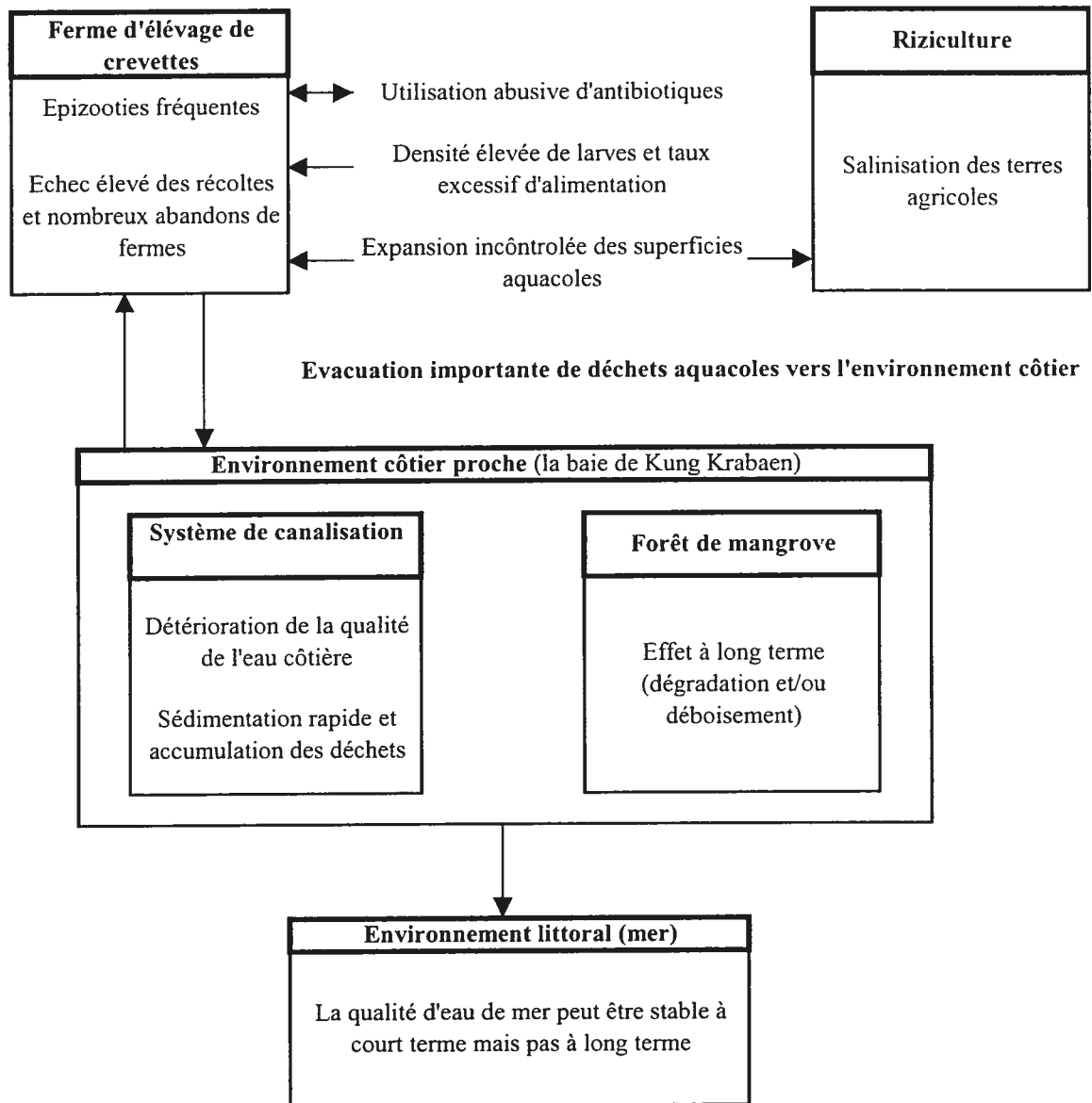
La détérioration de la qualité de l'eau côtière: Que savons nous?

D'abord, il apparaît clairement que les conséquences de la détérioration de la qualité de l'eau côtière sont considérables et se manifestent principalement par davantage d'épizooties et l'apparition de plus en plus fréquente de nouvelles maladies chez la crevette. La détérioration de l'eau côtière est essentiellement due à la combinaison de ces deux facteurs majeurs que sont, d'une part, les aménagements insuffisants et, d'autre part, les pratiques de gestion inadéquates issues de la crevetticulture.

Tableau 8.1
Aquaculture et problèmes environnementaux à Kung Krabaen

Problème d'ensemble	Problème spécifique	Cause et/ou description du problème
1) Détérioration de la qualité de l'eau marine	1.1) Contamination de l'eau côtière au remplissage des bassins d'élevage 1.2) Epidémies fréquentes et apparition de nouvelles maladies 1.3) Baisse de la production de crevettes; échec au niveau des récoltes et abandon des fermes d'élevage 1.4) Evacuation de grandes quantités de déchets et problèmes d'auto-pollution	Aménagements insuffisants et pratiques aquacoles inadéquates <ul style="list-style-type: none"> - système de canalisation - manque de bassins de dépôt et d'accueil - traitement insuffisant des eaux - introduction excessive de larves - rythme d'échange d'eau mal cerné - utilisation inégale et maladroite de nutriments et produits chimiques - gestion inadéquate des déchets aquacole - manque d'une centrale de traitement des déchets aquacoles - sédimentation rapide et accumulation des déchets dans le système de canalisation
2) Expansion du territoire d'exploitation de la crevetticulture	2.1) Conversion des terres de la forêt de mangrove en fermes d'élevage de crevettes 2.2) Conversion des champs rizicoles 2.2) Ratio inapproprié des superficies de mangrove et d'aquaculture 2.3) Salinisation des terres agricoles adjacentes aux fermes aquacoles 2.4) Manque de coopération de la part des aquaculteurs à conserver et restaurer la forêt de mangrove	<ul style="list-style-type: none"> - expansion incontrôlée des fermes privées - appât du gain rapidement acquis - conversion illégale ou malentendu concernant l'utilisation de certaines zones de la forêt de mangrove - capacité d'accueil en fermes aquacoles surestimé - digues de protection insuffisantes - manque de règlements et de mesures de contrôles - conflits entre paysans et aquaculteurs - conflits entre aquaculteurs indépendants et ceux compris dans le projet - manque d'intérêt à préserver la forêt de mangrove

Figure 8.1
Problèmes crevetticoles au plan bio-physique



Source: Inspiré de TESCO, 1994.

En ce qui concerne les insuffisances d'aménagement, un des principaux problèmes des fermes d'élevage de crevettes présentes dans le site de Kung Krabaen repose sur le fait qu'elles ont été originellement construites en vue d'une exploitation extensive à intensive avec pour effet une augmentation du volume des déchets aquacoles (voir chapitre V).

Ensuite, et malgré les efforts d'amélioration du système de canalisation effectués à travers le support technique du Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen, il existe toujours des connections entre les canaux d'irrigation et les canaux de drainage. De plus, les bassins de dépôt servant de lieu d'entreposage momentané des déchets solides provenant des bassins d'élevage sont vraiment insuffisants, tant en nombre qu'en qualité. Rappelons que pour les quelques bassins de dépôt existants, les schémas de construction sont inappropriés (0,23 hectares pour une profondeur moyenne de 1,89 mètres) puisqu'ils n'arrivent pas à contenir l'ensemble des déchets d'une ferme crevetticole caractéristique formée de 3 bassins de 0,32 hectares chacun.

Il manque également de bassins d'accueil ou d'approvisionnement en eau. Au niveau des pratiques de gestion de l'élevage des crevettes, cet aménagement pourrait contribuer de façon substantielle à diminuer les risques d'épidémies lors de l'élevage. Il faciliterait aussi la vérification de la qualité de l'eau puisée avant qu'elle ne soit réorientée vers les bassins d'élevage et que l'ensemencement des larves ne soit réalisé.

Par ailleurs, quant aux pratiques de gestion, l'ensemencement excessif en larves de crevettes dépassant les 100 pls/m² est une des principales causes d'échec de la production (voir chapitre V). En effet, les éleveurs ne prennent aucunement en considération la capacité d'accueil des bassins d'élevage. Or, plus la densité en larves de crevettes est grande, plus il est nécessaire d'ajouter des nutriments et plus élevée est la proportion de nutriments non consommés qui s'accumulent dans le fond des bassins.

En conséquence, le stress écologique est plus élevé durant la période d'élevage de la crevette ce qui diminue les performances de croissance et augmente les risques de maladies et de mortalité. Traditionnellement, les aquaculteurs évitaient ce genre de stress en augmentant la fréquence d'échange d'eau durant la période d'élevage. Cependant, la plupart des éleveurs de la région de

Kung Krabaen ont décidé de diminuer, voire d'éliminer, l'apport d'eau dans les bassins lors de l'élevage afin de contrer les risques de contamination de l'eau.

De plus, l'utilisation inégale et maladroite de nombreux produits chimiques et antibiotiques contribue également à la détérioration de la qualité de l'eau dans les bassins. Pour contrecarrer l'augmentation des maladies chez la crevette, les éleveurs peu expérimentés se laissent facilement convaincre par les vendeurs de produits chimiques de l'importance supposée d'incorporer dans les bassins plusieurs types d'antibiotiques et de fertilisants afin de prévenir et contrôler les épidémies.

Le manque d'information et de connaissance dans la manière d'utiliser les produits chimiques se traduit le plus souvent par leur emploi abusif. En Thaïlande, il n'existe aucun règlement de maniement ou de contrôle d'utilisation des produits chimiques qui sont nécessaires aux besoins de la production aquacole. On remarque également, à cause de cette utilisation abusive des produits chimiques, l'émergence de nouveaux cas de résistance aux antibiotiques alors même que la qualité de l'eau continue à se dégrader.

L'insuffisance de contrôle des déchets afin d'éviter leur accumulation constitue le dernier élément, mais non le moindre, qui contribue à la détérioration de la qualité de l'eau côtière. En réalité, tant la quantité que le type de déchets que l'on retrouve dans la baie sont le résultat d'une gestion médiocre des bassins aquacoles, notamment au niveau de l'évacuation des déchets. Densité en larves élevées, surplus d'alimentation, utilisation abusive ou inappropriée de produits chimiques et antibiotiques cumulent leurs effets pour produire une accumulation rapide dans le fond des bassins de dépôts sédimentaires essentiellement constitués de phosphore et d'azote.

Il n'existe pratiquement aucun dispositif de traitement des eaux usées dans le site de Kung Krabaen. Au contraire, on remarque toujours la présence de canaux de drainage naturels qui se déchargent dans la baie. Ces ruisseaux d'eau douce charrient naturellement les sédiments des hautes terres ainsi qu'un certain nombre d'éléments polluants qui viennent sédimenter et polluer la baie.

Tout cela souligne la mauvaise gestion de la crevetticulture intensive non seulement chez les éleveurs indépendants mais également parmi ceux compris dans le projet de Kung Krabaen. En raison de l'importance des superficies touchées et du nombre des exploitations en cause, vouloir mettre un terme à la détérioration de la qualité de l'eau côtière et ainsi rendre possible la réussite de la crevetticulture à Kung Krabaen oblige à repenser l'aménagement des fermes aquacoles et de leur système de canalisation ainsi que les procédures mises en œuvre durant l'élevage de la crevette. De même, l'impact de la sédimentation et de l'accumulation de déchets dans l'environnement dépend de la gestion et de la disposition des déchets après la récolte.

Malheureusement, ce sont là des éléments dont le traitement est fort coûteux à réaliser et nécessite l'implication de plusieurs intervenants sociaux que nous identifierons plus loin. Dans les circonstances actuelles, et bien que certains aquaculteurs comprennent les risques liés à un aménagement insuffisant des fermes aquacoles et à une gestion inadéquate durant l'élevage, la plupart des éleveurs continuent de croire qu'un niveau élevé en larves de crevettes, en aliments et en produits chimiques sont les seuls éléments à leur portée afin d'augmenter la rentabilité de leur production (Briggs, 1994).

L'expansion territoriale de la crevetticulture: Que savons nous?

La détérioration de la qualité de l'eau tant dans les bassins que dans l'environnement côtier affecte la production aquacole dont le volume peut varier fortement selon le nombre et la gravité des épidémies chez la crevette, celles-ci provoquant des diminutions de rendement. Ces chutes de productivité constituent d'ailleurs un des éléments majeurs qui façonnent l'évolution de la crevetticulture. Elles se traduisent, de façon générale, par l'expansion de l'élevage de la crevette sur le territoire affecté. Lorsque la productivité d'une exploitation devient trop faible, un «déménagement» du territoire d'exploitation semble s'imposer (voir chapitre IV).

Dans la baie de Kung Krabaen, malgré l'incertitude et la variabilité de la production de crevettes dans la région, la crevetticulture continue d'amener les plus hauts profits par rapport aux investissements nécessaires, nettement plus que ceux offerts par les autres activités dans le milieu littoral tels que la pêche traditionnelle, la riziculture ou même le commerce (voir chapitre VII).

Dans la province de Chantaburi, le revenu annuel provenant de l'agriculture était estimé à 30 000 bath/rai avant la conversion de ces terres en crevetticulture. Après ce changement, le revenu s'est élevé fortement, variant de 100 000 à 400 000 bath/rai/année (NACA, 1994).

L'appât du gain rapidement acquis que procure l'activité aquacole est donc un deuxième élément expliquant son expansion territoriale continue. Ainsi, les résidents locaux qui possèdent des terres près de la baie continuent systématiquement de convertir la forêt de mangrove non protégée et les champs rizicoles afin d'installer de nouvelles fermes d'élevage de crevettes. Rappelons qu'en 1996, la superficie aquacole autour de la baie de Kung Krabaen était de 436,2 hectares: 90 hectares de superficie aquacole étaient sous l'administration du Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen et les superficies aquacoles privées qui totalisaient 346,2 hectares, soit 74 % de la superficie totale des fermes de la région. L'émancipation incontrôlable de ces fermes aquacoles privées autour des fermes gouvernementales aggrave donc les problèmes de dégradation environnementale déjà présents.

La conversion des rizières situées à l'intérieur des terres en fermes d'élevages requiert un pompage excessif de l'eau de mer. Il existe dès lors une intrusion d'eau saline dans le sol, ce qui provoque par salinisation une stérilisation importante des terres adjacentes aux fermes aquacoles. Ce problème de contamination du sol est la cause de nombreux conflits entre paysans et aquaculteurs. A long terme, les champs de paddy doivent souvent être abandonnés ou alors, si les conditions le permettent, convertis à leur tour en fermes d'élevage de crevettes, ce qui en accélère l'expansion territoriale. Et, en fin de compte, le volume des déchets aquacoles évacués vers le littoral augmente de façon exponentielle.

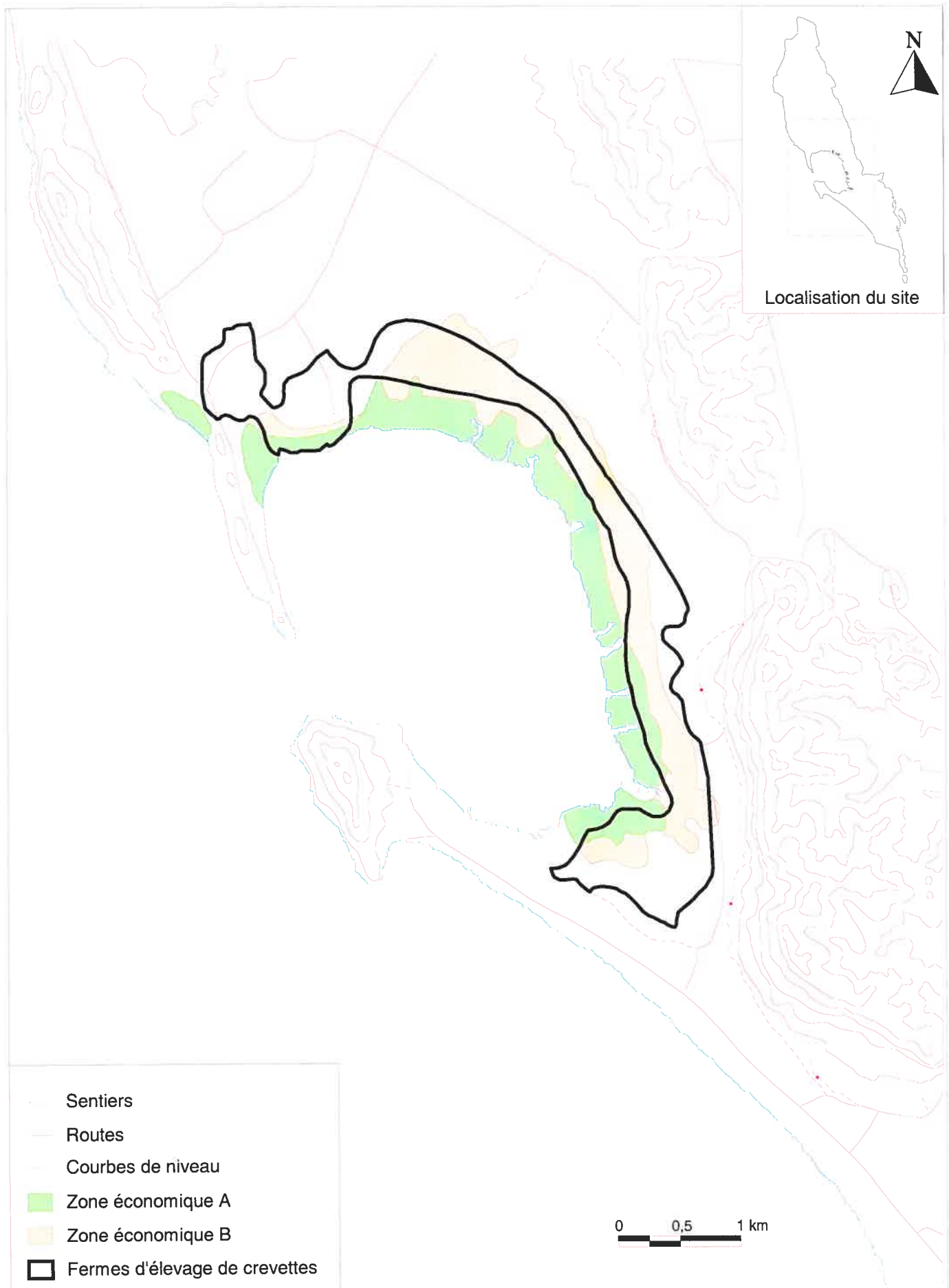
De même, la forêt de mangrove a connu un recul continu de son territoire dès l'apparition des premiers établissements aquacoles. Même si le Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen a su préserver une frange forestière de 40 à 300 mètres de largeur entre les fermes sous leur contrôle et la baie, il demeure que, à certains endroits, des fermes aquacoles privées ont réussi à s'installer en bordure de la baie où elles évacuent directement leur déchets. En fait, en cas de futur aménagement, ces exploitations pourraient facilement détourner les nouvelles procédures de gestion des déchets qui leur sont proposées.

Il existe également un grave problème concernant l'utilisation des terres à mangrove, notamment en bordure Nord de la baie où l'on observe aujourd'hui la présence de fermes aquacoles privées (carte 15). Jadis pourtant, ce territoire a bel et bien été établi en tant que territoire à mangrove dans une zone économique de type A (Briggs, 1994). Selon les normes données par la classification des zones d'utilisation des terres à mangrove, ceci aurait dû normalement assurer une utilisation durable de la forêt de mangrove. Or, ce territoire a été l'objet de véritables développements aquacoles et donc considéré en fait comme une zone économique B (voir chapitre II).

Au total, la capacité d'accueil nécessaire estimée par Sataporvanit (1993) est visiblement bien supérieure aux capacités. En effet, considérant que la forêt de mangrove s'étend sur un territoire de 210,2 hectares en 1996 et que l'aquaculture occupe un territoire de 436,2 hectares à la même date, le ratio entre ces deux modes d'utilisation du sol est quasiment de 1:2 ce qui est nettement insuffisant compte tenu de la quantité produite par l'aquaculture (voir chapitre VI).

Il est donc essentiel de limiter le développement aquacole dans le site de Kung Krabaen et, pour ce faire, d'adopter des politiques incitatives sérieuses en faveur des autres activités possibles dans la région. Surtout, il faut procéder à la réhabilitation de la forêt de mangrove, afin que celle-ci puisse jouer son rôle de décontaminant naturel. Or, l'atteinte de cet objectif nécessite l'adhésion des aquaculteurs, lesquels, bien que souvent persuadés de l'importance de préserver la forêt de mangrove en la maintenant en bonne santé et riche en espèces, n'y trouvent en fait aucun intérêt économique immédiat et donc s'en désintéressent (voir chapitre VII). Cette situation explique largement le manque de coopération entre les éleveurs de crevettes dans la conservation et la restauration de la forêt de mangrove.

Carte 15 : Les zones économiques dans la baie de Kung Krabaen, 1996.



8.2.2 Les problèmes de la gestion crevetticole au plan socio-économique

Non seulement la pratique non-durable de la crevetticulture à Kung Krabaen a des répercussions au niveau environnemental mais en plus elle contribue à l'émergence de nombreux problèmes socio-économiques, institutionnels et légaux. Plusieurs aspects négatifs liés à la gestion crevetticole sont à retenir:

- 1) les revenus sont instables;
- 2) les éleveurs sont incertains de l'avenir de l'aquaculture;
- 3) le niveau de connaissance technique et écologique des éleveurs est insuffisant;
- 4) il n'existe pas de coopération adéquate entre les éleveurs de crevettes;
- 5) il existe des problèmes institutionnels et légaux, et d'abord le manque d'intégration des politiques environnementales et de développement et l'absence de programmes de sensibilisation et de conscientisation à l'endroit du milieu littoral (tableau 8.2).

Tableau 8.2
Difficultés socio-économiques liées à l'aquaculture à Kung Krabaen

Problème d'ensemble	Problème spécifique	Cause et/ou description du problème
1) Difficultés socio-économiques	1.1) Revenus instables ou perte de revenus 1.2) Attitude incertaine des éleveurs de crevettes face à l'avenir de leur activité 1.3) Moyens techniques limités et pauvre connaissance écologique de la part des éleveurs de crevettes 1.4) Manque de coopération entre éleveurs de crevettes	- dépend du succès ou de l'échec de la production aquacole - augmentation des épidémies - manque d'expertise technique - formation insuffisante des éleveurs de crevettes - moyens financiers insuffisants - manque d'appartenance au milieu chez les éleveurs indépendants
2) Structures institutionnelles et légales insuffisantes	2.1) Manque d'intégration des politiques environnementales et de développement 2.2) Manque de programmes de sensibilisation et de conscientisation du milieu littoral	- règlements insuffisants - manque de coordination entre les institutions gouvernementales - extension insuffisante du personnel administratif au niveau local - intérêt limité du public

Les difficultés socio-économiques: que savons nous?

Premièrement, les revenus provenant de la crevetticulture semblent extrêmement instables, du fait de l'imprévisibilité du succès ou de l'échec de chaque récolte. Pourtant, et même si les aquaculteurs font face à des risques élevés en raison de l'existence de fréquentes épidémies chez la crevette depuis la dernière décennie, aucun d'eux ne s'est résolu à abandonner cette activité. Au contraire, 84 % des aquaculteurs confirment vouloir poursuivre l'activité aquacole bien que 12 % croient que la production crevette à Kung Krabaen tendra à diminuer (voir chapitre VII). C'est dire que, malgré les opérations onéreuses nécessaires au démarrage de la production aquacole, les éleveurs continuent de percevoir la crevetticulture comme un pari acceptable du fait que la réussite d'une seule récolte leur procure un revenu bien plus satisfaisant que celui que peuvent offrir d'autres occupations comme la production rizicole ou la pêche.

Dans le but de remédier à cette instabilité des revenus, il est donc essentiel que les éleveurs de crevettes comprennent l'importance d'appliquer une gestion aquacole adéquate qui prenne en compte la capacité d'absorption environnementale. Il faut donc aider les aquaculteurs à intégrer les principes fondamentaux de gestion durable basée sur la notion de seuil d'accueil en fermes d'élevage de crevettes sur les sites qu'ils occupent et, ensuite, leur fournir les moyens nécessaires de le respecter.

Deuxièmement, avec l'augmentation des épidémies chez la crevette dans le site de la baie de Kung Krabaen, une majorité des éleveurs croient que la crevetticulture de la région connaîtra une baisse de la production (voir chapitre VII). En conséquence, n'étant pas certains de pouvoir poursuivre une exploitation lucrative, les aquaculteurs essayent de maximiser le profit immédiat provenant de l'exploitation de la crevette sans aucune considération à l'endroit de la durabilité environnementale de leur activité. Les éleveurs de crevettes sont donc uniquement tournés vers une production à court terme. L'attitude incertaine des aquaculteurs face à l'avenir de la crevetticulture est donc une difficulté majeure pour l'application d'éléments de solution pouvant être proposés.

Il est intéressant de remarquer qu'une majorité des répondants ont évoqué l'assistance des experts provenant du Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen comme source de leur optimisme face à l'avenir de la crevetticulture. Il est donc possible que l'appui technique offert par ce Centre puisse jouer un rôle majeur dans la poursuite du projet dans la région. C'est pourquoi il est essentiel de s'assurer de la bonne volonté et de la participation autant des administrations gouvernementales de la région que des aquaculteurs, ce qui permettrait d'appliquer toutes les dispositions nécessaires à une gestion durable des ressources littorales.

Troisièmement, le manque de connaissance écologique et d'expertise technique appropriées est un facteur déterminant pouvant nuire à une gestion durable de la crevetticulture. Afin de gérer avec succès une ferme intensive d'élevage de crevettes, les aquaculteurs devraient avoir accès aussi bien à des formations et expériences pertinentes qu'à des compétences techniques adéquates. Or, bien que le Centre d'Études et Développement de Kung Krabaen ait effectivement offert des cours de préparation à l'élevage de la crevette, il existe toujours de nombreuses lacunes au niveau de la gestion des bassins et des déchets, lacunes qui doivent impérativement être comblées pour permettre un développement crevetticole réussi, c'est-à-dire durable.

Les résultats d'enquête ont montré qu'une majorité des aquaculteurs ont une éducation limitée, puisqu'à peine 20 % des répondants ont achevé le secondaire (chapitre VII). Plusieurs éleveurs indépendants affirment même n'avoir reçu aucune formation ou d'entraînement avant de pratiquer l'aquaculture. En fait, les discussions entre voisins éleveurs ou avec les vendeurs de produits demeurent le plus souvent la seule source d'information et d'orientation chez aquaculteurs.

C'est dire que, même si une large majorité des éleveurs affirment avoir de l'expérience en aquaculture, très peu possèdent effectivement les connaissances techniques et les compétences de gestion appropriées afin d'opérer efficacement dans un système de ferme intensive d'élevage de crevettes. En fait, la connaissance du métier d'éleveur de crevettes dans cette région repose essentiellement sur le nombre d'années d'exploitation et non sur une formation complète pouvant contribuer à une bonne gestion aquacole.

Notons que, la plupart des aquaculteurs ont commencé leur exploitation crevetticole en même temps que se mettait en place le Projet de Développement de Kung Krabaen, ce qui correspond à période d'une dizaine d'années. Certains éleveurs indépendants ont à peine 5 années d'expérience (voir chapitres V et VII). De plus, la plupart des aquaculteurs actuels sont d'anciens riziculteurs ou pêcheurs habitués à l'exploitation de la forêt de mangrove, pour laquelle les méthodes d'exploitation ou d'utilisation du sol sont bien différentes. La transition entre les activités n'est en fait nullement assurée.

Quatrièmement, à Kung Krabaen, il n'existe aucune organisation qui puisse assurer une quelconque coopération entre les éleveurs de crevettes, ni donc une concertation même minimale visant la conservation et la protection de l'environnement littoral. L'aide entre voisins-éleveurs se limite à des réunions pour préparer la récolte des crevettes, ou à de simples discussions de voisinage. Le Centre de d'Études et de Développement de Kung cherche à favoriser la coopération en proposant son aide et expertise en cas de signes de maladie chez la crevette. Mais cette intervention s'accompagne généralement de restrictions concernant la conservation de la forêt de mangrove ou de certains aménagements qui nécessitent des frais supplémentaires. Aussi, bien des éleveurs indépendants refusent toute forme de coopération.

Il existe donc une tension permanente entre les éleveurs indépendants et ceux qui participent au projet gouvernemental. Actuellement, il est quasiment impossible de s'assurer de la participation des éleveurs indépendants car ils ne sont regroupés dans aucune corporation ou association. Le manque d'appui et d'intérêt qu'ils ressentent ne favorise pas le sentiment d'appartenance au milieu et de prise en charge des problèmes constatés. Ce qui nous amène à une autre conclusion importante : il faut trouver les moyens légaux et institutionnels qui serviraient à réglementer davantage ces fermes aquacoles privées.

Les problèmes institutionnels et légaux: que savons-nous?

En Thaïlande, bien au-delà des difficultés rencontrées au niveau local, on remarque une dangereuse absence de règlements et de cadres institutionnels, au point de constituer un obstacle à tout projet de développement durable. En fait, le manque d'intégration des politiques

environnementales et de développement constitue un problème dramatique lié aux traditions administratives du pays. En effet, la gestion des ressources côtières n'est pas organisée sous un règlement unique et global mais dépend de plusieurs lois spécifiques gérant différentes ressources naturelles. La gestion de ces ressources est donc essentiellement sectorielle.

Ainsi, chaque agence (ou département) gère son secteur d'activité de façon isolée et sans vraiment tenir compte des autres secteurs. Il existe donc très peu d'exemples respectant le mécanisme proposé par le *National Environmental Quality Act* et permettant de tenir compte des politiques d'environnement nationales à travers les diverses étapes de planification et d'application d'un projet (OEPP, 1992). Il convient de renforcer et généraliser cette démarche afin que les plans de gestion et d'aménagement proposés par les différents départements soient adéquatement appliqués, c'est-à-dire de manière intégrée.

«The present confusion and conflict of objectives for use of coastal areas, both within DOF and between DOF and RFD, and in provincial administrations, and emphasis on uncontrolled use of private lands, are serious constraints in that inappropriate development objectives often override conservation needs.» (MIDAS Agronomics, 1995, p. 216).

Enfin, la disponibilité en personnel au niveau local est insuffisante. Il en résulte un manque sérieux de programmes de sensibilisation et de conscientisation de la population locale directement concernée. C'est en partie pour cette raison que l'intérêt public concernant le potentiel écologique des systèmes naturels ainsi que les plans de gestion côtière demeurent fort limités. L'absence de connaissances concernant les dynamiques écologiques et leurs potentiels économiques constitue dès lors une menace importante à l'exploitation durable des ressources naturelles présentes dans l'environnement côtier.

8.2.3 En résumé, que retenons-nous?

Cette recherche et l'analyse synthétique que nous venons de présenter ont permis de confirmer à partir d'une étude locale ce que plusieurs chercheurs établis ont déjà avancés la qualité de l'environnement du littoral est à tel point atteinte que ce facteur devient à son tour un élément

déterminant pour la réussite de la production de crevettes (Anon, 1992; FAO, 1995; Edwards *et al.*, 1999). Le contexte environnemental et l'ensemble des facteurs qui le conditionnent remettent profondément en cause la durabilité de l'activité aquacole en Thaïlande. La qualité de l'eau utilisée en aquaculture constitue donc le facteur clé pour assurer la longévité de l'activité aquacole.

Par ailleurs, les facteurs humains, notamment le degré de compréhension et de motivation des éleveurs de crevettes a toute son importance également (Edwards, 1997 et 2000). Or, même si les aquaculteurs semblent réellement partagés quant à l'avenir à long terme de l'aquaculture, une majorité affirment toujours vouloir poursuivre leur activité. En effet, il faut reconnaître que la crevetticulture continuera à être pratiquée et à dévaster l'environnement tant qu'elle rapportera plus que les autres exploitations ou modes d'utilisation du sol.

De plus, la question concernant l'avenir de la forêt de mangrove est aujourd'hui étroitement liée à celle de l'aquaculture (Primavera, 1996; Hambrey, 2002). Aussi, nous pouvons également confirmer que pour conserver les milieux naturels menacés, il faut avant tout aborder la question aquacole de façon holistique en considérant le contexte social, économique et environnemental (AIT, 1994 et 2001). Le sujet est donc d'importance, puisque, tout en proposant des éléments et des stratégies en vue d'apporter des solutions en termes d'aménagement et de gestion aquacole, on contribue à la réflexion sur la résolution de conflits inter-territoriaux, sur l'exploitation durable de ressources naturelles et sur la préservation de la forêt de mangrove.

8.3 Propositions d'aménagement et de gestion des fermes aquacoles à Kung Krabaen

Le succès ou l'échec de la crevetticulture est étroitement lié à la qualité de l'eau côtière. Aussi, en raison de la détérioration de l'eau de la baie de Kung Krabaen, l'accès et l'approvisionnement en eau côtière de bonne qualité constituent un défi majeur chez les éleveurs de crevettes. Or, la dégradation de l'environnement résulte essentiellement de la quantité des déchets aquacoles qui y sont acheminés, quantité qui dépasse largement sa capacité d'absorption.

Donc, afin de corriger la situation actuelle à Kung Krabaen, il est primordial de contrôler et de régulariser la gestion des déchets aquacoles évacués dans l'environnement. La réintroduction de systèmes de gestion plus modérés, dont la gestion semi-intensive et le contrôle de l'expansion territoriale de l'aquaculture, est un élément crucial des moyens de solution envisagés. À cette condition, il deviendrait possible à la fois de conserver et d'exploiter de façon viable l'ensemble des ressources côtières. De telles mesures ont la faculté de contribuer à la durabilité de l'activité crevetticole et, par la même occasion, à la protection de l'ensemble de l'environnement de Kung Krabaen.

En somme, l'élément central de notre proposition de solution pour l'établissement d'un modèle d'aménagement du territoire et de gestion des ressources naturelles à Kung Krabaen vise l'amélioration de la qualité de l'eau côtière nécessaire à la crevetticulture ainsi que des infrastructures pertinentes (figure 8.2). Dès lors, et par ordre de priorité, les interventions majeures à prévoir, et qui seront détaillées ultérieurement, sont les suivantes:

- 1) Évaluer d'urgence les aménagements récemment proposés et en voie de réalisation à l'endroit du site de Kung Krabaen, tel le *Sea Water Irrigation Project*. En effet, le but du projet SWI étant de fournir les fermes d'élevage de crevettes situées dans le projet en eau côtière de bonne qualité, il est important de s'assurer au préalable de l'efficacité de l'opération.
- 2) Développer une gestion adéquate des fermes d'élevage de crevettes. Cette amélioration suppose un maintien des niveaux de production, une réduction des risques d'épidémie et d'échec des récoltes ainsi qu'une diminution des déchets aquacoles évacués vers la baie;
- 3) Développer les infrastructures nécessaires à la gestion adéquate des déchets aquacoles. Il serait intéressant d'analyser les conditions d'une éventuelle implantation d'une centrale de traitement des déchets aquacoles;
- 4) Développer plus activement le rôle de la forêt de mangrove en tant qu'agent naturel de traitement des eaux usées. Cette intervention implique la conservation et la réhabilitation des superficies forestières afin d'augmenter leur capacité d'absorption naturelle;

5) Assurer un contrôle adéquat et régulier de la qualité de l'eau côtière. L'objectif de cette intervention serait de consolider les interventions proposées dans les points (1) et (4);

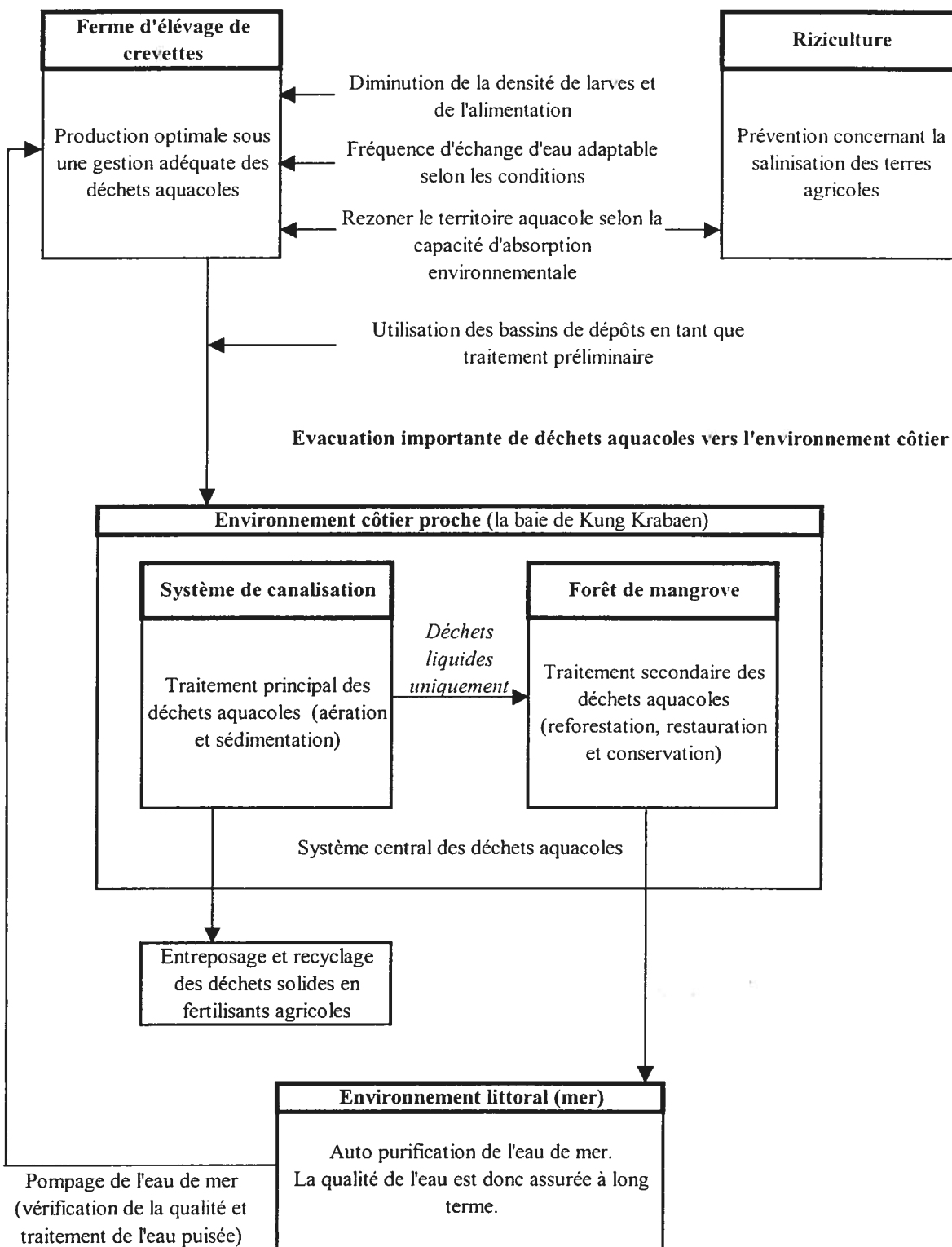
6) Redéfinir les zones d'occupation du sol en freinant l'expansion aquacole, notamment sur les superficies impropres à son développement ou sur les zones de conservation. Cette intervention viserait la réduction des conflits concernant l'utilisation des ressources côtières, la diminution du taux de salinisation des terres rizicoles adjacentes aux fermes aquacoles, la réduction de la quantité des déchets aquacoles et la conservation de la forêt de mangrove.

7) Sensibiliser davantage les éleveurs de crevettes quant aux aspects environnementaux de la gestion crevetticole. Il est en effet nécessaire d'augmenter la participation des aquaculteurs à chaque intervention, de l'élaboration à l'exécution du plan, afin qu'ils acceptent de coopérer au maintien écologique de l'environnement littoral qu'ils occupent et dont ils dépendent.

L'ensemble de ces interventions comprend des objectifs à long terme (figure 8.2). Au niveau environnemental, il s'agit d'obtenir une réhabilitation de la qualité de l'eau côtière (surtout près des côtes), une réduction des déchets aquacoles, la protection de la forêt de mangrove existante ainsi que la plantation de nouvelles superficies, une réduction des conflits pour l'utilisation des ressources ainsi que le contrôle du processus de salinisation des terres rizicoles.

Au plan social, cette proposition offre l'opportunité de promouvoir la coopération entre les aquaculteurs, les résidents et l'administration locale pour une gestion intégrée des ressources littorales. Sur le plan économique, elle propose, en contrôlant l'émancipation aquacole, de permettre l'établissement d'une gestion de production durable de la crevetticulture. Enfin, au niveau institutionnel, l'ensemble de ces interventions augmenterait les responsabilités administratives. En contrepartie, la création et la présence d'agences de développement au niveau local stimuleraient l'intérêt public pour la préservation d'un environnement viable.

Figure 8.2
Interventions majeures en vue d'une crevetticulture durable compte tenu des paramètres bio-physiques



8.4 Le Sea Water Irrigation Project

8.4.1 Résumé des propositions d'aménagement et de gestion du projet

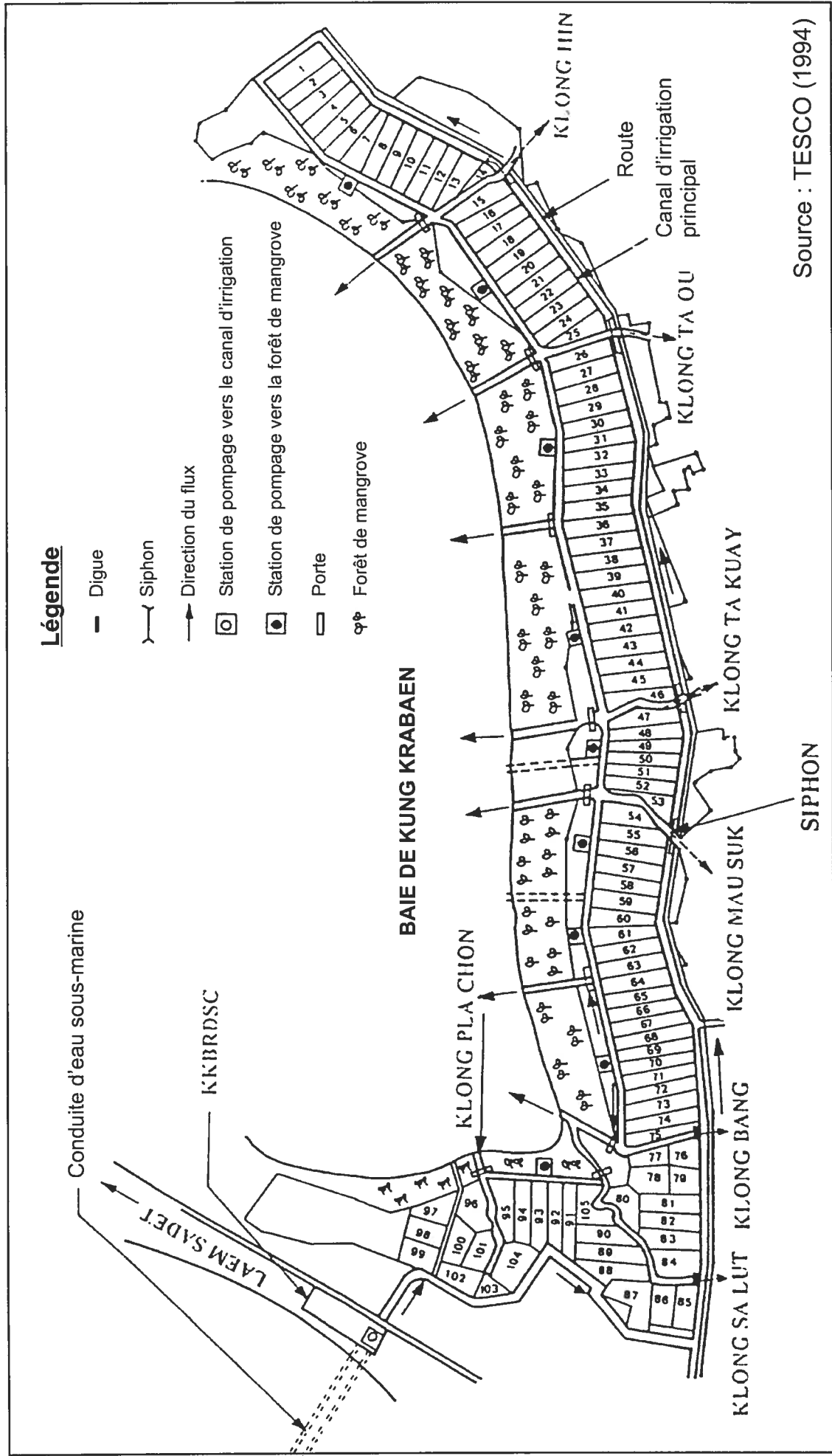
En 1994, la *Thai Environmental Survey Company* propose le projet SWI, lequel vise à permettre de fournir de l'eau côtière de bonne qualité pour l'ensemble des fermes d'élevage de crevettes situées dans le projet de Kung Krabaen (TESCO, 1994). Cet apport en eau côtière de bonne qualité passerait, selon le texte du projet, par le pompage d'eau de mer directement puisée dans le golfe de la Thaïlande, l'eau marine y étant en effet de meilleure qualité que celle rencontrée dans la baie de Kung Krabaen.

L'opération consiste dans la construction d'un canal d'irrigation principal de 6 680 mètres placé à l'arrière des fermes aquacoles comprises dans le projet, canal dans lequel, par pompage, arrive l'eau de mer. La station de pompage se trouve à l'intérieur du Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen. Un système de canalisation souterraine est aménagé entre l'extrémité sud des fermes aquacoles et la mer. Le tunnel traverse donc la flèche littorale sur laquelle se trouve le Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen. Par la suite, la conduite d'eau est alignée le long de l'apponement du Centre jusqu'à 300 mètres de la côte. De plus, le projet SWI prévoit l'établissement d'un système de canalisations secondaires, d'à peine un mètre de largeur, afin de transférer l'eau du canal principal vers les bassins d'élevage (figure 8.3).

Pour mener à bien cette réalisation et en raison de la complexité des aménagements proposés par le projet SWI, le gouvernement Royal de la Thaïlande (RTG: *Royal Thai Government*) a prévu d'investir un budget approximatif de 9,2 millions de dollars américains. Cependant, la construction des canaux de raccord demeure aux frais des aquaculteurs (TESCO, 1994). Le projet est en phase d'application depuis 1996.

Après l'implantation du principal canal d'irrigation, le projet SWI prévoit de nombreuses transformations du système de canalisation actuel (TESCO, 1994). Premièrement, en fermant les entrées d'eau des canaux d'irrigation situées à proximité de la forêt de mangrove, l'actuel système d'irrigation de chaque ferme sera converti en bassins de dépôt.

Figure 8.3 : Le schéma d'aménagement tel que proposé par le projet *Sea Water Irrigation*.



Légende

- Digue
- ⌋ Siphon
- Direction du flux
- Station de pompage vers le canal d'irrigation
- Station de pompage vers la forêt de mangrove
- Porte
- ☉ Forêt de mangrove

Source : TESCO (1994)

À l'inverse, des ouvertures seront effectuées auprès des actuels canaux de drainage afin de les connecter au canal d'irrigation déjà en place (et qui se trouve le long de la forêt de mangrove) qui sera par la suite transformé en canal de drainage (figure 8.4).

Deuxièmement, un système central de traitement des déchets est proposé. D'abord, l'évacuation des eaux usées et des sédiments du fond des bassins est orientée vers les nouveaux bassins de dépôt. Par la suite, là où se situe le nouveau canal de drainage, des stations de pompage sont installées afin de pomper l'eau usée vers la forêt de mangrove. En outre, le canal de drainage qui doit avoir une capacité approximative de 7 000 m³ est équipé de quatre systèmes d'aération.

Deux procédures de filtration des déchets sont alors créées avec une phase d'aération et une phase de sédimentation. La phase d'aération devrait permettre la décomposition naturelle des déchets organiques alors que la phase de sédimentation offrira une période de repos qui permet aux sédiments en suspension de se déposer et de demeurer emprisonnés dans le canal de drainage. Le niveau de concentration en BOD (demande en oxygène biochimique) et de sédiments solides après ces deux processus ne devrait pas dépasser respectivement 9 et 60 mg/L. L'eau ainsi traitée pourra être pompée et dirigée vers la forêt de mangrove qui agira en tant que troisième et naturel agent de filtrage (figure 8.5).

Au niveau de la gestion des bassins, le projet SWI énumère également une série de recommandations intéressantes même si elles semblent parfois avoir été formulées un peu trop rapidement (TESCO, 1994). Ainsi, on propose de regrouper les fermes aquacoles afin de créer un calendrier de récolte minutieusement programmé qui échelonnera les débuts d'élevage. Des écarts de 2 semaines entre chaque groupe d'éleveurs sont suggérés. De plus, il est recommandé de procéder à un mois de séchage des bassins, de ne pas dépasser une densité de larves de 40-60 pls/m² selon la saison et de procéder à un taux d'échange d'eau entre le premier et le cinquième mois de 10, 15, 25, 30 à 35 %. Dans de telles conditions, on estime que la production peut atteindre entre 6,25 à 9,38 tonnes/ha avec une moyenne de 35 crevettes/kg.

Figure 8.4

Figure 8.4 : Proposition de modification du système de canalisation à Kung Krabaen

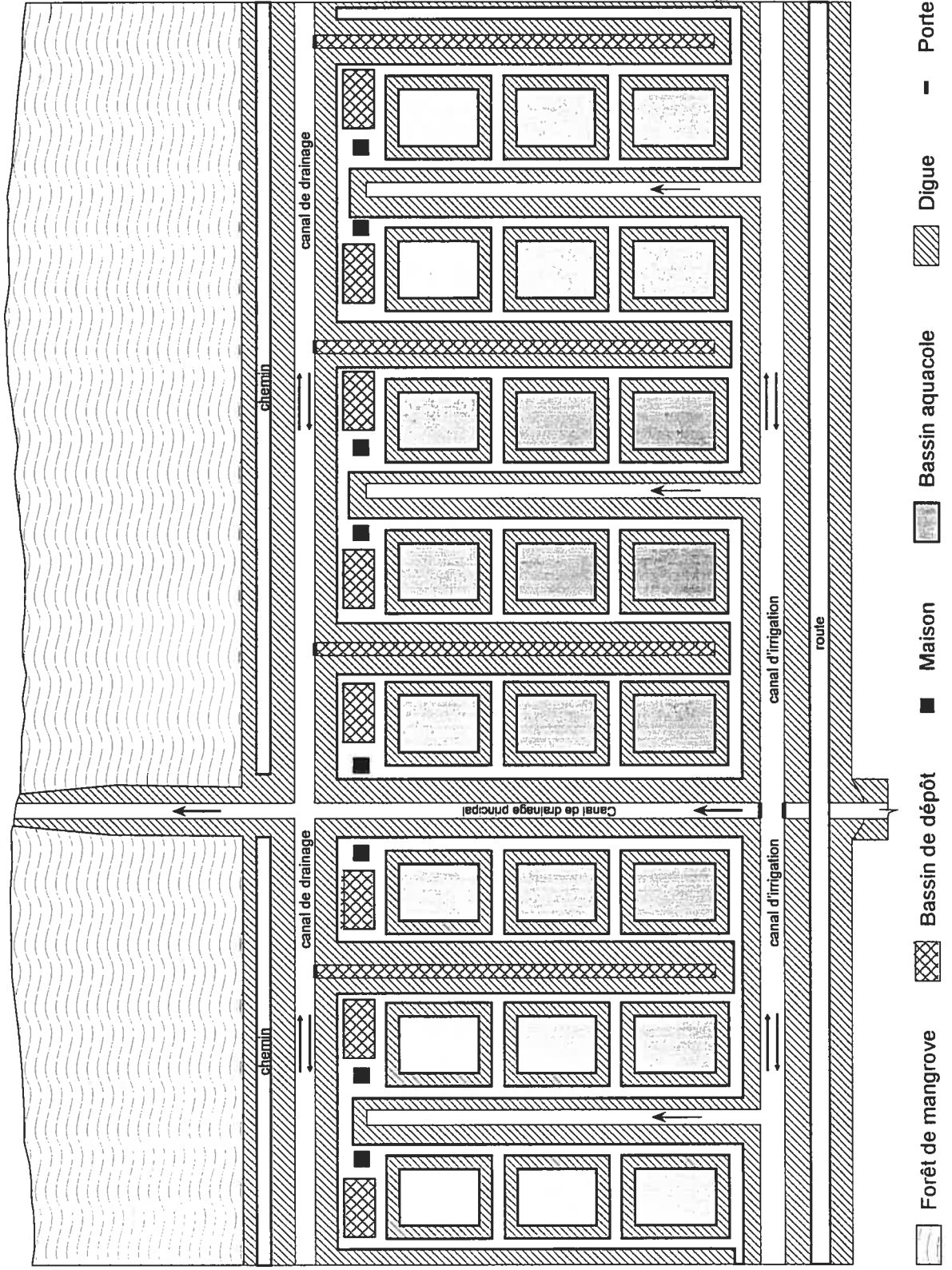
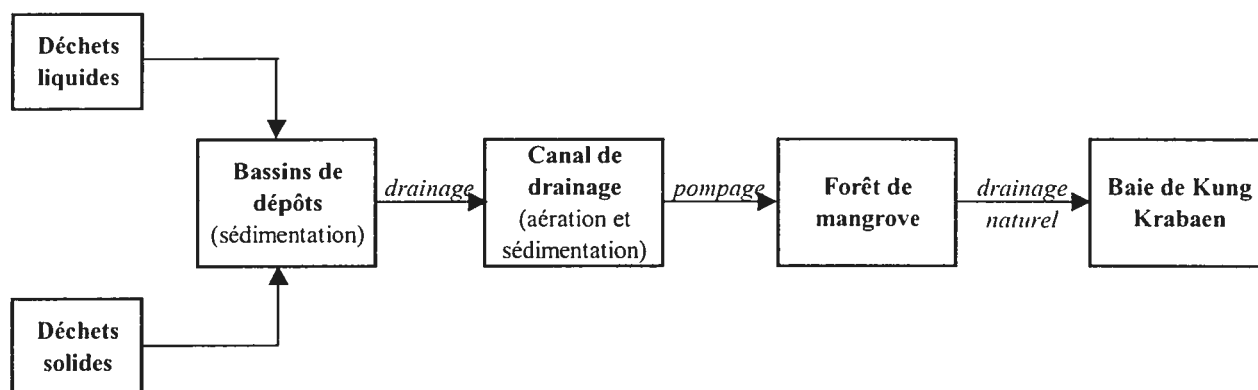


Figure 8.5

Schéma du système central de traitement des déchets tel que proposé par le projet SWI



Source: TESCO, 1994

8.4.2 Évaluation du projet SWI

Il apparaît clairement que le but principal du projet *SWI* est d'assurer un approvisionnement en eau de mer de bonne qualité pour les fermes aquacoles. Le projet ayant déjà été approuvé par les administrations locales et ayant reçu l'apport financier du gouvernement depuis 1996, sa mise en fonction n'est plus qu'une affaire de temps ⁽²⁵⁾.

Soulignons donc que, par rapport aux nombreux aménagements proposés au niveau du système de canalisation, la gestion des bassins d'élevage ainsi que l'impact environnemental de la crevetticulture ont reçu considérablement moins d'attention. En conséquence, afin d'évaluer l'efficacité des aménagements et du système de gestion que propose le *Sea Water Irrigation Project* et avant d'avancer de nouvelles suggestions pour améliorer le schéma de ce projet *SWI*, il nous faut dès à présent souligner quelques lacunes qui doivent impérativement être corrigées:

- 1) Le schéma d'opération du projet *SWI* ne prévoit aucune procédure de contrôle de la qualité de l'eau de mer faisant suite au pompage et avant son introduction dans les bassins d'élevage;

⁽²⁵⁾ Il ne s'agit pas simplement de suivre un modèle d'aménagement déjà présenté et de le critiquer ou l'adopter. Mais parce que le projet *SWI* est actuellement en cours de construction, il est important de porter une attention aux éventuelles modifications qui pourraient lui être apportées en cours de réalisation. Cela fait partie intégrante des remises en cause nécessaires et utiles de l'aménagiste. Voir Barg (1992), figure 2.1, chapitre II.

2) Le projet SWI suggère un système d'échange d'eau très fréquent (ce qui est traditionnellement pratiqué dans les régions littorales où l'eau de mer n'est pas gravement contaminée). Cependant, il faut savoir qu'une telle procédure augmente nécessairement la quantité des déchets évacués dans, l'environnement: il faudrait en évaluer le volume prévisible et en prévoir les effets;

3) Quoique les aménagements du système de traitement des déchets aquacoles demeurent fort pertinents, le *SWI Project* oublie complètement de proposer des éléments de solution concernant le traitement et l'évacuation des déchets solides une fois qu'ils auront été entreposés dans les bassins de dépôt. Pourtant, la question des déchets solides est un facteur extrêmement important de détérioration de la qualité de l'eau côtière;

4) Une grande partie des aménagements prévus demeure aux frais des aquaculteurs. Les éleveurs de crevettes compris dans le projet font face par exemple à une augmentation de leurs dépenses en électricité. Le coût du pompage de l'eau de mer est estimé à 4 600 bath/rai/année, c'est-à-dire 1 150 US\$/ha/année (TESCO, 1994). Il faut également s'attendre à une augmentation d'autres frais d'opération, dont l'achat de fuel (systèmes d'aération) et les dépenses d'entretien. Enfin, les éleveurs de crevettes devront, après un an, payer des frais de service suite à l'installation du système de traitement des déchets amené par le projet SWI. L'ensemble de ces dépenses attendues est bien sûr susceptible d'affecter l'attitude des paysans en cause face à l'opération;

5) Un contrôle et une évaluation des principaux modes de fonctionnement du projet SWI devraient être entrepris. L'instauration de mécanismes de suivi et l'évaluation contribueraient à l'amélioration des installations et des opérations (si besoin en était) ainsi qu'au développement des projets futurs qui seraient proposés ailleurs. C'est également une approche utile pour dresser la liste des problèmes encore existants.

6) Le projet ne tient pas totalement compte des besoins des fermes d'élevage privées. Pourtant, ces fermes privées constituent 74 % de l'ensemble des fermes actuelles à Kung Krabaen.

8.5 Établissement d'une gestion adéquate des bassins aquacoles

Le développement d'une gestion adéquate des bassins d'élevage de crevettes dans le site de Kung Krabaen suppose un maintien des niveaux de production, une réduction des risques d'épidémie et d'échec des récoltes ainsi qu'une diminution des déchets aquacoles évacués vers la baie. Pour atteindre de tels objectifs, trois étapes majeures doivent être respectées, parmi les exploitations privées tout comme parmi celles comprises dans le projet: 1) traiter l'eau de mer puisée; 2) cerner le processus de circulation de l'eau des bassins d'élevage; 3) réduire la quantité d'introduction de larves et donc le volume d'aliments et d'antibiotiques. (tableau 8.3).

Tableau 8.3

Résumé des interventions pour une gestion adéquate des bassins aquacoles

Interventions majeures	Interventions spécifiques
1) Traiter l'eau de mer puisée	1.1) Etablir un dispositif de contrôle des eaux 1.2) Traiter l'eau puisée dans les bassins d'accueil 1.3) Poursuivre les procédures de traitement de prévention déjà entreprises à l'endroit des bassins d'élevage tant que les deux premiers points cités ne sont pas établis
2) Cerner le processus de circulation de l'eau des bassins d'élevage	2.1) Augmenter la fréquence d'échange d'eau seulement si l'eau de mer puisée est de bonne qualité 2.2) Réduire la fréquence d'échange d'eau si la gestion des bassins d'élevage est correctement établie 2.3) Favoriser l'établissement d'un système d'auto purification de l'eau comprise dans les bassins d'élevage
3) Réduire la quantité d'introduction en larves de crevettes	3.1) Diminuer le ratio de conversion alimentaire 3.2) Former adéquatement les éleveurs en gestion aquacole

Traiter l'eau de mer lors de son prélèvement

Actuellement, une très grande partie des éleveurs interrogés utilisent déjà de la chaux et du chlore pendant la période de préparation des bassins. Par ailleurs, le plan d'aménagement et de gestion formulé dans le projet SWI ne suggère aucune intervention au niveau du traitement des eaux prélevées. Or, il est essentiel de s'assurer de la qualité de l'eau de mer prélevée surtout lorsque l'eau côtière environnante se trouve déjà fortement contaminée, comme c'est le cas dans la baie de Kung Krabaen. De plus, même si le projet SWI aborde la question du traitement des déchets aquacoles, il n'est pas certain que la procédure proposée ainsi que les résultats escomptés soient immédiatement obtenus.

Pour cette raison, à l'inverse du projet SWI, nous recommandons de poursuivre les procédures de traitement de l'eau côtière prélevée. A cette fin, il est essentiel de prévoir l'établissement d'un dispositif de contrôle et de traitement des eaux. Ce dispositif peut se présenter fort simplement. Des échantillons peuvent être prélevés dans la station de pompage proposée par le projet SWI. Par la suite, des traitements peuvent être effectués dans le canal d'irrigation principal qui sert alors aussi de bassin d'accueil. L'eau de mer puisée y est conservée aussi longtemps que le niveau de qualité de l'eau n'est pas satisfaisant.

Une telle intervention peut assurer la préservation de la qualité de l'eau côtière puisée avant qu'elle ne soit orientée vers les bassins d'élevage et que les larves n'y soientensemencées. En Thaïlande, des dispositifs semblables sont déjà appliqués avec succès dans de nombreuses grandes entreprises privées d'élevage intensif de crevettes (Smith, 1999).

La question de la circulation de l'eau des bassins

Dans le site de Kung Krabaen, tant les éleveurs indépendants que ceux administrés par le Centre d'Études et de Développement, ont décidé de réduire la fréquence d'échange d'eau des bassins durant la période d'élevage afin de diminuer les risques d'épidémie par l'apport d'eau contaminée. D'autre part, le projet SWI suggère d'augmenter le taux de circulation d'eau des bassins de 10 à 35 % entre le premier et le dernier mois d'élevage. Un rythme élevé d'échange d'eau diminue

effectivement la concentration en nutriments et autres polluants dans les bassins d'élevage. Cependant, cette recommandation repose sur l'hypothèse d'un accès à une eau de mer de bonne qualité ce qui n'est pas encore le cas à Kung Krabaen.

Par ailleurs, l'étude menée par Hopkins sur la balance de masse en azote dans les systèmes à haute et basse fréquence de la circulation de l'eau, montre que la quantité d'azote rejetée dans l'environnement varie respectivement de 16 à 43 % (Hopkins et *al.*, 1995). La croissance et le taux de survie semblent satisfaisants dans les deux régimes avec, cependant, une production plus élevée dans le cas où la fréquence d'échange d'eau serait faible. En fait, l'étude conclut que, en présence d'un système intensif typique d'élevage de crevette, la fréquence d'échange d'eau des bassins n'apparaît pas déterminante si l'alimentation et les produits chimiques sont correctement administrés et s'il existe un dispositif d'aération adéquat des bassins (de façon à maintenir un niveau acceptable en oxygène dissout). Au contraire, l'augmentation de la fréquence de rejet d'eau usée provenant des bassins augmente la quantité de polluants évacués vers l'environnement.

Aussi, afin de résoudre cette polémique concernant la fréquence d'échange d'eau des bassins, un système alternatif a été suggéré par l'Institut de recherche sur les ressources aquatiques (*Aquatic Resources Research Institute, Chulalongkorn University, 1995*). Le concept derrière ce système est que les bassins peuvent avoir leur propre système d'auto purification de l'eau lorsque sont placées, par exemple, des huîtres ou des moules sur des treillis au centre du fond des bassins d'élevage. Ensuite, avec un système de pédalo d'aération qui crée un mouvement centrifuge de l'eau, les déchets sont accumulés au milieu du bassin. Enfin, en combinant l'ajout de produits antibactériens et la présence des mollusques, la nitrification des bactéries devient efficace. De plus, la présence des mollusques aide au contrôle de la densité du phytoplancton à travers le filtrage des nutriments.

Il est clair qu'une telle procédure de traitement de l'eau des bassins d'élevage diminuerait l'impact environnemental engendré par l'évacuation des déchets aquacoles. Les résultats escomptés au niveau de la production sont prometteurs (*Aquatic Resources Research Institute, 1995*). Ce système pourrait facilement être intégré au fonctionnement des fermes d'élevage de crevettes de Kung Krabaen puisque les coûts en demeurent abordables pour les éleveurs. D'un autre côté, et

afin d'éviter un rejet d'eau usée trop élevé, il convient de procéder à une gestion d'élevage plus judicieuse en limitant la quantité des aliments ainsi que des produits chimiques versés dans les bassins.

Réduire la quantité d'ensemencement de larves

La qualité de l'eau des bassins, et donc de celle qui sera rejetée dans l'environnement, dépend énormément de la densité de larves introduites et du volume d'aliments injectés dans les bassins d'élevage (Briggs, Matthew et Funge-Smith, 1994). Dans le cas de Kung Krabaen, les bassins n'ont pas été conçus pour la crevetticulture intensive (voir chapitre V). En conséquence, il serait préférable de revenir à des pratiques de gestion semi-intensive ce qui demande une réduction de la quantité de larves introduites dans les bassins. En suivant les recommandations du projet SWI, il faut donc ramener le taux d'intronisation de larves à 40-60 pls/m² (TESCO, 1994). Cependant, la densité moyenne d'ensemencement en larves de crevettes pour l'ensemble des fermes de Kung Krabaen est déjà de 65 pls/m². C'est pourquoi, si l'on désire obtenir un maximum de profit de l'élevage intensif des crevettes, l'ensemencement optimum doit être de 20 à 30 pls/m² (Anon, 1992).

En réduisant le taux d'ensemencement des larves, on diminue automatiquement la quantité de nourriture. Or, compte tenu de la quantité des nutriments non consommés, la quantité d'aliments nécessaire aux crevettes dépasse déjà les besoins réels. Selon les résultats d'étude de Wickins, 88 % de l'azote que l'on retrouve dans les bassins provient des aliments, 13 à 33 % provient des excréments des crevettes et le reste des aliments non consommés (Wickins, 1985) C'est pourquoi, il faut envisager une réduction plus sévère de la quantité des aliments surtout si un système de circulation d'eau réduit est adopté.

Sur ce point, le *Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific* propose un ratio de conversion alimentaire pas plus élevé que 1.5 (NACA, 1994). Des études peuvent également être entreprises concernant les différences au niveau des déchets entre les aliments naturels et commerciaux. Enfin, un dispositif de formation d'enseignement doit être mis en place, au niveau local ou municipal, afin que les aquaculteurs prennent connaissance de ces opérations multiples. Une

gestion adéquate des fermes aquacoles doit impérativement passer par une formation solide sans quoi il est presque impossible d'espérer des changements des comportements de gestion.

8.6 Transformations nécessaires du système de gestion des déchets

Le développement de systèmes de gestion des déchets aquacoles provoque immédiatement une baisse de la pollution de l'eau côtière. La capacité d'absorption de la forêt de mangrove et de la baie de Kung Krabaen sont alors renforcées, d'où en retour une amélioration de la qualité de l'eau côtière lors de son prélèvement. Afin de gérer convenablement ces déchets aquacoles, il faut prévoir: 1) l'utilisation systématique de bassins de dépôt; 2) la mise en place d'un système central de traitement des déchets qui prenne en compte l'ensemble des fermes d'élevage de crevettes de la région; 3) la création de sites de décharge pour les déchets solides (tableau 8.4).

Tableau 8.4

Résumé des interventions pour une gestion adéquate des déchets aquacoles

Interventions majeures	Interventions spécifiques
1) Utiliser systématiquement les bassins de dépôts	1.1) Poursuivre l'implantation de bassins de dépôt 1.2) Déverser l'ensemble des déchets liquides et solides dans les bassins de dépôt 1.3) Etablir des filtres biologiques dans les bassins de dépôt
2) Mettre en place un système central de traitement des déchets	2.1) Suivre les recommandations du projet SWI 2.2) Elargir le projet SWI afin qu'il tienne compte de l'ensemble des fermes aquacoles présentes dans le site 2.3) Procéder à des dragages périodiques du canal de drainage principal 2.4) Etablir des filtres biologiques dans le canal de drainage
3) Créer des sites de décharge et de transformation des déchets solides	3.1) Entreposer les déchets solides au lieu de les évacuer dans l'environnement 3.2) Inciter la transformation des déchets solides en fertilisants agricoles

Les bassins de dépôt

Actuellement, très peu de fermes aquacoles possèdent des bassins de dépôt. Pour ceux qui en possèdent, les bassins sont généralement trop petits et donc seuls les déchets solides y sont acheminés. Les déchets liquides, quant à eux, sont directement rejetés dans les canaux de drainage et, par voie de conséquence, dans la baie de Kung Krabaen.

L'utilisation de bassins de dépôt suffisamment importants est donc une étape cruciale dans la gestion des déchets aquacoles. En effet, les déchets séjournent dans ces zones d'entreposage pendant une période suffisamment longue, la plupart des sédiments néfastes sont piégés dans le sol par infiltration. Le taux de BOD des sédiments est ainsi réduit. L'efficacité de cette technique pourrait être évaluée en mesurant la composition, et donc la qualité, des déchets avant et après passage dans les bassins de dépôt.

Aussi, dans un premier temps, il est recommandé de poursuivre l'implantation de ces bassins de dépôt sur l'ensemble des fermes crevetticoles de la région. La proposition du projet SWI de transformer les canaux d'irrigation secondaires en bassins de dépôt demeure tout à fait pertinente. Elle répond aux exigences concernant la dimension des bassins de dépôt et augmente la période d'entreposage des déchets.

Cependant, il faudrait appliquer ces modifications à l'ensemble des fermes et non pas seulement à celles comprises dans le projet de Kung Krabaen. De plus, il serait plus approprié d'évacuer l'ensemble des déchets, solides et liquides, dans les bassins de dépôt (et pas seulement les déchets solides accumulés dans le fond des bassins d'élevage) avant d'évacuer les eaux usées vers le système central de traitement des déchets proposé par le projet SWI. Le passage des eaux usées par les bassins de dépôt servirait de traitement préliminaire des déchets.

Lorsque les eaux usées sont évacuées, il demeure une proportion élevée de déchets solides en suspension car ils se déposent trop lentement ou pas du tout, leur gravité étant relativement similaire à celle de l'eau saline. La plupart des déchets solides en suspension ainsi que le phytoplancton et les bactéries peuvent être éliminés par filtration sommaire, si l'implantation d'un

système de filtration moderne apparaît trop coûteux (MIDAS, 1995). Auquel cas, dans un second temps, il est recommandé d'utiliser des filtres biologiques en introduisant des mollusques et des algues à l'intérieur des bassins de dépôt.

En Thaïlande, plusieurs rapports évoquent l'utilisation de moules (notamment la *Perna sp.*) en tant qu'agent naturel de filtration. Ces moules vertes (*Perna sp.*) sont généralement utilisées de concert avec des algues comme la *Gracillaria sp.* (DOF, 1992). L'expérience de la ferme d'élevage de crevettes de Yee-Sarn, située dans la province de Samut Songkram (delta du Chao Praya), montre que l'utilisation des moules vertes diminue de 96,3 % la quantité des sédiments en suspension ainsi que la quantité d'ammoniaque et d'azote (DOF, 1992).

Cependant, les moules demeurent fort sensibles aux conditions de turbidité intense comme celles que l'on constate lors la récolte des crevettes. Dans des conditions identiques, les algues sont incapables de photosynthétiser et donc d'éliminer les nutriments en suspension car il n'y a pas suffisamment de pénétration de la lumière (MIDAS, 1995). C'est pourquoi, dans le cas de Kung Krabaen, l'utilisation des huîtres est davantage recommandée. Les huîtres tolèrent plus facilement les conditions excessives comme la baisse de salinité et offrent un meilleur prix de marché.

Le système central de traitement des eaux usées

En sus du passage des déchets aquacoles par les bassins de dépôt, et de la rétention d'une grande partie des déchets solides, il convient dorénavant d'appliquer un système plus élaboré pour traiter les eaux usées. Le système central de traitement des déchets aquacoles proposé par le projet SWI, lequel implique l'aération et la sédimentation des déchets aquacoles dans le canal de drainage paraît fort pertinent. Les dispositions quant à son implantation à Kung Krabaen semblent possibles malgré les coûts engendrés.

Cependant, il nous paraît important de recommander d'élargir le projet à l'ensemble des fermes d'élevage de crevettes présentes dans la région. En effet, il serait quasiment inutile d'installer un système de traitement des déchets d'une telle envergure sans assurer l'évacuation des eaux usées provenant des fermes privées. De plus, il est nécessaire de procéder à des dragages périodiques du

canal de drainage principal afin de prélever les sédiments et nutriments accumulés, car il est essentiel de conserver la capacité d'accueil du canal qui sert de centrale de traitement des déchets. Enfin, l'implantation d'huîtres et de moules tel que proposé pour les bassins de dépôts est une méthode qui peut également être effectuée dans le canal de drainage.

Les sites de décharge des déchets solides

Le dispositif de traitement des déchets par l'installation des bassins de dépôt nécessite des moyens d'évacuation finale des déchets solides. Actuellement, même si les aquaculteurs ont au préalable utilisé les bassins de dépôt, la plupart des déchets solides continuent, d'une manière ou d'une autre, d'aboutir dans l'environnement côtier. C'est pourquoi l'établissement des sites de décharge appropriés est fortement souhaité.

En réalité, il serait encore plus important d'identifier et de développer des techniques permettant de procéder à la conversion de ces déchets solides en fertilisants agricoles. Les études concernant cette question spécifique sont encore fort peu élaborées (MIDAS, 1995). Seuls quelques essais de recyclage des sédiments de fond ont été réalisés. La technique consiste à nettoyer les sédiments du fond par précipitation afin d'éliminer les éléments salins. Par la suite, les sédiments aquacoles sont séchés et utilisés comme fertilisants dans les vergers et les plantations de caoutchouc (MIDAS, 1995). Ces deux formes d'utilisation du sol étant présentes dans la région de Kung Krabaen, de telles méthodes pourraient y être appliquées.

8.7 Le rôle de la forêt de mangrove dans le traitement des déchets aquacoles

Le rôle environnemental de la forêt de mangrove dans la protection et la stabilisation des rivages côtiers ainsi que son potentiel économique traditionnel en tant que source quotidienne d'alimentation et de matériaux de construction sont aujourd'hui mondialement reconnus et bien documentés (Arsonkoe, 1993; F.A.O., 1994). Cependant, outre ces aspects, la capacité de la forêt de mangrove d'absorber des nutriments et autres polluants lui confère un rôle fondamental dans l'environnement côtier en tant qu'agent naturel de traitement et de régulation de la qualité des eaux côtières (Sataporvanit, 1993; Robertson et Phillips, 1994). De plus, une bonne partie des

sédiments évacués peuvent se déposer dans la mangrove grâce au système complexe des racines et ainsi contribuer à son expansion vers la mer. Il est évident que la présence de superficies «tampons» de forêt de mangrove à proximité des superficies aquacoles contribue à régénérer les eaux usées provenant des bassins d'élevage de crevettes (voir chapitre VI).

En somme, si les fermes d'élevage de crevettes sont proprement gérées, la crevetticulture a beaucoup plus à retirer des qualités écologiques de la forêt de mangrove que n'importe quel autre écosystème littoral. La démonstration claire de l'importance des fonctions tant écologique qu'économique de la forêt de mangrove dans le traitement des déchets aquacoles est de nature à en assurer la protection et une place importante dans le paysage littoral. Afin d'atteindre cet objectif majeur, trois interventions doivent être réalisées: 1) réhabiliter les superficies forestières de mangrove afin d'augmenter leur capacité d'absorption naturelle; 2) mettre en oeuvre des mesures de conservation et de restauration de la forêt de mangrove; 3) évaluer périodiquement l'impact des déchets aquacoles sur la forêt de mangrove. Parallèlement à chacune de ces interventions, il est nécessaire d'accentuer le degré et la qualité de participation de la population locale, notamment des crevetticulteurs (tableau 8.5).

La réhabilitation de la forêt de mangrove

Dans la région de Kung Krabaen, compte tenu de la capacité d'absorption en azote et en phosphore de la forêt de mangrove par rapport à ce qui en est généré annuellement par l'ensemble des fermes d'élevage de crevettes de la région, le ratio entre les superficies de mangrove et aquacoles devrait être de 5,4 : 1. Or, en 1996, ce ratio est à peine de 2,07 : 1.

Aussi, afin de permettre à la forêt de mangrove d'agir adéquatement en tant filtre naturel, il est nécessaire de procéder à la plantation d'au minimum 501 hectares de forêt de mangrove. Ceci est calculé en considérant que les aménagements et un système de gestion des déchets ont été préalablement établis, que donc aucun déchet solide n'aboutit dans l'environnement côtier et qu'une partie des eaux usées est déjà passée par une série de procédures de filtrage (projet SWI). Cependant, cette intervention concernant la réhabilitation de superficies forestières de mangrove induit un problème sérieux qui tient à l'espace nécessaire à cette plantation. C'est pourquoi,

chaque espace tampon doit être maximisé au profit de l'élargissement du territoire de la mangrove.

Tableau 8.5
Résumé des interventions pour la préservation et la réhabilitation
de la forêt de mangrove

Interventions majeures	Interventions spécifiques
1) Réhabiliter et conserver les superficies forestières de mangrove	1.1) Protéger et maximiser l'espace tampon situé entre la mangrove et les fermes aquacoles 1.2) Procéder à la plantation de mangroves juvéniles à l'endroit de la vasière 1.3) Restaurer la forêt de mangrove dégradée 1.4) Récupérer les anciens territoire à mangrove illégalement convertis 1.5) Limiter le développement aquacole
2) Etablir des mesures d'évaluation environnementale de la forêt de mangrove	2.1) Evaluer et minimiser l'impact des déchets aquacoles sur la forêt de mangrove 2.2) Etablir un programme de surveillance des déchets aquacoles
3) Promouvoir la participation des résidents locaux	3.1) Encourager l'ensemble des aquaculteurs dans la plantation et le maintien des superficies forestières de mangrove 3.2) Inciter l'implication des éleveurs indépendants 3.3) Organiser périodiquement des cours de formation

Premièrement, il existe de nombreuses zones comprises entre la forêt et les bassins d'élevage qui sont fortement dégradées. De plus, la partie la plus large formée par la ceinture de la forêt de mangrove se trouve à l'embouchure du canal Ta Kuay où elle a une épaisseur de 200 à 300 mètres. Ailleurs, près de l'embouchure du canal Maw Suk la ceinture est large de 100 à 200 mètres et elle n'atteint que 40 à 100 mètres de largeur près du canal Bang (voir carte 13, chapitre V). Il est donc fortement recommandé de restaurer les zones dégradées ainsi que de procéder à une extension de cette frange forestière jusqu'à ce qu'elle atteigne approximativement 300 mètres

de largeur, notamment dans la partie sud du site de Kung Krabaen. Pour cela, le *Bruguiera* et le *Ceriops* sont les deux espèces de mangrove les plus préconisées puisqu'elles se développent mieux sur des sols secs (Aksornkoae, 1989).

Deuxièmement, il faut renforcer les plantations de *Rhizophora apiculata* et de *Rhizophora mucronata* sur la zone vaseuse (slikke) située à l'avant de la forêt de mangrove. Cette procédure est déjà entamée avec succès par la division de foresterie du Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen, mais on pourrait envisager aussi l'établissement d'autres espèces colonisatrices de la mangrove afin d'assurer une biodiversité au niveau végétal. Les *Avicinnia*, par exemple, sont reconnus pour leur croissance exceptionnelle en sols sablonneux et leur tolérance à des conditions environnementales hostiles comme celles que l'on connaît dans la baie de Kung Krabaen (Arksonkoae, 1994).

Troisièmement, il est urgent de poursuivre l'implantation de la ceinture forestière de mangrove dans la partie Nord-Ouest de la baie. Pour ce faire nous suggérons de trouver les moyens légaux ou financiers afin de récupérer ce territoire ancien de la mangrove qui se trouve toujours classé de zone économique A (Briggs, 1994). Il est évidemment difficile d'espérer un changement complet de la situation, compte tenu de ce que les éleveurs privés concernés auront du mal à accepter ce revirement de décision. Néanmoins, la question doit être soulevée et entendue. Un compromis pourrait être obtenu si les propriétaires des fermes privées acceptaient de sacrifier une partie de leur territoire aquacole pour le rétablissement d'une frange d'au moins 100 mètres de largeur.

Malgré tout, il est sans doute irréaliste de penser recouvrir une superficie de 501 hectares qui représenterait, rappelons-le, un peu plus du double de la superficie forestière présente en 1996 (210 hectares). Il n'en est que plus important de limiter le développement de nouvelles superficies aquacoles, question sur laquelle nous reviendrons.

L'établissement de mesures d'évaluation de l'état environnemental de la forêt de mangrove

En réalité, chaque procédure ayant des impacts négatifs sur la forêt de mangrove (comme par exemple l'évacuation des déchets aquacoles) devrait être interdite. Cependant, ceci n'est pas

encore le cas et ne le sera probablement jamais. C'est pourquoi il est important d'adopter une série de mesures de suivi et d'évaluation d'impact environnemental sur la forêt de mangrove afin de dégager les tendances au fil du temps et au moins de prévenir tout nouveau déséquilibre majeur de sa capacité d'absorption environnementale.

Pour cela, un programme de surveillance est nécessaire afin d'évaluer spécifiquement l'influence des déchets aquacoles sur la structure, la composition, la distribution, la croissance des diverses espèces de la mangrove ainsi que les possibilités de régénération naturelles. Cette procédure devrait être réalisée deux fois l'année et pendant trois ans au moins avant d'en tirer des conclusions. Les données prélevées serviraient de base d'information pour l'application de programmes similaires ailleurs dans le pays.

La participation de la population locale dans la conservation de la forêt de mangrove.

La participation des éleveurs de crevettes et des résidents locaux est essentielle à la conservation de la forêt de mangrove. Les éleveurs de crevettes doivent participer à la plantation et au maintien de la forêt de mangrove à proximité de leur ferme. Dans le cas des éleveurs compris dans le projet de Kung Krabaen, la procédure est généralement respectée. Il est toutefois important d'accentuer cette mesure chez les éleveurs situés au sud de la baie, là où la frange forestière demeure mince.

De plus, bien que les éleveurs situés à proximité de la forêt de mangrove comprennent l'importance de préserver ses superficies, ils considèrent ne pas devoir être les seuls responsables de sa conservation. En effet, les aquaculteurs privés, situés à l'arrière des premiers, n'assument à ce jour aucune responsabilité physique ou même financière vis-à-vis de la forêt de mangrove, même si l'avenir de leur activité en dépend tout autant. C'est pourquoi le Centre de Kung Krabaen devrait trouver les incitatifs nécessaires afin d'impliquer l'ensemble des éleveurs. Par exemple, ces éleveurs pourraient participer sous la supervision de la division de foresterie à la plantation de jeunes plants de *Rhizophora* dans la vasière de la forêt de mangrove. En échange, une aide dans le raccordement de leurs fermes au système de canalisation amené par le projet SWI pourrait être accordée.

Par ailleurs, à l'instar de ce que la division de foresterie a déjà fait, il est recommandé d'établir trois lotissements permanents d'au moins 400 m² de pépinières à mangrove au Nord, au milieu et Sud de la baie. Ces pépinières devraient être gérées par l'ensemble des aquaculteurs, renforçant de cette manière leur degré de sensibilisation en ce qui concerne l'écosystème dans lequel ils sont insérés.

Il est également essentiel d'organiser périodiquement des séminaires et des cours de formation spécifiques afin de promouvoir l'éveil du public quant au rôle écologique et économique de la forêt de mangrove. Ces sessions d'information et de promotion du changement de comportement doivent sensibiliser non seulement les éleveurs de crevettes mais aussi l'ensemble des résidents locaux. A cet égard, il faut tout de même évoquer la présence d'un magnifique site d'interprétation et de sensibilisation de la forêt de mangrove.

Le site en question a été établi dès 1994 par la division de foresterie du Centre de Kung Krabaen (carte 16). Il se situe au Sud de la baie de Kung Krabaen, à côté de la pépinière et des infrastructures de la division de foresterie. Ce mini-parc récréo touristique offre une ballade fort instructive. Il consiste dans l'aménagement d'un chemin sur pilotis à l'intérieur de l'écosystème. Aux endroits où les racines échasses des *Rhizophora* sont fort présentes, on observe un aménagement particulier de la passerelle. En effet, des espaces ont été prévus afin de permettre le passage des racines. Il faut donc enjamber ou passer sous les obstacles pour continuer d'avancer. Cela montre qu'un souci de protection des arbres a été dès le départ fort bien intégré aux plans de développement.

On y rencontre la plupart des espèces de mangrove de la région. Quelques-unes ont été plantées à l'aide de certains résidents locaux afin de compléter la formation écologique de chaque visiteur. Le parcours passe également par plusieurs bassins d'élevage expérimentaux tel celui qui concilie élevage de poisson ou de crevettes avec des espèces de mangrove juvéniles. Le site a donc l'avantage de montrer les potentiels d'exploitation de la forêt de mangrove lorsque combiné à un autre mode d'utilisation de ressource naturelle ou du sol.

Carte 16 : Plan du site d'étude de la forêt de mangrove et ses potentiels d'exploitation dans la baie de Kung Krabaen, Chantaburi.



Ce site, qui est complètement organisé et supervisé par la division de foresterie du Centre d'études et de Développement de Kung Krabaen, montre les efforts grandioses amenés par les autorités afin de d'augmenter le niveau de conscientisation et de responsabilité des populations locales vis-à-vis la forêt de mangrove. Malheureusement, les spécialistes locaux avouent recevoir davantage de visiteurs externes, notamment de la capitale, ou internationaux que les personnes locales visées.... D'ailleurs en 2000, le mini-parc de la forêt de mangrove de Kung Krabaen a reçu la médaille d'or pour le meilleur site écotouristique de la Thaïlande.

8.8 Pour une surveillance de la qualité des eaux

Afin de consolider les interventions proposées dans les points (1) et (4) concernant les aménagements et les changements de gestion des fermes d'élevage de crevettes ainsi que le rôle de la forêt de mangrove dans le traitement des déchets aquacoles, il est nécessaire d'assurer un contrôle adéquat et régulier de la qualité de l'eau côtière. Pour cela et à partir des dispositifs déjà présents et utilisés par le Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen, proposons quelques modifications concernant la localisation des stations d'échantillonnage.

Ainsi, au lieu de placer seulement 12 stations d'échantillonnage uniquement dans la baie (chapitre VI), il faut penser à en établir également en dehors, notamment là où l'eau de mer nécessaire aux fermes crevetticoles sera pompée. De même, compte tenu des dimensions de la baie, nous recommandons de diminuer le nombre de stations de prélèvement. On pourrait établir au total six stations dont trois à l'embouchure des canaux de drainage de Bang, Ta Kuay et Hin, une seule station au milieu de la baie, une à l'embouchure de la baie et une près de l'embarcadère du Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen.

Par contre, afin d'augmenter l'efficacité de ces stations, des échantillon doivent être collectés à la fois à la surface de l'eau et à mi-profondeur de la baie. Ces prélèvements devraient également être réalisés et notés régulièrement à chaque deux semaines. En ce qui concerne les paramètres d'évaluation de la qualité de l'eau, les analyses doivent mettre l'accent sur la salinité, le degré de pH, la quantité de sédiments en suspension, le BOD, et la quantité totale en azote et phosphores.

Parallèlement, une procédure identique de contrôle de la qualité de l'eau doit être mise en œuvre pour les bassins d'élevage de crevettes. Au moins 20 stations d'échantillonnage peuvent être placées dans autant de bassins appartenant à des fermes aquacoles différentes, soit 10 parmi les fermes comprises dans le projet et situées près de la baie et 10 autres parmi les fermes privées situées à l'arrière des terres. Afin que des analyses de comparaison ou de cause à effet puissent être menées, les prélèvements devraient être effectués en même temps et selon les mêmes paramètres que pour les stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau de côtière.

De même, afin d'évaluer l'efficacité du système de contrôle de l'eau des bassins et du traitement des eaux usées, les stations d'échantillonnage prévues par le projet SWI doivent être établies de la manière suivante: une dans le bassin d'élevage, une deuxième dans le bassin de dépôt, une troisième dans le canal de drainage à l'endroit exact où les eaux usées sont déversées et, enfin, une quatrième dans la forêt de mangrove, à l'endroit exact où les eaux usées sont propulsées. Cette méthode d'évaluation et de contrôle des eaux usées devrait être implantée dans autant d'endroits que possible et les échantillonnages réalisés en même temps que les deux contrôles précédents.

8.9 Transformations possibles du territoire aquacole

Afin de freiner l'expansion aquacole, notamment sur les superficies impropres à son développement durable ou sur les zones de conservation, il est avant tout urgent de redéfinir les zones d'occupation du sol. Cette intervention peut permettre la réduction des conflits concernant l'utilisation des ressources côtières, la diminution du taux de salinisation des terres rizicoles adjacentes aux fermes aquacoles, la réduction de la quantité des déchets aquacoles et la conservation de la forêt de mangrove.

Pour cela, dans un premier temps, il faut faire comprendre aux administrations locales que les aménagements et l'amélioration du système de gestion des fermes aquacoles actuellement proposés sont mis en place pour régler les problèmes et les besoins des fermes existantes et non pour favoriser l'expansion géographique de la crevetticulture. Par la suite, un dispositif de réglementation sur l'occupation du sol doit être établi et respecté afin que les superficies

aquacoles ne dépassent pas les limites de capacité d'accueil de l'environnement côtier. En fait, l'expansion aquacole ne peut être contrôlée que par l'engagement sérieux et strict des autorités gouvernementales de la Thaïlande. Malheureusement, en Thaïlande, les autorités ont très peu de pouvoir réel pour réglementer l'utilisation du sol sur les terres privées.

Un des moyens possibles de résoudre ce problème de l'utilisation du sol, est de définir et identifier spécifiquement le territoire propre au développement aquacole de façon à ne pas dépasser le seuil de capacité d'absorption de l'environnement côtier. Ce processus peut être réalisé à l'aide de la technologie des SIG et d'outils cartographiques de la façon que nous avons présentée dans le chapitre IV. Dans l'hypothèse que nous envisageons, tout établissement situé à l'extérieur de la région proposée est interdit. Par la suite, le Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen doit avoir comme mandat d'aider les fermes comprises dans la zone nouvellement redéfinie à l'exploitation aquacole. Et le projet SWI ne doit subvenir aux besoins en eau de mer de bonne qualité tant les fermes privées que pour celles situées à environ 300 mètres des fermes comprises dans le projet.

Dans un deuxième temps, il est impératif de régler le problème de la salinisation des terres agricoles. En effet, si l'on peut diminuer cette source de contamination des champs rizicoles, on aide au maintien de l'activité paysanne et, surtout, on évite la conversion systématique des terres agricoles en fermes aquacoles. Un équilibre dans l'utilisation des ressources naturelles de la région. Pour cela, le projet de prévention de salinisation des terres proposé par l'ONEB (*Office of the National Environment Board, 1994*) qui prévoit la construction d'une digue entre les fermes aquacoles et les champs de paddy nous paraît une bonne approche.

A cette intervention, il faudrait néanmoins ajouter la construction d'un canal le long de la digue afin d'extraire l'eau salée et de la réorienter vers les canaux de drainage naturels. De plus, et si possible, il serait utile de planter sur les digues et le long du canal des arbres à forte capacité d'absorption en sel, comme les espèces rencontrées dans la forêt de mangrove. Des études menées dans le district de Ranot, dans le sud de la Thaïlande, ont démontré que la baisse en eau potable et l'augmentation de la salinisation des terres agricoles étaient non seulement dues à la présence des fermes d'élevage de crevettes mais aussi à la déforestation de larges superficies de mangrove avec

comme conséquence la diminution du système de filtrage de l'eau à travers les sols (NACA, 1994b). Ces faits montrent combien il est à la fois important et complexe de considérer les impacts potentiels de la crevetticulture sur l'ensemble des activités littorales.

8.10 Renforcer la participation des aquaculteurs

En dernier lieu, et afin de renforcer la participation des éleveurs de crevettes face aux aspects environnementaux de la gestion crevetticole, quatre interventions doivent être conduites: 1) établir un transfert suffisant et efficace de la connaissance sur l'élevage de la crevette; 2) promouvoir et clarifier le concept de durabilité chez les éleveurs; 3) augmenter les mesures de contrôle; 4) aider à la création et à l'organisation d'une association d'aquaculteurs.

L'établissement d'un transfert suffisant de la connaissance

L'établissement d'un programme de formation «clés en main» concernant la gestion et les techniques en crevetticulture est absolument nécessaire. L'accent devrait être mis sur le transfert des connaissances. Cependant, la localisation de la ferme d'élevage de crevettes, le niveau d'éducation de l'aquaculteur et son expérience devraient être pris en compte dans le curriculum de formation. En plus de recevoir une formation de base en gestion technique et financière, les aquaculteurs devraient être amenés à s'éveiller et s'intéresser aux préoccupations environnementales, notamment celles liées à la durabilité de leur activité. Le Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen pourrait, à ce stade, assurer un support technique pour l'ensemble des éleveurs de crevettes de la région (du moins pour ceux installés à l'intérieur de la zone d'exploitation aquacole redéfinie).

De même, il faut considérer une participation plus active de la part des aquaculteurs dans l'élaboration jusqu'à l'exécution des projets d'aménagement et de gestion aquacole. Il est clair qu'un transfert de connaissance peut être établi à partir des ressources locales, notamment en ce qui concerne les données primaires. Une participation notoire de la population locale dans l'établissement d'un projet augmente nécessairement ses chances de réussite (Chambers, 1989 et

1997). Le principal et dernier défi d'un projet d'aménagement et de gestion des ressources naturelles reposant sur la prise en charge par la population locale du «projet» en tant que tel.

La promotion du concept de durabilité chez les éleveurs

Une campagne de sensibilisation sur le milieu côtier et ses aspect environnementaux doit être menée afin d'augmenter le niveau de conscientisation des aquaculteurs sur l'importance de procéder à une gestion durable des ressources naturelles. Les éleveurs de crevettes doivent connaître les considérations concernant les limites de la capacité d'absorption de l'environnement et être conscients que la crevetticulture ne peut être durable que si, et seulement si, l'environnement côtier est maintenu viable.

Le renforcement des règlements

Dans le cas où l'aquaculteur décide d'ignorer les règlements établis, le Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen doit pouvoir facilement intervenir. Un pouvoir de réglementation exclusif au niveau local doit donc être attribué au Centre par les différents départements gouvernementaux.

La création d'une association d'aquaculteurs

Le gouvernement et les autorités locales doivent encourager la formation d'une association d'aquaculteurs et la nomination de représentants afin de faciliter la coopération entre éleveurs et pour augmenter leur pouvoir de négociation et d'achat face aux fournisseurs, notamment pour les larves de crevettes, le fuel et les produits alimentaires et chimiques.

CHAPITRE IX

CONCLUSION:

AQUACULTURE ET FORÊT DE MANGROVE: UN TANDEM A ÉTABLIR

« The relationship between development studies and the environmental movement has been an uncomfortable one ».

Blaikie et Brookfield, 1987, p. 127.

9.1 L'expansion aquacole en Thaïlande: un rappel des objectifs

C'est en suivant la démarche proposée par Barg (1992) que nous avons pu conduire cette recherche (voir figure 2.1, chapitre II). D'abord, en adoptant un processus de planification et de gestion par l'établissement d'un but général celui qui consiste à « *identifier les problèmes et suggérer des plans de développement et de gestion des ressources naturelles en milieu littoral qui concilie au mieux développement économique de l'aquaculture et préservation de la forêt de mangrove* » (voir chapitre I, p. 21).

Ensuite, en évaluant l'impact environnemental de l'activité aquacole sur les principales ressources naturelles (ou utilisation du sol). Aussi, afin d'atteindre notre principal objectif, rappelons les cinq objectifs spécifiques qui ont été identifiés et analysés:

- 1) l'identification des paramètres de la dynamique aquacole en Asie du Sud-Est, notamment en Thaïlande;
- 2) l'exposé de l'évolution et les formes d'exploitation aquacole pour les provinces de Surat Thani, Phangha et Chantaburi;
- 3) la description de l'aménagement et des pratiques aquacoles à Kung Krabaen, province de Chantaburi;
- 4) l'évaluation des conditions environnementales et socio-économiques dans la baie de Kung Krabaen;
- 5) la formulation de recommandations concernant les actions à entreprendre pour atténuer les impacts négatifs de l'aquaculture.

Chacun de ces objectifs spécifiques a fait l'objet d'une étude à la fois descriptive et analytique des données et a été présenté sous la forme d'un ou plusieurs chapitres. Les résultats sont par ailleurs résumés sous forme d'énoncés (tableau 9.1). De cette manière, nous avons méthodiquement suivi toutes les étapes d'action comprises dans le processus d'évaluation d'impact environnemental (voir figure 2.1, chapitre II).

L'approche préconisée pour l'établissement d'un plan d'aménagement et de gestion intégrée des ressources littorales met donc à profit l'ensemble des connaissances acquises lors des observations sur le terrain et les approches proposées et réalisées par les différents spécialistes en aquaculture ou de la forêt de mangrove Sud-Est asiatique. Nous avons ainsi compilé, évalué, analysé et comparé les principaux apports en matière de gestion des ressources naturelles littorales afin de renforcer l'établissement d'une gestion aquacole durable et la préservation aujourd'hui indiscutable de la forêt de mangrove.

Cette démarche nous a amenée d'une échelle provinciale au cas du site de la baie du Kung Krabaen afin de cerner la dynamique aquacole et l'enjeu qu'implique toute intervention au niveau local. De cette manière, il a été possible d'établir le seuil de capacité d'absorption environnementale pour les principaux écosystèmes compris dans le site de la baie de Kung Krabaen. Dès lors, nous avons été apte à proposer toutes les modifications et moyens possibles afin de minimiser, voire résoudre les problèmes soulevés par l'aquaculture.

Le plan d'aménagement et de gestion intégrée des ressources naturelles présenté à la fin de cette recherche contribue essentiellement à préciser et à affiner les propositions et les résultats déjà en place de manière à améliorer une situation précise telle que celle présentée à Kung Krabaen (voir figure 8.2). Les amendements proposés dans cette thèse quant aux aménagements et aux propositions d'amélioration de la gestion crevetticole peuvent sembler incomplets mais il faut comprendre que c'est ce genre de contribution aux propositions déjà présentes et leur mise en oeuvre holistique comme nous venons de le faire qui contribuera l'apport de solutions pratiques.

Tableau 9.1

Tableau 9.1
Résumé des objectifs et des énoncés obtenus

Objectifs généraux	Objectifs spécifiques	Énoncés obtenus
<p>1. Cerner le processus d'évolution des modes d'utilisation du sol dans les régions littorales en Asie du Sud-Est.</p> <p>2. Evaluer les éléments de solutions déjà proposés afin d'établir un modèle d'aménagement et de gestion des ressources naturelles.</p>	<p>1 Identifier les paramètres de la dynamique aquacole en Asie du Sud-Est, notamment en Thaïlande.</p> <p>2 Analyser et comparer l'évolution et les formes d'exploitation aquacole pour les provinces de Surat Thani, Phangha et Chantaburi.</p> <p>3 Etudier l'aménagement et les pratiques aquacoles à Kung Krabaen.</p> <p>4 Etudier les conditions environnementales et socio-économiques dans la baie de Kung Krabaen.</p> <p>5 Formuler les recommandations quant aux actions à entreprendre pour atténuer les impacts négatifs de l'aquaculture.</p>	<p>1.1 L'aquaculture vient à la rescousse de la pêche commerciale devenue trop coûteuse et répond au besoin d'améliorer le niveau de vie des communautés côtières et les pêcheurs traditionnels;</p> <p>1.2 L'aquaculture traditionnelle s'est transformée en faveur d'une aquaculture moderne, commercialement plus profitable;</p> <p>1.3 Transformation du système de polyculture en un système de production basé sur la monoculture de la crevette;</p> <p>2.1 Le processus d'expansion aquacole s'effectue non seulement aux dépens de la forêt de mangrove mais aussi de l'espace agricole, notamment rizicole;</p> <p>2.2 L'expansion aquacole en Thaïlande est mobile; non seulement à l'intérieur d'un même territoire mais aussi d'une province à l'autre;</p> <p>2.3 Il existe un cycle d'évolution de transformation du sol identique mais sous une dynamique temporelle différente;</p> <p>2.4 Une pratique aquacole diversifiée selon les grandes régions littorales;</p> <p>3.1 Aménagement insuffisant et gestion inadéquate des fermes d'élevage de crevettes (bassins, système de canalisation, traitement des déchets);</p> <p>4.1 Expansion incontrôlée du territoire aquacole;</p> <p>4.2 Détérioration de la qualité de l'eau marine et déboisement de la forêt de mangrove;</p> <p>4.3 La capacité d'absorption environnementale est atteinte, voire dépassée;</p> <p>4.4 L'élevage de la crevette a des répercussions économiques importantes;</p> <p>4.5 Malgré les risques encourus par l'activité aquacole, 90% des éleveurs souhaitent poursuivre leur exploitation;</p> <p>5.1 Limiter ou freiner l'expansion aquacole;</p> <p>5.2 Proposer des modifications au plan SWI;</p> <p>5.3 Soumettre un schéma de planification pour l'aménagement et la gestion des ressources naturelles.</p>

9.2 Les défis posés par l'expansion aquacole: critique des résultats

Cette recherche nous conduit, premièrement, à confirmer que l'aquaculture moderne telle que pratiquée de nos jours en Thaïlande, c'est-à-dire sur le mode intensif ou semi-intensif la plupart du temps, est souvent la cause d'une dégradation environnementale grave des espaces littoraux. La perte directe en superficie de la forêt de mangrove demeure un des dommages les plus frappants.

Nous reconnaissons également que les bouleversements provoqués par l'aquaculture proviennent des usages concurrentiels et divergents des ressources naturelles. Ceux-ci se répercutent non seulement sur l'avenir environnemental, économique et social du milieu littoral mais ils vont jusqu'à compromettre la propre destinée de l'aquaculture.

Deuxièmement, les études menées dans le site de Kung Krabaen démontrent largement que, dès lors que le seuil de capacité d'accueil du milieu littoral (mer, forêt de mangrove, aquaculture) est atteint, on doit s'attendre à une réduction importante du taux de production aquacole. Il s'agit d'une limite incontournable, à moins d'opter pour des mécanismes d'exploitation plus souples et une gestion douce de l'environnement qui passe par la préservation et l'utilisation intelligente de la forêt de mangrove.

Les défis posés par le développement aquacole se situent donc sur sa capacité de maintenir une exploitation durable ainsi qu'à établir une gestion intégrée en parallèle avec les autres modes d'exploitation du milieu (ou ressources naturelles). Des défis qui constituent un problème qui n'est nullement propre à la Thaïlande mais relève de problèmes qui concernent toutes les nations. En effet, ils sont liés, de manière générale, aux politiques agricoles, à l'incertitude alimentaire, à la gestion de l'eau, à la pauvreté et au poids de la dette extérieure qui empêche d'y échapper. Dans un contexte où l'individu cherche d'abord à satisfaire sa subsistance et où les pays s'efforcent de faire face aux besoins de leur population et de leur développement national, les problèmes liés à l'agriculture et à la gestion des ressources naturelles (forêt de mangrove, crustacés, eau de mer et eau douce) ne se limitent pas à la seule région de l'Asie mais sont le fait

de la plupart des pays du Tiers Monde et même, du monde entier. Ils ne peuvent être traités isolément mais doivent être intégrés dans des schémas de développement plus globaux qui prennent en compte les besoins fondamentaux des populations et les autres éléments des écosystèmes avec lesquels ils sont en étroite interaction.

La grande difficulté qui demeure dans le choix d'une approche durable pour une gestion intégrée des ressources naturelles consiste aujourd'hui dans le choix d'une échelle d'analyse. Quelle est l'approche de gestion appropriée lorsque les défis se présentent à des niveaux différents de perception? L'entendement et l'attitude vis-à-vis du concept de développement durable changent souvent d'aspect selon que l'on se trouve au niveau global, régional ou local. À changer la focale de l'objectif, on modifie la perception du réel.

En effet, le message général véhiculé par le rapport de la commission Brundtland (WCDE, 1987) a induit des interprétations diverses du concept de développement durable selon l'échelle des préoccupations. Ainsi, les besoins d'un pêcheur local ne sont pas les mêmes que celles d'un pêcheur commercial au niveau régional ou d'un entrepreneur au niveau national ou multi-national. De même, l'intérêt et les buts du gestionnaire environnemental peuvent varier selon l'espace d'analyse dans lequel il se positionne.

Ce problème, nous devons l'avouer, est tout de même perceptible dans cette recherche. Bien que nous ayons tenté d'analyser la question aquacole en tenant compte des échelles d'analyse, en passant d'un contexte national à un contexte provincial puis local, nous ne sommes pas parvenus à offrir des solutions en dehors du contexte local. En effet, ces conclusions d'aspect plutôt pratique sont proposées à partir de résultats obtenus à l'échelle locale. Sur un territoire d'analyse plus vaste, ces conclusions peuvent être nuancées. Après une telle recherche, il est dommage de demeurer incertain quand à l'applicabilité exacte des résultats ailleurs que dans le site étudié.

Enfin, un projet de recherche portant sur un sujet tel que l'aquaculture implique une large connaissance des principales composantes du sujet et du terrain à l'étude. Pour un chercheur autonome ceci signifie un bon travail dans la cueillette des données, un discernement du terrain ainsi qu'une bonne compréhension du contexte politique, économique et social du pays étudié.

Comme évoqué lors de la première étape du débat (chapitre III), cette acquisition de données peut, par sa diversité, son manque de standardisation ou le coût d'achat et d'accès aux données, influencer dès le départ l'approche méthodologique et les résultats obtenus. En effet, faute d'information directe et précise, le chercheur se tourne généralement vers des données moins sûres ou moins précises. Ainsi, celui qui cherche à obtenir des informations sur la qualité de l'eau devra le plus souvent s'appuyer sur des informations parallèles.

Dans une perspective analogue, les cartes d'utilisation du sol ou thématiques en Thaïlande comme dans la plupart des pays asiatiques tardent souvent à être élaborées et publiées. Aussi, lorsque le chercheur utilise ce type de données spatiales, il court un risque d'être face à une information dépassée ce qui, inévitablement, affaiblit sa recherche puisqu'elle n'est plus adaptable au contexte du terrain actuel. Aussi, même si les missions de vérification sur le terrain contribuent à diminuer le décalage temporel, elles ne garantissent pas une résolution complète du problème.

Il est donc évident qu'il faut être extrêmement prudent quand il s'agit de mettre en perspective l'ensemble des affirmations avancées. En réalité, la grande limite de cette étude est que la résolution des problèmes évoqués relève davantage d'un niveau de décision fort éloigné de celui de la recherche. Finalement, c'est à ce stade que les chercheurs s'aperçoivent généralement qu'ils n'en sont qu'à leurs débuts puisque leurs propositions doivent finalement être compatibles avec les perspectives et les priorités politiques, socio-économiques et écologiques du pays et des populations concernées. Subsistent donc bien des problèmes fondamentaux dans la seule recherche géographique auxquels les chercheurs doivent continuer à faire face, peut-être même indéfiniment.

9.3 Aquaculture et forêt de mangrove: un regard vers l'avenir

Nous voulons encore croire que le salut de la production aquacole, en Thaïlande ainsi qu'ailleurs, réside dans une exploitation plus modérée qui se fera en harmonie avec la préservation du milieu environnemental. Parce que la durabilité de l'aquaculture en milieu littoral est en jeu, il faut en profiter pour promouvoir le rôle que la forêt de mangrove doit tenir. Alors que le salut de la forêt

de mangrove dépend de l'amélioration des pratiques aquacoles, l'avenir de la production aquacole repose sur un plan d'aménagement holistique et une gestion intégrée des ressources littorales. Un tandem entre l'aquaculture et la forêt de mangrove est ainsi établi, par lequel les deux membres du binôme, aquaculture et forêt de mangrove, se renforcent mutuellement.

La mise en application du concept de développement durable dans la gestion des ressources côtières en Thaïlande demeure donc un défi permanent. Considérant les nombreux intérêts politiques et les influences macro-économiques existantes, on peut s'attendre à ce que les propositions d'aménagement et de gestion intégrée dont les grandes lignes ont été tracées dans le chapitre précédent ne soient pas toutes mises en oeuvre immédiatement et complètement. Vraisemblablement, l'aquaculture, et plus particulièrement la crevetticulture, continueront à avoir un impact négatif, aussi bien sur l'environnement que sur la société, aussi longtemps qu'on n'appliquera pas de façon généralisée et systématique les principes de développement agricole et de production durables.

Cependant, comme les valeurs évoluent également, dans le sens d'une meilleure acceptation et d'une connaissance plus approfondie des notions d'interaction entre les populations et l'environnement, les attitudes politiques elles-aussi changeront et, de plus en plus, seront représentées et défendues par des textes concrets. Les grandes lignes directrices soulignées par le rapport de la GESAMP (1991), le code d'hygiène pratique pour les produits aquacoles (CAC, 1991) et le code de conduite pour une pêche responsable (FAO, 1995 et 1997) peuvent être pris comme des premiers pas sérieux menant au développement de politiques en vue d'une aquaculture durable.

ANNEXE A
Formulaire du questionnaire en anglais

Socio-Economic of shrimp Farmer in Kung Krabaen Bay

Inside Kung Krabaen Bay Project Outside Kung Krabaen Bay Project

1) Socio-economics status:

1.1 How long have you been living and working here?

< 5 years 5-10 years > 10 years

1.2 Where is your place of origin?

1.3 How many people are in your household?

< 5 people 5-8 people > 8 people

1.4 What is the level of your education?

Primary school Secondary school Vocational school
 Bachelor degree No education Other (specify)

1.5 What is your main occupation?

Shrimp farming Fishery Orchard
 Crop Paddy Other (specify)

1.6 What is your secondary occupation?

Shrimp farming Fishery Orchard
 Crop Paddy Other (specify).....

1.7 How long have you been engaged in shrimp farming?

< 5 years 5-10 years > 10 years

1.8 Have you received some training education in shrimp farming before?

yes no

1.9 What is the area of coverage of land used for shrimp farming?

Total area covered by farm:..... rai hectares

Number of ponds:..... ponds

Range of pond sizes:..... rai hectares

1.10 Who is the owner of the shrimp ponds?

- His/her own ponds (go to Q. 1.12)
- Relatives
- Private company
- Other (specify).....

1.11 Where does the owner come from?

- This studied area
- Chantaburi Province
- Tha Mai District
- Other (specify).....

1.12 How much rent do you pay?

- Total of Bath/rai/ year
- Free of charge

1.13 What was the previous use of these shrimp ponds?

- Mangrove forest
- Paddy field
- Salt field
- Fallow field
- Orchard
- Other (specify).....

1.14 Why did you change your occupation to shrimp farming?

- Higher income
- Participate Kung Krabaen Bay Project
- Advised by friends
- Other (specify).....

1.15 Approximately, what is your annual income?

Source of income	Amount (Bath)
------------------	---------------

Agriculture:

- a) Paddy
- b) Orchard
- c) Other (specify).....

Fishery:

- a) Marine culture
- b) Shrimp culture
- c) Other (specify).....

Non farm income:

- d) Specify:

1.17 Do you make use of the mangrove forest in any way? Reason.....

2) Method and Management of Shrimp Culture:

2.1 How many crops of shrimp do you raise in one year? crops

2.2 With each crop, how many ponds do you use?

All ponds

Use..... ponds

2.3 What is the culture period and the cropping calendar of your shrimp farming in each cycle?

1st crop During..... Preparation.....days Culture.....days

2nd crop During..... Preparation.....days Culture.....days

2.4 What is the density of fry stocking pls/pond pls/rai

2.5 Approximately, how much production and how much value of shrimp was there per crop over the last year?

Crop	Production (Kg)	Value (Bath/Kg)	Note
1 st crop
2 nd crop

2.6 Approximately how much expenditure for raising shrimp was there with each crop over the last year?

Items	Cost (Bath)

Capital cost:

- a) Land rental

Operational cost:

- a) Equipment maintenance
- b) Fuel
- c) Electricity
- d) Labour
- e) Fee for cleaning bottom with high pressure hose
- f) Seed
- g) Feed
- h) Antibiotic
- i) Other (specify).....

2.7 Sources of investment?

2.8 How do you sell the shrimp?

- Local buyer sale in the market
 Other (specify).....

2.9 In comparison with current expenditure, do you regard your income from shrimp farming as profitable?

- Yes No
 depend on certain factor, (specify).....

2.10 What types and how many kilograms of feed do you use for one production crop?

- Complete dried feed Kg
 Fresh feed Kg

2.11 During the culture period, do you use any chemicals?

- Yes (specify)..... No

2.12 During the culture period, do you use any antibiotics?

- Yes (specify)..... No

2.13 Approximately, how frequent are the water exchanges in the case of your shrimp farming?

- 0-1 month times 3-4 month times
 1-2 month times 4 month until harvest..... times
 2-3 month times

2.14 Where is the pond effluent discharged?

- Drainage canals Rice fields
 Seashore Settling pond
 Other (specify).....

2.15 What are some problems in raising shrimp

Items	No problem	Uncertain	Some problems
Shrimp disease
Pumping seawater
Water pollution
Place of dumping bottom sediment

2.16 When you have a problem, how do solve it?

- Consult neighbor Consult extension officer
 Other (specify)

2.17 Do you have special help from technicians or consultants, how many times per year?

- no yestimes/year

2.18 Approximately how many centimetres of sediment deposition is there with each crop?
cm

2.19 How do you treat the bottom sediment of the pond?

- Dry the pond but no washing Washing the bottom by high pressure hose
 Other (specify).....

2.20 How long do you dry the ponds before starting a new crop?
days

2.21 Where is the sludge from washing bottom sediment discharged?

- Drainage canals Rice fields
 Seashore Settling pond
 Other (specify).....

2.22 Where do you dump the sediment?

- Left in settling pond (go to Q 2.23) Rice field (go to Q 3.2)
 Unused shrimp pond (go to Q 3.2) Piled up along pond dike (go to Q 3.2)
 Other (specify)..... (go to Q 3.2)

2.23 What was the previous usage of the settling pond?

- Shrimp pond Unused shrimp pond Other (specify).....

2.24 What is the approximate area and depth of your settling pond?

Arearaihectares Depth.....meters

2.25 Do you discharge the cleared effluent from sludge?

- Yes, after Days/hours (go to Q 2.26)
 No

2.26 Where is the cleared effluent from sludge discharged?

- Drainage canals Rice fields
 Seashore Other (specify).....

3) Attitude of farmers towards shrimp farming, mangrove forest and government policies:

3.1 Do you consider your income from shrimp farming to be adequate?

- Yes No Uncertain

3.2 Do you think that you will continue on in shrimp farming?

- Yes, reason.....
 No, reason.....
 Uncertain.....

3.3 What is your opinion about shrimp farming in the future?

- Promising, reason
 To be reduce, reason
 To be moderately good, reason
 Uncertain.....

3.4 Do you know about the following policies and legislation related on shrimp farming?

Items	Yes	No
a) Mangrove land use zoning policy
b) Preservation and reforestation of mangrove forests
c) Registration of shrimp farms
d) Settling pond construction by owner
e) Prohibition of sludge discharge into public waters

3.5 What is your opinion on these policies or legislations

Items	Agree	Partly agree	Not agree	Reason for not agree
a) Mangrove land use zoning policy
b) Preservation and reforestation of mangrove forest
c) Registration of shrimp farm
d) Settling pond construction by owner
e) Prohibition of sludge discharge to public waters

3.6 a) Do you use the seawater irrigation system?

Yes, reason No, reason

b) What is the maximum fee per year that you pay?
.....Bath

3.7 a) If there is a central waste treatment system, would you use this service?

Yes No Uncertain

b) What is the maximum fee per year that you willing to pay?
.....Bath

3.9 Do you think it's important to conserve healthy mangrove forests? Why?

.....
.....

3.10 Do you consider your proximity to mangrove forest as an advantage?

Yes No Uncertain

3.11 Do you think there is a relation or link between mangrove forest conservation and shrimp farming productivity?

Yes No Uncertain

3.12 After seeing the proposed plan for an integrated coastal resource in Kung Krabaen Bay, do you think that this plan would resolve your problems? Why?

.....
.....

3.13 If the main suggestion given from the new plan coastal management is to reforest more mangrove forest all around the bay, would you agree and participate?

Yes No Uncertain

3.14 Do you believe that mangrove forest could resolve a lot of water pollution problems?

Yes No Uncertain

3.15 Do you have any personal suggestion to give to improve this proposed plan?

.....
.....

3.16 Do you have any question or other comments to give?

.....
.....
.....

1.9 ขนาดพื้นที่ที่ใช้สำหรับเป็นนาทุ่ง

พื้นที่ทั้งหมด:..... ไร่ hectares

จำนวนบ่อ:..... บ่อ

ขนาดของบ่อ:..... ไร่ hectares

1.10 เจ้าของนาทุ่ง?

 เป็นเจ้าของเอง (คถบข้อ 1.12) บริษัทเอกชน เป็นหุ้นส่วน, เครือญาติ อื่นๆ (โปรดระบุ)

1.11 เจ้าของนาทุ่งมาจากที่ใด

 คนท้องถิ่น อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ที่อื่น (โปรดระบุ)

1.12 ถ้าเช่าพื้นที่ ท่านจ่ายค่าเช่าทำไค

 บาท/ไร่/ปี ไม่เสียค่าใช้จ่าย

1.13 บริเวณพื้นที่นาทุ่งเคยทำกิจกรรมใดมาก่อน

 ป่าชายเลน นาข้าว นาเกลือ ที่รกร้างว่างเปล่า สวนผลไม้ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

1.14 ทำไมท่านเปลี่ยนอาชีพเดิมมาทำนาทุ่ง

 รายได้ดีกว่า เพื่อนแนะนำ ต้องการเข้าร่วมในโครงการหลวง อื่นๆ (โปรดระบุ).....

1.15 รายได้โดยประมาณของท่าน

แหล่งของรายได้

จำนวนเงิน (บาท)

การเกษตร

ก. นาข้าว

.....

ข. สวนผลไม้

.....

ค. อื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

การประเมิน

- ก. การประเมินน้ำเค็ม
- ข. การเพาะเลี้ยงกุ้ง
- ค. อื่นๆ (โปรดระบุ)

เงินจากแหล่งอื่นๆ

โปรดระบุ:

1.17 ท่านใช้ประโยชน์จากป้าชายเลนทางอื่นหรือไม่ อย่างไร.....

.....

2) วิธีการจัดการในการทำนากุ้ง:

2.1 ใน 1 ปี ท่านทำนากุ้งกี่ครั้ง (รอบ)

2.2 ในการทำนากุ้ง 1 รอบ ท่านใช้นากุ้งจำนวนกี่บ่อ

ใช้ทุกบ่อ

ใช้..... บ่อ

2.3 ระยะเวลาของการเลี้ยงกุ้งในแต่ละรอบ

รอบที่ 1 ในช่วง..... เตรียมการ.....วัน เพาะเลี้ยง.....วัน

รอบที่ 2 ในช่วง..... เตรียมการ.....วัน เพาะเลี้ยง.....วัน

รอบที่ 3 ในช่วง..... เตรียมการ.....วัน เพาะเลี้ยง.....วัน

รอบที่ 4 ในช่วง..... เตรียมการ.....วัน เพาะเลี้ยง.....วัน

2.4 ความหนาแน่นของกุ้งที่ปล่อย..... ตัว/บ่อ ตัว/ไร่

2.5 ปริมาณผลผลิตและมูลค่าของกุ้งในแต่ละรอบในปีที่ผ่านมา

รอบ	ผลผลิต (กก)	มูลค่า (บาท/กก)	หมายเหตุ
1
2
3
4

2.18 ความหนาของตะกอนต่อการทำนาถุ้ง 1 รอบ ประมาณ ซม.

2.19 ท่านทำอย่างไรกับตะกอนที่พื้นบ่อ

- ตากบ่อ แต่ไม่ล้าง ถัดตะกอนทิ้งโดยหัวฉีดแรงสูง
- อื่นๆ (โปรดระบุ)

2.20 ท่านตากบ่อนานเท่าใดก่อนที่จะเลี้ยงกุ้งรอบใหม่วัน

2.21 ท่านทิ้งโคลนในนาถุ้ง (ตอนทำความสะอาดบ่อ) ไปยังที่ใด

- ลากตองข้างเคียง นาข้าว
- ลงสู่ทะเล บ่อพักน้ำ
- อื่นๆ (โปรดระบุ)

2.22 ท่านทิ้งตะกอนนาถุ้งไปยังที่ใด

- ทิ้งในบ่อพักน้ำ (ไปคำถาม 2.23) นาข้าว (ไปคำถาม 3.2)
- นาถุ้งที่ไม่ได้ใช้ (ไปคำถาม 3.2) ดมที่คันดินขอบบ่อ (ไปคำถาม 3.2)
- อื่นๆ (โปรดระบุ) (ไปคำถาม 3.2)

2.23 ก่อนที่จะเป็นบ่อพักน้ำ พื้นที่นี้ใช้ประโยชน์อย่างไร

- นาถุ้ง นาถุ้งที่ไม่ใช้แล้ว อื่นๆ (โปรดระบุ)

2.24 ขนาดและความลึกของบ่อพักน้ำ

พื้นที่ไร่hectares ความลึก.....เมตร

2.25 ท่านระบายน้ำเสียจากบ่อพักน้ำหรือไม่

- ใช่ หลังจาก..... วัน/ชั่วโมง (ตอบคำถาม 3.6)
- ไม่

2.26 ถ้าระบายน้ำเสียทิ้ง ท่านทิ้งไปที่ใด

- คลองระบายน้ำ นาข้าว
- ลงทะเล อื่นๆ (โปรดระบุ)

3)ทัศนคติของเกษตรกรทำนาถั่วที่มีต่อการทำนาถั่ว ป่าชายเลนและนโยบายของรัฐบาล

3.1 ท่านคิดว่ารายได้จากการทำนาถั่วเพียงพอ

- ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ

3.2 ท่านคิดว่าจะทำนาถั่วต่อไปหรือไม่

- ใช่ (เหตุผล).....
- ไม่ใช่ (เหตุผล).....
- ไม่แน่ใจ

3.3 ท่านคิดอย่างไรกับการทำนาถั่วในอนาคต

- ยังน่าสนใจ (เหตุผล).....
- ลดลง (เหตุผล)
- คงจะทรงตัว (เหตุผล).....
- ไม่แน่ใจ

3.4 ท่านทราบนโยบายและข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการทำนาถั่วหรือไม่

รายการ	ทราบ	ไม่ทราบ
ก. นโยบายการแบ่งเขตใช้ประโยชน์ของป่าชายเลน
ข. การอนุรักษ์และการปลูกสร้างสวนป่าไม้ชายเลน
ค. การจดทะเบียนนาถั่ว
ง. การสร้างบ่อพักโดยเจ้าของบ่อ
จ. การห้ามทิ้งโคลนลงในพื้นที่ทางน้ำสาธารณะ

3.5 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อนโยบายและข้อกฎหมายเหล่านี้

รายการ	เห็นด้วย - ก่อนข้างเห็นด้วย - ไม่เห็นด้วย - เหตุผลที่ไม่เห็นด้วย
ก. นโยบายการแบ่งเขตใช้ประโยชน์ของป่าชายเลน
ข. การอนุรักษ์และการปลูกสร้างสวนป่าไม้ชายเลน
ค. การจดทะเบียนนาถั่ว

- ง. การสร้างบ่อพักโดยเจ้าของบ่อ
- จ. การห้ามทิ้งโคลนลงในพื้นที่ทาง
น้ำสาธารณะ
-

3.6 ก. ท่านใช้ประโยชน์จากระบบชลประทานน้ำเค็มหรือไม่

- ใช่ (เหตุผล) ไม่ใช่ (เหตุผล).....

ข. ค่าใช้จ่ายต่อปีบาท

3.7 ก. ถ้ามีระบบการกำจัดของเสียส่วนกลาง ท่านจะใช้บริการหรือไม่

- ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ

ข. ท่านคิดว่าจะสามารถจ่ายได้เท่าไร?บาท

3.9 ท่านคิดว่ามีความจำเป็นหรือไม่ ที่จะตั้งอนุรักษ์ป่าชายเลน (มี/ไม่มี เหตุผล)

.....
.....

3.10 ท่านคิดหรือไม่ว่าการที่อยู่ใกล้ชิดกับป่าชายเลนถือเป็นความได้เปรียบ

- ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ

3.11 ท่านคิดว่าการอนุรักษ์ป่าชายเลนมีความเกี่ยวข้องกับผลผลิตของการทำนากุ้งหรือไม่

- ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ

3.12 หลังจากที่ท่านทราบแผนงานสำหรับการจัดการทรัพยากรชายฝั่งแบบเบ็ดเสร็จในพื้นที่อ่าวกึ่งกระเบนแล้ว ท่านคิดว่าแผนการนี้จะสามารถแก้ไขปัญหาน้ำเน่าเสียได้หรือไม่

.....
.....

3.13 ถ้าแผนงานดังกล่าวสรุปว่าต้องปลูกป่าชายเลนมากขึ้นตลอดแนวอ่าว ท่านจะเห็นด้วยและเข้าร่วมโครงการหรือไม่

- เชื่อ ไม่เชื่อ ไม่แน่ใจ

3.14 ท่านเชื่อหรือไม่ว่าป่าชายเลนสามารถช่วยแก้ไขปัญหาน้ำเน่าเสียได้

- เชื่อ ไม่เชื่อ ไม่แน่ใจ

3.15 ท่านมีข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่จะช่วยปรับปรุงแบบสอบถามนี้หรือไม่

.....
.....

3.16 ท่านมีคำถามหรือข้อคิดเห็นอื่นหรือไม่

.....
.....
.....

ANNEXE C

Répertoire photographique

Photo 1: Vue aérienne de la baie de Kung Krabaen, 1998.	302
Photo 2: Vue du site d'étude du sommet de la montagne de Kung Krabaen.	302
Photo 3: Baie, forêt de mangrove, bassins d'élevage de crevettes, riziculture et forêt sèche de montagne.	303
Photo 4: Récolte du riz dans le district de Thamai.	303
Photo 5: Bassin d'élevage de crevette et système d'aération à pédalo.	303
Photo 6: Les champs de paddy au pied de la montagne.	303
Photo 7: Hévéaculture dans le district de Thamai.	304
Photo 8: Pêche traditionnelle dans la baie de Kung Krabaen	304
Photo 9: Réparation et entretien du matériel de pêche.	304
Photo 10: Produits désinfectants utilisés lors de l'élevage des crevettes.	305
Photo 11: Autres produits désinfectants.	305
Photo 12: Autres produits désinfectants.	305
Photo 13: Autres produits désinfectants.	305
Photo 14: Préparation d'aliments naturels pour les crevettes.	306
Photo 15: Alimentation industrielle pour les crevettes.	306
Photo 16: Préparation d'aliments naturels pour les crevettes.	306
Photo 17: Alimentation industrielle pour les crevettes.	306
Photo 18: Contrôle de croissance des crevettes lors de l'élevage.	306
Photo 19: Croissance des crevettes lors de l'élevage, stade 1.	307
Photo 20: Croissance des crevettes lors de l'élevage, stade 2.	307
Photo 21: Croissance des crevettes lors de l'élevage, stade 3.	307
Photo 22: Moteur à fuel pour le fonctionnement du système d'aération.	308
Photo 23: Système de pédalo pour l'aération des bassins d'élevage.	308
Photo 24: Pompage des eaux du bassin vers le système de canalisation.	308
Photo 25: Pompage des eaux du bassin directement dans la forêt de mangrove.	308
Photo 26: Récolte des crevettes après l'évacuation des eaux usées du bassin d'élevage.	309
Photo 27: Récolte des crevettes.	309
Photo 28: Triage des crevettes suite à leur récolte.	309
Photo 29: Pesée des crevettes.	309
Photo 30: Crevettes triées selon leur poids.	309

Photo 31: Nettoyage du fond des bassins d'élevage à l'aide d'arrosiers à haute pression.	310
Photo 32: Nettoyage des pédalos d'aération à l'aide d'arrosiers à haute pression.	310
Photo 33: Séchage du fond des bassins d'élevage.	310
Photo 34: Porte de sortie des eaux usées vers le canal de drainage qui longe la forêt de mangrove.	311
Photo 35: Canal de drainage entre deux fermes d'élevage de crevettes.	311
Photo 36: Signes de pollution: tâches d'huile dans le canal de drainage.	311
Photo 37: Signes de pollution: mort précoce des poissons.	311
Photo 38: Ferme privée d'élevage de crevettes.	312
Photo 39: Publicité pour une ferme privée d'élevage de crevettes.	312
Photo 40: Vente de crevettes sur le marché local dans la ville de Chantaburi.	312
Photo 41: Jeunes <i>Rhizophora apiculata</i> formant l'avant-mangrove sur la baie de Kung Krabaen à marée haute.	313
Photo 42: Plantation de <i>Rhizophora</i> dans la baie de Kung Krabaen à marée haute.	313
Photo 43: Baie, forêt de mangrove (<i>R. apiculata</i> et <i>Lumnitzera</i>) et montagne de Kung Krabaen.	313
Photo 44: Système de racines aériennes chez le <i>R. apiculata</i> mixte, baie de Kung Krabaen à marée basse.	313
Photo 45: Processus de déboisement de la forêt de mangrove en bordure nord de la baie de Kung Krabaen.	314
Photo 46: Construction récente d'un bassin d'élevage de crevettes sur la bordure nord de la baie de Kung Krabaen.	314
Photo 47: Etablissement d'une ferme privée d'élevage de crevettes sur la bordure nord de la baie de Kung Krabaen.	314
Photo 48: Propriétaires d'une petite ferme privée d'élevage de crevettes.	314
Photo 49: Grande ferme privée d'élevage de crevettes.	315
Photo 50: Magasin général de produits aquacoles.	315
Photo 51: Spécimens de mangrove dans un bassin d'élevage de crevettes.	315
Photo 52: Processus d'enquête auprès des aquaculteurs.	316
Photo 53: Pierres précieuses sur le questionnaire d'enquête.	316



Photo 1: Vue aérienne de la baie de Kung Krabaen, 1998.
(cliché du Centre d'Études et de Développement de Kung Krabaen, 1998)



Photo 2: Vue du site d'étude du sommet de la montagne de Kung Krabaen.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)

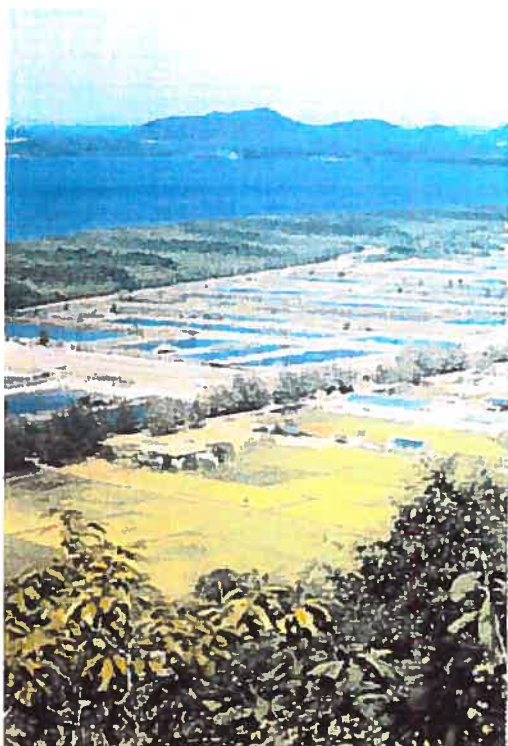


Photo 3: Baie, forêt de mangrove, bassins d'élevage de crevettes, riziculture et forêt sèche de montagne.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 5: Bassin d'élevage de crevette et système d'aération à pédalo.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 4: Récolte du riz dans le district de Thamai.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 6: Les champs de paddy au pied de la montagne.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 7: Hévéaculture dans le district de Thamaï.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 8: Pêche traditionnelle dans la baie de Kung Krabaen.

(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 9: Réparation et entretien du matériel de pêche.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 10: Produits désinfectants utilisés
lors de l'élevage des crevettes.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 12: Autres produits désinfectants.
(cliché E. Dricot, juin 2001)

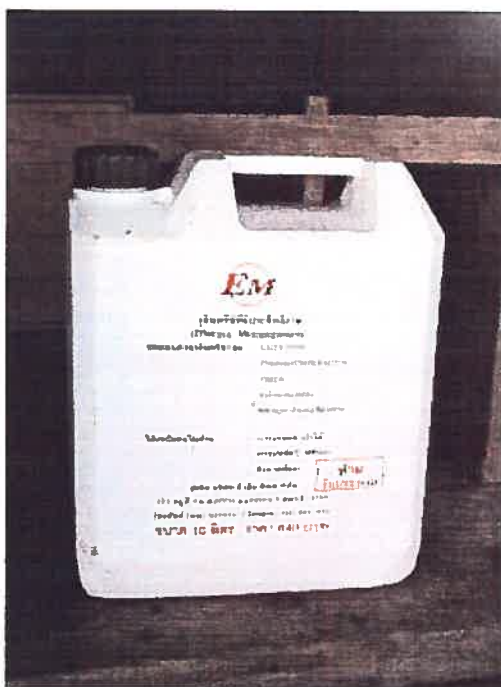


Photo 11: Autres produits désinfectants.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 13: Autres produits désinfectants.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 14: Préparation d'aliments naturels pour les crevettes.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 16: Préparation d'aliments naturels pour les crevettes.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 15: Alimentation industrielle pour les crevettes.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 17: Alimentation industrielle pour les crevettes.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 18: Contrôle de croissance des crevettes lors de l'élevage.
(cliché E. Dricot, juin 2001)

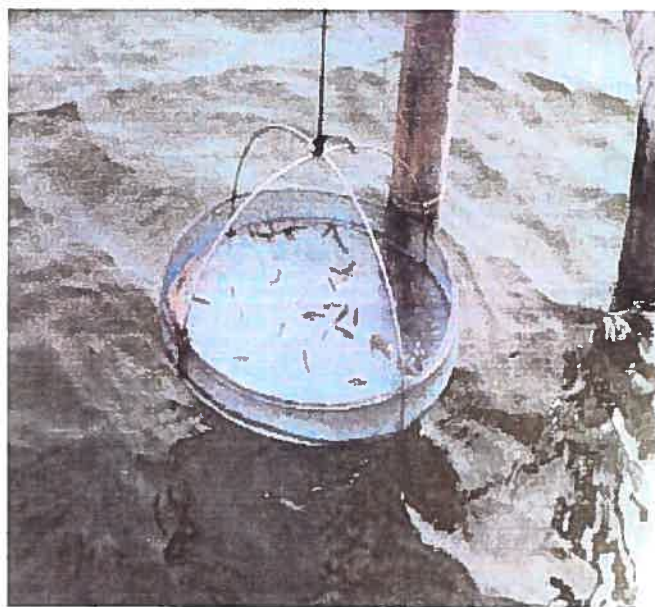


Photo 19: Croissance des crevettes lors de l'élevage, stade 1.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 20: Croissance des crevettes lors de l'élevage, stade 2.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 21: Croissance des crevettes lors de l'élevage, stade 3.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 22: Moteur à fuel pour le fonctionnement du système d'aération.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 24: Pompage des eaux du bassin vers le système de canalisation.

(cliché E. Dricot, juin 2001)

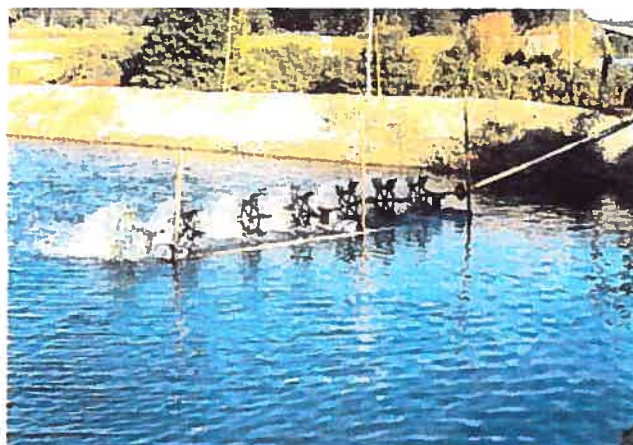


Photo 23: Système de pédalo pour l'aération des bassins d'élevage.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 25: Pompage des eaux du bassin directement dans la forêt de mangrove.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 26: Récolte des crevettes après l'évacuation des eaux usées du bassin d'élevage.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 27: Récolte des crevettes.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 28: Triage des crevettes suite à leur récolte.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 29: Pesée des crevettes.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 30: Crevettes triées selon leur poids.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 31: Nettoyage du fond des bassins d'élevage à l'aide d'arrosiers à haute pression.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 32: Nettoyage des pédalos d'aération à l'aide d'arrosiers à haute pression.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 33: Séchage du fond des bassins d'élevage.
(cliché E. Dricot, juin, 2001)



Photo 34: Porte de sortie des eaux usées vers le canal de drainage qui longe la forêt de mangrove.
(cliché E. Dricot, juin, 2001)



Photo 36: Signes de pollution: tâches d'huile dans le canal de drainage.
(cliché E. Dricot, juin, 2001)



Photo 35: Canal de drainage entre deux fermes d'élevage de crevettes.
(cliché E. Dricot, juin, 2001)



Photo 37: Signes de pollution: mort précoce des poissons.
(cliché E. Dricot, juin, 2001)



Photo 38: Ferme privée d'élevage de crevettes.
(cliché E. Dricot, juin, 2001)



Photo 39: Publicité pour une ferme privée
d'élevage de crevettes.
(cliché E. Dricot, juin, 2001)



Photo 40: Vente de crevettes sur le
marché local dans la ville de Chantaburi.
(cliché E. Dricot, juin, 2001)



Photo 41: Jeunes *Rhizophora apiculata* formant l'avant-mangrove sur la baie de Kung Krabaen à marée haute.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 43: Baie, forêt de mangrove (*R. apiculata* et *Lumnitzera*) et montagne de Kung Krabaen.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 42: Plantation de *Rhizophora* dans la baie de Kung Krabaen à marée haute.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 44: Système de racines aériennes chez le *R. apiculata* mixte, baie de Kung Krabaen à marée basse.
(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 45: Processus de déboisement de la forêt de mangrove en bordure nord de la baie de Kung Krabaen.

(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 46: Construction récente d'un bassin d'élevage de crevettes sur la bordure nord de la baie de Kung Krabaen.

(cliché E. Dricot, novembre 2000)



Photo 47: Etablissement d'une ferme privée d'élevage de crevettes sur la bordure nord de la baie de Kung Krabaen.

(cliché E. Dricot, juin 2001)

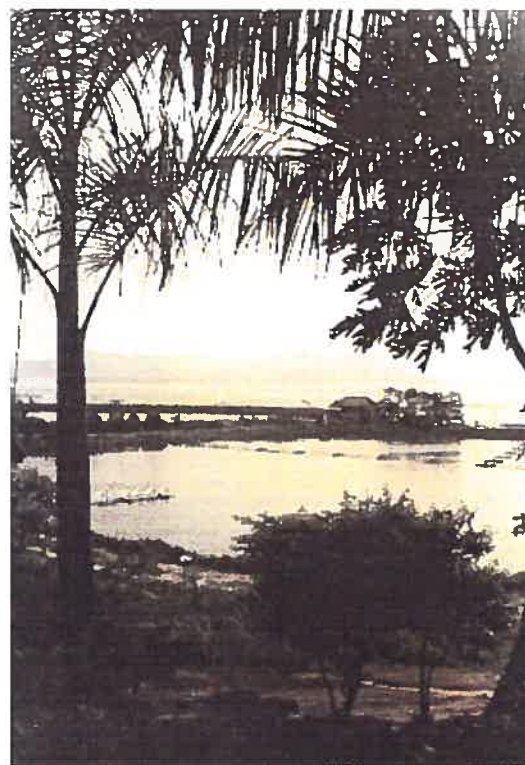


Photo 48: Vue d'une ferme privée d'élevage de crevettes en bordure nord de la baie de Kung Krabaen.

(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 49: Propriétaires d'une petite ferme privée d'élevage de crevettes.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 51: Magasin général de produits aquacoles.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 50: Grande ferme privée d'élevage de crevettes.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 52: Spécimens de mangrove dans un bassin d'élevage de crevettes.
(cliché E. Dricot, juin 2001)



Photo 53: Processus d'enquête auprès des aquaculteurs.

(cliché E. Dricot, juin 2001)

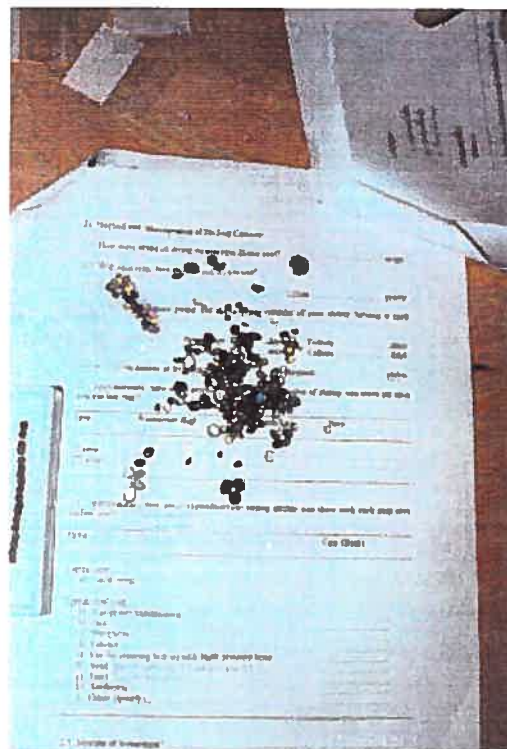


Photo 54: Pierres précieuses sur le questionnaire d'enquête.

(cliché E. Dricot, juin 2001)

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS, W. M. (1990). *Green Development, Environment and Sustainability in the Third World*. Londres, Routledge.
- AGUILAR-MANJARREZ, J. et ROSS, L. G. (1995). GIS Enhances Aquaculture Development. *GIS World*, vol. 8, n° 3, pp. 53-56.
- AIT, Asian Institute of Technology (1994). Partners in development, the promotion of sustainable aquaculture. Bangkok, AIT. Texte consulté sur le site internet <http://www.agri-aqua.ait.ac.th/AQUA/readings> en décembre 2002.
- AIT, Asian Institute of Technology (1997). Issues in developing fish seed supply. Bangkok, Policy Paper n°1. AIT Aqua Outreach. Texte consulté sur le site internet <http://www.agri-aqua.ait.ac.th/AQUA/readings> en décembre 2002.
- ALLEN, R. (1980). *How to Save the World*. London, Kogan Page.
- ALLEN, J.C., BARNES D.F. (1985). The Causes of Deforestation in Developing Country. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 75, n° 2, pp. 163-184.
- AKSORNKOAE, S. et KONGSANGCHAI, J. (1982). Mangrove Forest in Thailand. Bangkok, Département Royal de Foresterie de Thaïlande, 38p.
- AKSORNKOAE, S. et EIUMNOH (1988). Mangrove forest. In Paw et al. (éds.), *The Coastal Environmental Profile of ban Don Bay and Phangha Bay, Thailand*. Manille, ICLARM, pp. 21-26.
- AKSORNKOAE, S. (1989). Management and Conservation of Mangrove Resources for Coastal Development in the Southeast Asian Nations. In Chua Thia-Eng et Daniel Pauly (éds.), *Coastal Area Management in Southeast Asia: Policies, Management Strategies and Case Studies*. Manille, ICLARM, pp. 11-15.
- AKSORNKOE, S. (1991). Evaluation of the mangrove Development potential of Phangha and Ban Don Bays for the Coastal Zone Management of Thailand. In *Towards An Integrated Management of Tropical Coastal resources*.
- AKSORNKOAE, S. et al. (1992). Mangrove for Charcoal. A Vanishing Sustainable Woodfuel Resource System: The Case of Yeesarn, Upper Gulf of Thailand. Document préparé pour le Regional Wood Energy Development Programme in Asia. Bangkok, FAO, 41p.
- AKSORNKOAE, S. (1993). *Ecology and Management of Mangroves*. Bangkok, The IUCN Wetlands Programme, 176p.
- AKSORNKOAE, S. (1996). Problems of Mangrove Degradation. In Khemnark, C. (éd.), *Ecology and Management of Mangrove Restoration and Regeneration in East and Southeast Asia*. Proceedings of the ECOTONE IV. Bangkok, Université de Kasetart, pp. 97-118.
- ANDRÉ, P. (1993). Le développement durable et l'environnement rural: utopie ou réalité? In Bryant et Marois (1993). *The Sustainability of Rural Systems / Le développement durable et les systèmes ruraux*. Québec, Université de Montréal, pp. 36-48.
- ANON (1973). *Shrimp Farming in Thailand*. Bangkok, Ministère de l'Agriculture, Département des Pêches.
- ANON (1990). Biological Treatment of Water for Shrimp Culture. In *Asian Shrimp News Collected Volumes 1989-1995*. Bangkok, Asian Shrimp Culture Council, pp.43.
- ANON (1992). *Water Quality and Shrimp Culture*. Bangkok, Asian Shrimp Culture Council, Asian Shrimp News Collected Volumes 1989-1995, pp. 50-51.

- AOSOOMBOON, P., LOHAKARN, N. et PUNYANADEJ, E. (1984). Survey of the Present Status of Small-scale Marine Fisheries at Satun Province. *Thai Fish*, vol. 37, no 4, pp. 304-315.
- APRIETO, V. L. (1981). *Fishery Management and Extended Maritime Jurisdiction: The Philippine Tuna Fishery Situation*. East-West Environmental and Policy Institute Research Report, n° 4.
- APRIETO, V. L. (1990). *The Law of the Sea: Responsibilities and Implications for Philippine Fisheries*. *Fisheries Research Journal of the Philippines*, vol. 15, no 1 et 2.
- A.R.R.I, Aquatic Resources Research Institute (1995). *Coastal Aquaculture Planning for Phanga and Krabi Province*. Final Report Submitted to the Office of Environmental Policy and Planning (OEPP). Bangkok, Chulalongkorn University.
- ARTACHINDA, S. (1979). Domestic Marketing of Thai Shrimp and Market Potential for export. In *Economics of Aquaculture, Sea Fishing and Coastal Resource Use in Asia*. Bangkok, Université de Kasertart.
- ASIAN DEVELOPMENT BANK (1992). Mangrove Forest. A Valuable Bit Threatened Indo-Pacific Resource. Agriculture Department, n° 5, 42p.
- ASIAN DEVELOPMENT BANK (1998). *Statistical Data of DMCs*. <http://www.internotes.asiandevbank.org>
- BAILEY, C. (1985). The Blue Revolution: The Impact of Technological Innovation on Third-World Fisheries. *The Rural Sociologist*, vol. 5, n° 4, pp. 259-266.
- BAILEY (1987a). *Marine Fisheries Management and Development: Policies and Programs*. Manille, ICLARM studies, no 10, pp.89-102.
- BAILEY (1987b). *Socioeconomic Factors Affecting Small-Scale Fisheries Development*. *Marine Capture Fisheries*. Manille, ICLARM studies, no 10, pp.139-167.
- BAILEY, C. (1987c). Social Consequences of Excess Fishing Effort. In *Proceedings, Symposium on the Exploitation and Management of Marine Fishery Resources in Southeast Asia*. Bangkok, FAO RAPA Report.
- BAILEY, C. (1988). The Social Consequences of Tropical Shrimp Mariculture Development. *Ocean and Shoreline Management*, vol. 11, pp. 31-44.
- BAILEY, C. et SKLADANY, M. (1991). *Aquacultural Development in Tropical Asia: A Re-evaluation*. *Natural Resources Forum*, n° 15, pp. 66-73. *the Philippines*.
- BALUYOT, E. A. (1987). Recent developments in Inland Fisheries and Aquaculture in Bangkok. Bangkok, FAO Fisheries Report, n° 370, pp. 216-235.
- BALUYOT, E. A. (1989). A Regional Survey of the Aquaculture Sector in East Asia. *Aquaculture development and Coordination Program*. Bangkok, FAO Fisheries Report *ADCP/REP*, vol.88, n° 43, 90p.
- BANQUE DE DEVELOPPMENT ASIATIQUE (1998)*. *Statistical Data of DMCs*. <http://www.internotes.asiandevbank.org>
- BANQUE MONDIALE (1991). *Tropical Aquaculture Development*. Washington. World Bank Technical Paper, n° 151.
- BANQUE MONDIALE et MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DES COOPERATIVES DE LA THAÏLANDE (1995). *Pre-investment Study for a Coastal Resources Management Program in Thailand*. *Draft Final Report*. Bangkok, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 217p.
- BARDACH, J. E. (1997). *Sustainable Aquaculture*. Honolulu, The East-West Center, John Wiley & Sons, Inc, 251p.
- BARG, U. C. (1992). *Guidelines for the Promotion of Environmental Management of Coastal Aquaculture Development*. FAO fisheries technical paper 328. Rome, FAO, 121p.

- BARKER, R. et al. (1985). *The Rice Economy of Asia*. Washington, Resources for the Future, 324p.
- BASU, P. (1981). *Present State of Small-Scale Fisheries and Aquaculture and Scope of their Development Under the Rural Development Programmes in Gujarat State*. CMFRI Bulletin, n° 30-B, pp. 1-3.
- BERNARD, S. (1994). *L'évolution récente du couvert forestier de l'Asie du Sud-Est: essai cartographique et analyse statistique*. In Rodolphe De Koninck (dir.) *Le défi forestier en Asie du Sud-Est/The Challenge of the Forest in Southeast Asia*. Québec, Documents du GÉRAC, vol. 7, pp. 17-32.
- BERNARD, S. (1995). *Le défi forestier dans la péninsule de Malaisie: contribution à l'étude des processus de transformation et de mise en valeur des espaces forestiers de l'état de Pahang*. Québec, Université Laval, mémoire de maîtrise non publié, 125p.
- BEVERIDGE, M., ROSS, L. et KELLY, I. (1994). *Aquaculture and Biodiversity*. *Ambio*, vol. 23, pp. 497-502.
- BEVERIDGE, M., PHILLIPS, M. et MACINTOSH, D. (1997). *Aquaculture and the Environment: the Supply of and Demand for Environmental Goods and Services by Asian Aquaculture and the Implications for Sustainability*. *Aquaculture Research*, vol. 28, pp. 797-807.
- BHUKASWAN, T. (1982). *Two hundred years of Thai Fisheries in the Rattaankosin*. *Thai Fisheries*, vol. 35, n° 3, pp. 233-248.
- BHUKASWAN, T. (1985). *The Nam Pong Basin (Thailand): Inland Fisheries in Multiple Purpose River basin planning and Development in Tropical Asian Countries. Three Case Studies*. Bangkok, F.A.O. Fisheries Technical Paper 265.
- BLAIKIE, P. et BROOKFIELD, H. (1987). *Land Degradation and Society*. Londres et New York, Methuen.
- BLASCO et al. (1980). *Les rivages tropicaux. Mangroves d'Afrique et d'Asie*. Bordeaux, Centre d'étude de géographie tropicale, 246p.
- BLANADET, R. (1992). *L'Asie du Sud-Est. Nouvelle puissance économique*. Nancy, Presses Universitaires de Nancy, 344p.
- BLUNDEN, G.; MORAN, W.; COKLIN, C. (1995). *Sustainability, Real Regulation, Scale and Context*. In *Geographical Perspectives on Sustainable Rural Systems. Proceedings of the Tsukaba International Conference on the Sustainability of Rural Systems*. Japon, Kaisei Publications, pp. 26-35
- BONE R. R. (2002). *The Regional Geography of Canada*. Don Mills, ON: Oxford University Press.
- BOONCHUWONG, P. (1994). *Options for Coastal resource management. Socio-economics Issues in Coastal Fisheries Management*. Bangkok, FAO, Proceedings of the IPFC Symposium, pp. 340-379.
- BOONYARATPALIN, M., McCOY, E. W. et CHITTAPALAPONG, T. (1985). *Snakehead Culture and its Socioeconomics in Thailand*. Bangkok, NACA, 30p.
- BOXER, B. (1984). *Marine Science and Society in China*. *Oceanus*, vol 27, n° 1, pp. 47-53.
- BOYD, C. E., MUNSIRI, P. et HAJEK, B. F. (1994). *Compositio of Sediment from Intensive Shrimp Ponds in Thailand*. *World Aquaculture*, vol. 25, pp. 53-55.
- BREWER, W. A. et CORBIN, J. S. (1984). *Aquaculture Development for the Pacific Islands. The Emerging Marine Economy of the Pacific*, pp.153-175.
- BRIGGS, M. R. P. (1994). *Unsustainable Shrimp Culture: Cause and Solutions from Experience in Thailand*. In Briggs et Funge-Smith, *Development of Strategies for Sustainable Shrimp Farming: Final Report to the Overseas Development Administration*. Université de Stirling (GB), Institut d'Aquaculture, Projet de recherche R4751, 41p.

- BRINK, B. (1991). The AMOEBA Approach as a Useful Tool for Sustainable Development? *In* Verbruggen et Kuik (éds.), *In Search of Indicators of Sustainable Development*. Dordrecht, Kluwer Academic Press, pp.71-87.
- BRUCELAS, M. R. (1979). Productivity and Profitability of Trawlers and Purse Seiners in Southeast Asia. *In* Economics of Aquaculture, Sea Fishing and Coastal Resource Use in Asia.
- BRYANT, R. et MAROIS, C. (1993). *The Sustainability of Rural Systems / Le développement durable et les systèmes ruraux*. Montreal, Université de Montréal, 345p.
- BRYANT, R. C. (1992). Political Ecology. An Emerging Research Agenda in Third-World Studies. *Political Geographical*, Vol. 11, n. 1, pp. 12-36.
- BRYKLACICHT, M.; BRYANT, R. C.; SMIT, B. (1991). Review and Appraisal of Concept of Sustainable Food production Systems. *Environmental Management*, vol. 15, n. 1, pp. 1-14.
- BURBRIDGE, P. W. et MARAGOS, J.E. (1985). *Coastal Resources Management and Environmental Assessments Needs for Aquatic Resources development in Indonesia*. Washington, Institute for Environment and Development, 135p.
- BURROUGHT, P. A. (1986). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford, Oxford University Press, 178p.
- CAMACHO, A. S. et BAGARINO, T. (1986). Impact of Fishpond Development on the Mangrove Ecosystem in the Philippines. *In* mangroves of Asia and the Pacific: Status and management, pp. 283-405.
- CARSON (1962). *Silent Spring*. New York, Houghton Mifflin.
- CEDKKB, Centre d'Etudes et de Développement de Kung Krabaen (1999). *Statitics Information*. Documents divers, non publiés.
- CHAMBERS, R., PACEY, A. et THRUPP, L. A. (1989). *Farmer first, farmer innovation and agricultural research*. London, Intemediate Technology Publications.
- CHAMBERS, R (1997). *Whose reality counts? Putting the last first*. London. Intemediate Technology Publications.
- CHAN, F. K. et SAY PUI YEN (1979). Resource Potential and Policy in Aquaculture and Marine Fisheries in Singapore. *In* Economics of Aquaculture, Sea Fishing and Coastal Resource Use in Asia.
- CHAPMAN, V. J. (1976). *Mangrove Vegetation*. J. Cramer, Vadez, 447p.
- CHARLES, et al. (1994). Fisheries Socio-economics in The Developing World. Regional Assessments and an Annotated Bibliography. Ottawa, CRDI, 163p.
- CHARUPAT, THOGCHAI et ONGSOMWANG, S. (n.d.). *Standard Data and Map of Mangrove Forest*. Bangkok, Royal Forest Department, Forest Assessment Division, non publié.
- CHIAN HUNG-TUCK (1987). Mangrove Forest management in the Asian Region. *Tropical Coastal Area Management Newsletter*, vol. 2, no 3, pp. 6-8.
- CHIEN, Y. H. (1992). Water Quality Requirements and Management for Marine Shrimp. Baton Rouge, *Water Quality Review*, pp. 144-156.
- CHISSANO, J. A. (1994). Natural Ressource management and the Environment: Widening the Agricultural Research Agenda. Thème d'essai dans *l'INSAR Annual Report 1993*. Hague, International Service for National Agricultural Research, pp. 35-47.
- CHONG, P. W. (1992). *Mangrove Forest Management Guidelines*. MYA/85/003, National Forest Management and Inventory. MYA/90/003, Feasibility Study on Mangrove Reforestation. Rome, FAO, 147p.

- CHRISTENSEN, B. (1982). *Management and Utilisation of Mangroves in Asia and the Pacific*, document 3. Rome, FAO, 160p.
- CHUA THIA-ENG (1986). *An Overview of the Fisheries and Aquaculture Industries in Asia*. Proceedings of the first Asian Fisheries Forum, pp.1-8.
- CHUA THIA-ENG et PAULY, D. (1989). *Coastal Area Management in Southeast Asia: Policies, Management Strategies and Case Studies*. Manille, ICLARM Conference proceedings, 254p.
- CHUA THIA-ENG (1991). Managing Coastal Resources for Sustainable Development: the ASEAN initiative. *In Managing ASEAN's Coastal Resources for Sustainable Development*.
- CHUA, T-E. (1992). Coastal Aquaculture Development and the Environment. The Role of Coastal Area Management. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 25, no 1-4, pp.98-103.
- CHUA THIA-ENG et al. (1991). Towards an Integrated Management of Tropical Coastal Resources. Proceedings of the ASEAN/US Technical Workshop on Integrated Tropical Coastal Zone Management. Singapour, 28-31 octobre. Manille, ICLARM, 455p.
- CHUA THIA-ENG et SCURA, L. F. (1992). *Integrative Framework and Methods for Coastal Area Management. Proceedings of the Regional Workshop on Coastal Zone Planning and Management in ASEAN: Lessons Learned*. Darussalam, Brunei.
- CHULLASORN, S. et PROMOKEHUTIMA (1984). Small-Scale Marine Fisheries Development Project (Thailand). *Thai Fisheries*, vol 37, no 4, pp.286-291.
- CHUTIYAPUTTA, K. (1979). Aquaculture and Marine Resources Potential and Policy in Thailand. *In Economics of Aquaculture, Sea Fishing and Coastal Resource Use in Asia*.
- CLARK, J. R. (1977). *Coastal Ecosystem Management: A Technical Manual for the Conservation of Coastal Zone Resource*. New York, Wiley-Interscience, 928p.
- CLARK, J. R. (1992). *Integrated Management of Coastal Zones*. FAO Fisheries Technical Paper n° 327. Rome, FAO, 167p.
- COLLIER, W. L., HADIKOESWORO, H, et MALINGREAU, M. (1979). Economic Development and Shared Poverty among Javanese Sea Fishermen. *In Economic of Aquaculture, Sea Fishing and Coastal Resource in Asia*.
- COLLINS, SAYER, WHITMORE (col.) (1991). *The Conservation Atlas of Tropical Forest: Asia and the Pacific*. New York, IUCN, 256p.
- COOMER, J. (1979). *Quest for a Sustainable Society*. Oxford, Pergamon.
- CORIN (1991). *Coastal Management in Pak Panang*. Hat Yai, Prince of Songkla University, Coastal Resources Insitute (CORIN).
- CORIN (1995). The Study of the Effect of Aquaculture on Agricultural Land and Coastal Environment. Bangkok, Department of Technical and Economic Cooperation (DTEC); document en langue thaï avec résumés en anglais, 154p.
- CORMIER-SALEM, M. C. (éd.) (1994). *Dynamique et usages de la mangrove dans les pays des rivières du sud (du Sénégal à la Sierra Leone)*. Paris, Éditions ORSTOM, 353p.
- COURT, B. (1998). *Fish Info Service*. [Http://www.sea-world.com](http://www.sea-world.com)
- CROCKETT, J. (1995). *Estuarine Fisheries. Community Development of the Ayeryawady Mangroves*. Ministry of Forestry, Union of Myanmar, FO: DP/MYA/93/026, field document 3. Rome, F.A.O., 9p.

- CSAVAS, I. (1988). *Problems of Inland Fisheries and Aquaculture*. Bangkok, *Fishing Industry in Asia and the Pacific*, FAO, pp. 137-180.
- CSAVAS, I. (1990). Shrimp Aquaculture development in Asia. In New, De Saram et Singh (éds). *Proceedings of the AQUATECH 90 Conference: Technical and Economics Aspects of Shrimp Farming*. Kuala Lumpur, Malaysia 11-14 juin, pp. 207-222.
- CSAVAS, I. (1995). *Development of Shrimp Farming with Special Reference to Southeast Asia*. Article présenté lors du IADAQUA 95 Exposition of Indian Aquaculture. Madras, non publié.
- CUNNINGHAM, C., MOHAPATRA, P. et TIETZE, U. (1985). Fishing Technology and Fishermen's Perception of their Marine Environment. Orissa, *Marine fisheries*, pp. 7-58
- DALE, V. H. (1994). *Effects of Land-Use Change on Atmospheric CO₂ Concentrations, South and Southeast Asia as a Case Study*. New York, Springer-Verlag, 384p.
- DANIELS, D (éd.) (1987). Evaluation in National Agricultural Research. Proceedings of a Workshop Held in Singapore, 7-9 July 1986. Ottawa, CRDI, n° 254, 162p.
- DANSEREAU, P. (1995). Les sources d'une éthique environnementale. *Écodécision*, no 15, pp. 33-38.
- DAW NYEINN HTAY (1996). Problems of Mangrove Degradation in Myanmar. In Khemnark, C. (éd.), *Ecology and Management of Mangrove Restoration and Regeneration in East and Southeast Asia*. Proceedings of the ECOTONE IV, p. 154-176.
- DEAN, P. B. (1992). *Kung Krabaen Bay: A Resource and Economic Review*. Canadian International Development Agency / Agence Canadienne de Développement International et Agrodev Canada Incorporated, 67p.
- DE KONINCK, R. (1994a). *L'Asie du Sud-Est*. Paris, Masson, 317p.
- DE KONINCK, R., éd (1994b). *Le Défi Forestier en Asie du Sud-Est / The Challenge of the Forest in Southeast Asia*. Québec, Documents du GÉRAC, vol. 7, 161p.
- DE KONINCK, R. (1998). La logique de la déforestation. *Cahiers d'Outre-mer*. vol. 204, n°51, pp. 339-366.
- DE KONINCK, R. et VEILLEUX, C. (1997). *L'Asie de Sud-Est et la mondialisation: les nouveaux champs d'analyse / Southeast Asia and Globalisation: News domains of Analysis*. Québec, Documents du GÉRAC, vol. 11, p.
- DE KONINCK, R. and DÉRY S. (1997). Agricultural Expansion as a Tool of Population Redistribution in Southeast Asia. *JSEAS*, vol. 28, n° 1, pp. 1-26.
- DELMENDO, M. N. (1990). *Coastal Fisheries Management Problems in the ASEAN Region*. Fisheries Research Journal of the Philippines, vol. 15, no 1 et 2.
- DE SILVA, S. (1988). *Reservoir Fishery Management and Development in Asia*. Proceedings of a workshop held in Kathmandu, Nepal, 23-28 November 1987. Ottawa, CRDI, n° 264, 246p.
- DÉPARTEMENT DE METEOROLOGIE (1990). Statistics of Climatology, Chantaburi. Bangkok, Department of Meteorology, 30p.
- DÉPARTEMENT DES PECHES DE LA THAÏLANDE (1988). *Statistics of Shrimp Culture, Year 1986*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Department of Fisheries, 25p.
- DÉPARTEMENT DES PECHES DE LA THAÏLANDE (1995). *Fisheries Statistics of Thailand, 1993*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Department of Fisheries, 80p.
- DÉPARTEMENT DES PECHES DE LA THAÏLANDE (1996). *Statistics of Shrimp Culture, Year 1994*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Department of Fisheries, 25p.

- DÉPARTEMENT DES PÊCHES DE LA THAÏLANDE (1999). *Statistics of Shrimp Culture, Year 1997*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Department of Fisheries, 50p.
- DÉPARTEMENT ROYAL DE FORESTERIE DE LA THAÏLANDE (1994). *Forestry Statistics, 1994*. Data Center Information Office. Bangkok, Royal Forest Department, 130p.
- DÉPARTEMENT ROYAL DE FORESTERIE DE LA THAÏLANDE (1999). *Forestry Statistics, 1996*. Data Center Information Office. Bangkok, Royal Forest Department, non publié.
- DÉRY, S. (1995). *Expansion agricole et déforestation: le modèle Sud-Est asiatique*. Québec, Université Laval, mémoire de maîtrise non publié, 177p.
- DÉRY, S. (1999). Évolution des territoires agricoles et forestiers en Thaïlande: une interprétation cartographique. *Cahiers d'Outre-mer*, Vol. 52, n°205, pp. 29-48.
- DIXON, J. A. (1989). *Coastal Resource: Assessing Alternatives*. Coastal Area Management in Southeast Asia: Policies, Management Strategies and Case Studies. Honolulu, Environmental Institute East-West Center.
- DOBIAS, R. J. (1991). Management of Coastal Tourism Resource at Ban Don Bay, Surat Thani Province, Thailand. *In Towards An Integrated Management of Tropical Coastal Resources*.
- DOUGLASS, G. K. (1984). *Agricultural Sustainability in a Changing World Order*. Colorado, Westview.
- DREWES, E. (1986). *Small-Scale Aquaculture Development Project in South Thailand: Result and Impact*. Bangkok, BOBP/Rep/26.
- DRICOT, E. (1995). *L'évolution de la forêt en Birmanie*. Québec, Université Laval, mémoire de baccalauréat, 40p.
- DRICOT, E. (1997). *Le sort de la forêt de mangrove dans les deltas continentaux du Sud-Est asiatique*. Québec, Université Laval, Mémoire de maîtrise, 121p.
- DRICOT, E. et DÉRY, S. (1997). Expansion agricole et déforestation: les cas de la Thaïlande et de la Birmanie. *In Rodolphe De Koninck et Cristine Veilleux (éds...), L'Asie de Sud-Est et la mondialisation: les nouveaux champs d'analyse / Southeast Asia and Globalisation: News domains of Analysis*. Québec, Documents du GÉRAC, vol. 11, pp. 157-178.
- DWIVEDI, S. N. (1982). Prawn Culture and Policy Options. Technology Import and Culture Through Fishermen vis-a-vis Industry. *Journal Indian Fisheries Association*, vol.12-13, pp. 1-11.
- EDWARDS, P., BOROMTHENARAT, S. et DIEP, M. T. (1982). Seaweeds of Economic Importance in Thailand. *Botanical Marine*, vol.25, no 55, pp. 237-246.
- EDWARDS, P., DEMAINE, H., INNES-TAYLOR, N. et TURONGMANG, D. (1999). Sustainable Aquaculture for Smallscale Farmers: Need for a Balanced Model. *Aquaculture and Aquatic Resources Management*. Asian Institute of Technology, 15p. Texte consulté sur le site internet <http://www.agri-aqua.ait.ac.th/AQUA/readings> en décembre 2002.
- EDWARDS, P. (2000). Aquaculture, Poverty Impacts, and Livelihoods. *Aquaculture and Aquatic Resources Management*. Asian Institute of Technology, 8p. Texte consulté sur le site internet <http://www.agri-aqua.ait.ac.th/AQUA/readings> en décembre 2002.
- EIUMNOH, A. (1995). Integrated Management System for Mangrove Conservation and Shrimp Farming. *In Khemnark et al. (éds), Ecology and Management of Mangrove Restoration and Regeneration in East and Southeast Asia*. Surat Thani, Proceedings of the ECOTONE IV, 18-22 January, pp. 48-66.
- ELLIOTT, J. A. (1994). *An Introduction to Sustainable Development. The Developing World*. London, Routledge, 121p.

ENGVALL, L. O. (1978). *Marine Small-Scale Fisheries Development in Southeast Asia (Bangladesh, India, Pakistan, Sri Lanka)*. Colombo, F.A.O./UNDP, 18p.

ESCAP/UNEP (1994). *Regional Seminar on People's Participation in Mangrove Rehabilitation and Management*. Yangon, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 349p.

FAO (1984). *Report of the FAO World Conference on Fisheries Management and Development*. Rome FAO.

FAO (1987a). *Fisherman and Fishing Communities in the Asia-Pacific Region*. Bangkok, RAPA publication n° 4, 50p.

FAO (1987b). *Thematic Evaluation of Aquaculture*. Rome, FAO, 85p.

FAO (1989). *FAO Yearbook of Fishery Statistics 1989. Aquaculture Production 1986-1989*. Rome, FAO.

FAO (1991a). *FAO Yearbook of Fishery Statistics 1990-1991*. Rome, FAO statistics series n° 92, vol. 72, 654p.

FAO (1991b). *Development of Small-Scale fisheries in the Bay of Bengal, Asia and Pacific Region. Bangladesh, India, Malaysia, Sri Lanka, Thailand Project Findings and recommendations*. Rome, FAO, 58p.

FAO (1991c). *The den Bosch for Declaration and Agenda for Action on Sustainable Agriculture and Rural Development*. Rome, Rapport de conférence, FAO.

FAO (1992). *Aquaculture production (1984-1990)*. Fishery Information, Data and Statistics Service, Fisheries Dept. Rome, FAO Fisheries Circular. n° 815, 206p.

FAO (1994). *Mangrove Forest Management Guidelines*. Rome, FAO, n° 117, 319p.

FAO/NACA (1995). *Regional Study and Workshop on the Environmental Assessment and Management of Aquaculture Development (TPC/RAS/2253)*. NACA Environment and Aquaculture Series n° 1. Bangkok, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, 477p.

FAO (1995). *Code of Conduct for responsible Fisheries*. Rome, Food and agriculture of the United Nations.

FAO (1995b). *Review of the State of world fishery Resources: Aquaculture*. FAO Fisheries Circular n° 886. Rome, Food and agriculture of the United Nations.

FAO (1997a). *Aquaculture Development*. FAO technical Guidelines for Responsible Fisheries, n° 5. Rome, Food and agriculture of the United Nations, 40p.

FAO (1997b). *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries: Aquaculture Development*. Texte consulté sur le site internet <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/FISHERY/FISHERY.HTM> en septembre 2000.

FAO (1998). *Integrated Coastal Area Management and Agriculture, Forestry and Fisheries*. FAO Guidelines. Rome, FAO, Environment and Natural Resources Service, 256p.

FAO (1999a). *FAO Yearbook of Fishery Statistics 1998-1999*. Rome, FAO statistics.

FAO (1999b). *Aquaculture Production Statistics 1988-1997*. FAO Fisheries Circular, n° 815, Rev. 11. Rome, FAO, 203p.

FEENY (1988). *Agricultural Expansion and Forest Depletion in Thailand, 1900-1975*. In Richards et Tucker (éds....), *World Deforestation in the Twentieth Century*. Durham et Londres, Duke Press Policy Studies, pp. 112-146.

FISHERY DEVELOPMENT PLANNING SERVICES, FAO (1991). *Introduction to Fishery policy and Planning Data Bank*. F.A.O. Fisheries Circular, n° 841 FIP/C841.

FLAHERTY, M. et VANDERGEEST, P. (1998). *Low Salt Shrimp Aquaculture in Thailand: Goodbye Coastline, Hello Khon Kaen*. *Environmental Management*, vol. 22, pp. 817-830.

- FOLKE, C. et KAUTSKY, N. (1992). Aquaculture with its Environment: Propects for Sustainability. *Ocean and Coastal Management*, vol. 17, pp. 5-24
- FUNGE-SMITH, S. J. et BRIGGS, M. R. P. (1994). *The organic Composition of Soil and Accumulated Sediment in Intensive Marine Shrimp Ponds in Thailand*. Development of Strategies for Sustainable Shrimp Farming: Final report to the Overseas Development Administration. Research Project R4751. Grande Bretagne, Institute of Aquaculture, Université de Stirling.
- FUNGE-SMITH, S. J., MATTHEW, R. P. et BRIGGS, M. R. P. (1994). Water Quality and Nutrient Discharge of Intensive Marine Shrimp Ponds in Thailand and Their Relationship to Pond Productivity. In IAUS, Institute of Aquaculture University of Stirling (éd), *Development of Strategies for Sustainable Shrimp Farming: Final Report to the Overseas Development Administration*. Research Project R4751. IAUS, non paginé.
- GALAPITAGE, D.C. (1982). *Economics of cage Culture of Tilipia in Sri Lanka*. Aquaculture Economics Research in Asia. IDRC-193e, Proceedings of Workshop.
- GESAMP (1991). *Reducing Environmental impacts of Coastal Aquaculture*. FAO/UNESCO, GESAMP Report Studies, vol. 47, 35p.
- GIBBON, D. (1991). Farming Systems Research for Sustainable Agriculture: the Need for Institutional Innovation, Participation and Iterative Approaches. Portugal, Projet CERES sur le «*Farm Household Strategies*», pp. 1-13.
- GIBBON, D. et al. (1995). Sustainable Development: a Challenge for Agriculture. In Morse et Stocking (éds.), *People and Environment*. Vancouver, UBC Press, pp. 31-68.
- GLOBAL AQUACULTURE ALLIANCE (1990). <http://www.gaalliance.org>
- GONG, W. K. et ONG, J. E. (1990). Plant Biomass and Nutrient Flux in a Managed Mangrove Forest in Malaysia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 31, pp.519-530.
- GOODCHILD, M. F., KEMP, K. K., THÉRIAULT, M. et ROCHE, Y (1995). *Systèmes d'Information Géographique. Concepts fondamentaux*. Notes de cours, volumes 1 et 2. Latig, Dépt. de géographie, Université Laval, 346p.
- GREENLAND, D. J. (1994). Soil Science and Sustainable Land Management. In Syerd et Rimmer (éds.), *Soil Science and Sustainable Land Management in the Tropics*. Wallingford, Cab International, pp. 1-15.
- GRONSKI, R. (1997). *Development and Degradation: Intensive Shrimp Culture and Ecological Rebuke in Southern Thailand*. Columbia, Université du Missouri, thèse de doctorat, non publiée.
- GUAN, RUI-JIE et CHEN, YI-DE (1989). *Reform and development in China's Fisheries*. FAO, n° 822, 33p.
- GUERRERO, R. D. (1991). *The Philippines Fisheries Sector: Problems and Recommendations*. RTPAP Working Paper Series, n° 91-03.
- HALL, A. (1996). Social Work or Working for Change? Action for Grassroots Sustainable Development in Amazonia. In *Internatinal Social Work*, vol.39, pp.27-39.
- HAMBREY, J. (1997). The Mangrove Questions. Aquaculture and Aquatic Resources Management. Asian Institute of Technology, 7p. Texte consulté sur le site internet <http://www.agri-aqua.ait.ac.th/AQUA/readings/JHmangrove.html> en décembre 2002.
- HANNING, W. (1988). *Towards a Blue Revolution. Socioeconomic Aspects of Backishwater Pond Cultivation in Java*. Yogyakarta, Gadah Mada University Press, 404p.
- HAVANOND, S. et al. (1994). *Structure of Mangrove Forest at Samut Songkhram Province. Final report*. Coastal Wetland Conservation Project. Bangkok, Wildlife Fund Thailand under the Royal Patronage of H. M. The Queen, 29p.

HAVANOND, S. (1995). Mangrove Ressource Management in Thailand. In Khemnark, C. (éd.), *Ecology and Management of Mangrove Restoration and Regeneration in East and Southeast Asia*. Proceedings of the ECOTONE IV. Bangkok, Université de Kasetsart, p. 177-183.

HEAD, L. (2000). *Cultural Landscapes and Environmental Change. Key Issues in Environmental Change*. London, Arnold publishers, 179p.

HILDEBRAND, L. (2002). Integrated Coastal Management (ICM). Lessons Learned and the Challenges Ahead. Discussion document for Managing Shared Waters/Coastal Zone Canada 2002 International Conference, Hamilton, Canada, June 23-28 2002. Texte consulté sur le site internet <http://www.czca-azcc.org/ICM.MSW.Paper.htm> en décembre 2002.

HINGO, T. G. et RIVERA, R. (1991). *Aquarium Fish Industry in Asia and Pacific*. Fishing Industry in Asia and the Pacific, pp. 71-83.

HIRASAWA, Y. (1988). *Problems of marine Fisheries in Southeast Asia*. Fishing Industry in Asia and the Pacific, pp. 105-115.

HIRASAWA, Y. (1992). Economic Analysis of Prawn Culture in Asia. In Liao et al. (1992), *Aquaculture in Asia. Proceedings of the 1990 APO Symposium on Aquaculture*. Asian Productivity Organization. Taiwan Fisheries Research Institute, pp. 201-222.

HOERNER, Jean-Michel (1994). *Je philosophe, donc je géographe...* Collection Études. Perpignan, Presses Universitaires de Perpignan, 162p.

HOPKINS, J. S., SANDIFER, P. A. et BROWDY, C. L. (1995). A Review of Water Management Regiemes which Abate the Environmental Impacts of Shrimp Farming. In BROWDY et HOPKINS (éds), *Proceedings of Special Session on Shrimp Farming. Aquaculture 95: Swimming Through Trouble Water*. Louisane, Baton Rouge, World Aquaculture Society, pp. 157-165.

HUNG, T. C. (1991). The need to Develop a Management Scheme for Mangrove Forests in South Johore to Ensure Resource Sustenance. In *Towards an Integrated Management of Tropical Coastal Resources*.

ISVILANONDA, S., JITSANGUAN, T., TOKKRISNA, R. et ROWCHAI, S. (1990). *Management Policy of the Capture Fisheries in Thailand. Its Development and Constraints*. AFSSRN Research Report.

KALAW, M. T. (1991). The Role and Involvement of Non-governmental Organizations in the Sustainable Development of Coastal Resources. In *Managing ASEAN's Costal resources for Sustainable Development*. Manila, Haribon Foundation.

KAM SUAN PHENG (1989). Application of Remote Sensing Information Systems in Coastal Area Management. In Chua et Pauly (éds), *Coastal Area Management in Southeast Asia: Policies, Management Strategies and Case Studies*. Manille, ICLARM, pp.163-171.

KAPETSKY, J. (1998). *Land and Water Use Planning for Aquaculture Development*. TCP/MAL/6754. Draft Technical Paper. Rome, FAO.

KENT, G. (1986). *National Fishery Policy and Alleviation of Malnutrition in the Philippines and Thailand*. FAO Fisheries Circular, no 800, pp. 58-60.

KHAC BINH (1990). *Un élevage de crevettes rentable. Études Vietnamiennes*. Paris, Université de la Sorbonne, pp. 135-136.

KHOO KHAY HUAT (1987). *Review of Inland Fisheries in Malaysia*. FAO Fisheries Report, n° 370, pp. 194-196.

KHEMNARK et al. (1995). *Ecology and Management of Mangrove Restoration and Regeneration in East and Southeast Asia*. Surat Thani, Proceedings of the ECOTONE IV, 223p.

- KILDOW, J. (1997). The Roots and Context of the Coastal Zone Movement. *Coastal Management*, vol. 25, pp. 231-263.
- KIRATIPRAYOON, S. et PHATONG, S. (1993). *Mangrove Ecology in Kung Krabaen Bay Royal Development Study Center: Growth and Development of Mangrove Community*. Trang (Thailand), Proceeding of the Seventh National Seminar on Mangrove Bangkok, NRCT, Thailand National mangroves Community, 19p.
- KKBRDSC, Kung Krabaen Bay Royal Development Study Center (1992). *Pictorial and cartographic presentation of Kung Krabaen Bay Royal Development Study Center*. Chantaburi Province, 18p.
- KOGO, M. (1993). *Final Report on Mangrove Reforestation Feasibility study*. Report on Mangrove Reforestation, MYA/90/003. Tokyo, FAO, 38p.
- KOESOBIONO, MULUCK, C., WIGGING, G. W., et WATSON, A. T. (1979). Resource Use Interaction in the Mangrove Forest of the Musi-Banyuasin Coastal Zone of South Sumatra, Indonesia. In Economics of Aquaculture, Sea Fishing and Coastal Resource Use in Asia.
- KONGSANGCHAI, J. (1995). Problems of Mangrove Degradation In Thailand. In Khemnark, C. (éd.), Ecology and Management of Mangrove Restoration and Regeneration in East and Southeast Asia. Surat Thani, Proceedings of the ECOTONE IV, pp. 119-128.
- KOMIYAMA, A., TANAPERMPOOL, P., HAVANOND, S., MAKNUAL, C., PATANAPONPAIBOON, P., SUMIDA, A., OHNISHI, T., KATO, S. (1998). Mortality and Growth of Cut Pieces of Viviparous Mangrove (*Rhizophora apiculata* and *R. mucronata*) seedlings in the Field Condition.. *Forest Ecology and Management*, vol. 112, pp. 227-231.
- KURIEN, J. (1983). Small-Scale Fisheries in the Strategy for Fishery Development in the Asia-Pacific Region. Case Studies and Working Paper.
- LACANILAU, F., COLOSO, R. M., QUINITO, G. F. (1994). *Proceedings of the Seminar-Workshop on Aquaculture Development in Southeast Asia and prospects for Seafarming and Seafarming*. Iloilo City, Philippines, SEAFDEC Aquaculture Department, 159p.
- LARSSON, O. (1975). Small-scale Fishery Development Model. FAO Fisheries Circular, n° 337.
- LAINE, JP. (2000). La mangrove de Thaïlande. *Acta Geographica*, n° 122, pp. 48-58.
- LAMPE, H. (1991). Small-Scale Fisheries and the Development of Related Particular Economic Research in Southeast Asia. ICLARM Contribution, n° 557.
- LANDESMANN, L. (1994). Negative Impacts of Coastal Aquaculture Development. *World aquaculture*, vol 25, n. 2, pp. 12-17.
- LARIVIERE, JP. et SIGWALT, P. (1991). *La Chine*. Paris, Masson, 288p.
- LAWSON, R. M. (1972). Report on Credit for Artisanal Fishermen in Southeast Asia. FAO Fisheries Report, n° 122.
- LEAR, R. & TURNER, T. (1977). *Mangroves of Australia*. University of Queensland Press, 84p.
- LEE, CHAUR SHYAN (1982). *Economics in Taiwan Milkfish System. Aquaculture Economics Research in Asia*. Ottawa, CRDI-193e.
- LEEKPAI, C. (1991). The value of Coastal Resources in National Economic Development. In Managing ASEAN's Coastal Resources for Sustainable Development.
- LEERUKSIAT, P. (1993). *Application of GIS Technique for Shrimp Farm and Mangrove Forest Development in Chantaburi, Thailand*. Bangkok, Asian Institute of Technology, mémoire de maîtrise, 101p.

- LIAO, Chiu I (1988). East meets west: An eastern perspective of aquaculture. *Journal of World Aquaculture Society*, vol. 19, No 2, pp. 63-73.
- LIAO, Chiu I., CHUNG-ZEN, S. et NAI-HSIEN, Chao (1992). *Aquaculture in Asia. Proceedings of the 1990 APO Symposium on Aquaculture*. Asian Productivity Organization. Taiwan Fisheries Research Institute.
- LIAO, Chiu I (1992). Aquaculture in Asia: Status, Constraints, Strategies and Prospects. In Liao et al. (1992), *Aquaculture in Asia. Proceedings of the 1990 APO Symposium on Aquaculture*. Asian Productivity Organization. Taiwan Fisheries Research Institute, pp.13-27.
- LIAO, P. B., CUSSING, J. F., et RICE, G. G. (1990). Technology Transfer and the Consulting Engineer. *World Aquaculture*, vol 21, n° 3, pp. 81-83.
- LIBRERO, A.R. (1988). Philippines Fisheries and Aquaculture. *Fishing Industry in Asia and Pacific*, pp. 403-428.
- LIGHTFOOT, C.; BIMBAO, M.; DALSGAARD, J.; PULLIN, R. (1993). Aquaculture and Sustainability Through Integrated Resources Management. Manille, *Outlook-on-Agriculture*, vol. 22, n° 3, ICLARM contribution n° 948, pp. 143-150.
- LIN, C. K. (1995). Progression of Intensive Marine Shrimp Culture in Thailand. In C. L. Browdy and J. S. Hopkins (éds). *Proceedings of Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture 95: Swimming Through Trouble Water*: World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, pp. 13-23.
- LOHANI, B. N. (1991). The Asia Development Bank's Efforts in Sustainable Development of Coastal Resources. In *Managing ASEAN's Coastal Resources for Sustainable Development*.
- LOWRY, K. (1991). Issues in Designing a Coastal Resources Management Program. In CHUA et al. (éds), *Towards an Integrated Management of tropical Coastal Resources*.
- LUCAS, K. C et NEAME, P. A. (1991). *Evolution of the Institutional Development of the Kung Krabaen Bay Royal Development Study Center and Recommendations for its Future Institutional Management*. Development of the Kung Krabaen Bay Royal Development Study Center, document n° 906/14883, 52p.
- MACARAIG, C. (1991). Sustainable Development of Coastal Resources: a Challenge and a Choice. In *Managing ASEAN's Coastal Resources for Sustainable Development*.
- MAJID, S.A. (1988). Malaysia Fisheries and Aquaculture. *Fishing Industry in Asia and Pacific*, pp. 343-358.
- MANGROVE ACTION PROJECT (1998). Aerial Survey of Thailand's Mangroves. Bangkok, *Late Friday News* (mai).
- MARCEAU, D. J. et HAY, G. H. (1999). Contributions of Remote Sensing to the Scale Issue. *Canadian Journal of Remote Sensing*, pp. 1-18.
- MATTAR, A. (1991). Coastal Resources Management: the Singapore Experience. In *Managing ASEAN's Coastal Resources for Sustainable Development*.
- MATHEW ET PENNY (1992).
- McEACHERN, J. (1988). Coastal Zone Management for Sustainable Development, Thailand. Background Report to the Kung Krabaen Bay Project Centre for Coastal Planning and Resource Development. Contract Report for the CIDA, 69p.
- McRALF et EDDY Inc. (1990). *Wastewater Engineer: Treatment, Disposal and Reuse*. Revised by G. Tchobanoglous (2eme edition). McGraw-Hill Inc., 920p.
- MEADEN, J. M., et . KAPETSKY, J.(1991). *Geographical Information Systems and Remote Sensing in Inland Fisheries and Aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper n° 318. Rome, FAO, 262p.

- MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L. et RANDERS, J. (1992). *Beyond the Limits*.
- MEEMESKUL, Y. (1987). *Consequences of excessive Fishing Effort on Fishery Resources in Thailand*. IPFC RAPA, n° 10, pp. 204-207.
- MENASVETA, P. (1998). *Mangrove Destruction and shrimp Culture Systems*. Bangkok, Université de Chulalongkorn, Aquatic Resource Institute, document non publié.
- MIDAS Agronomics (Mekong International Development Associates) (1995). *Pre-investment Study for a Coastal Resources Management Program in Thailand. Draft Final Report*. Bangkok, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 217p.
- Millenium Ecosystem Assessment (2001). *Southeast Asia Focal Region Component of the Millenium Ecosystem Assessment*, 39p. Texte consulté en décembre 2002 sur le site internet <http://www.milleniумassessment.org/en/assessments/southeast.asia.htm>
- MIYAKE, Y. (1983). *Report on Visits to some Fishery Cooperatives and Fishermen's Groups in Thailand*. SEAFDEC Technical Paper, n° 20, 38p.
- MIYAKE, Y. (1988). *Possible Areas for Mutual Cooperation in Fishing Industry*. *Fishing Industry in Asia and the Pacific*, pp. 259-263.
- MONFORT, M. C. (1988). *Fishery and Aquaculture in People's Republic of China*. *Pêche maritime*, vol. 67, n° 1, pp.1-12.
- MONTALVO et POMEROY (1994). *Socioeconomic Research on Fisheries and Aquaculture in Asia and the Pacific*. In Charles et al. (éds.), *Fisheries Socioeconomics in The Developing World. Regional Assesments and an Annotated Bibliography*. Ottawa, CRDI, pp. 74-149.
- MSTE (1991). *Seawater Quality Standard*. Bangkok, Ministry of Science, Technology and Environment (MSTE), 126p.
- NACA, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (1994). *The Environmental Management of Coastal Aquaculture. An Assessment of Shrimp Culture in Southern Thailand. Final Report*. Submitted to the Office of Environmental Policy and Planning by Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific. Bangkok, NACA, 167p.
- NACA (1994a). *The Environmental Management of Coastal Aquaculture. Study of Shrimp Culture in Samut Sakkon and Chantaburi Provinces*. Bangkok, NACA, 195p.
- NACA (1994b). *Impact of Shrimp Farming on the Environment: study 1*. Sixth Meeting of the Governing Council (GCM-6) of NACA in Beijing. Bangkok, NACA, 162p.
- NCC (1989). *Fish Farming and the Safeguard of the Natural Marine Environment of Scotland*. Stirling (GB), University of Stirling, The Nature Conservancy Council (NCC), The Institute of Aquaculture, 136p.
- NRTC, National Research Council of Thailand (1977). *Report of Thailand National Task Force: Mangrove laws and Regulations*. Bangkok, NCRT, 4p.
- NAGALAKSANA, C. (1987). *Thailand Country Experience*. IPFC RAPA Report, n° 10, pp. 114-124.
- NAYAR, K. N. et MAHADEVAN, S. (1983). *Socioeconomic Perspectives of Oyster Culture in India*. *Proceedings Symposium Serie in Marine Biology*, n° 6.
- OEPP (1992). *Preliminary Study on Environmental Quality for Kung Krabaen. Report to Office of the National Research Council of Thailand*. Bangkok, Office of Environmental Policy and Planning (OEPP), 39p.
- OLIVE, A. Caron (1998). *Land Use Change and Sustainable Development in Segara Anakan, Indonesia: Interactions Among Society, Environment and Development*. University of Waterloo, Department of Geography Publication Series, n°51, 330p.

- ONG, J. E. (1982). Mangroves and Aquaculture in Malaysia. *Ambio*, vol. 11, n° 5, pp. 252-257.
- ONEB, Office of the National Environment Board (1994).
- O'RIORDAN, T. (1988). The Politics of Sustainability. In Turner, K (éd.), *Sustainable Environmental Management: Principles and Practice*. Londres, Belhaven, pp. 29-50.
- PANAYOTOU, T. (1982). *Management Concepts for Small-Scale Fisheries: Economic and Social Aspects*. FAO Fisheries Technical Paper, n° 228.
- PANAYOTOU, T. (1982). *Social Welfare Economics and Aquaculture: Issues for Policy and Research*. Aquaculture Economics Research in Asia, CRDI-193e.
- PANAYOTOU, T. et al. (1982). The Economics of Catfish Farming in central Thailand. ICLARM Technical Paper Report, n° 4.
- PANAYOTOU, T. (1985). *Small-Scale Fisheries in Asia: Socioeconomic Analysis and Policy*. Ottawa, CRDI, n° 229, 283p.
- PANAYOTOU, T. et al. (1986). Occupational and Geographical Mobility In and Out of Thai Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper, no 228.
- PATMASIRIWAT, D. (1997). *Environmentally Sensitive Sector: A Case Study of Shrimp Aquaculture in Thailand Based on Farm Survey*. Bangkok, Thailand Development Research Institute Draft Paper, document non-publié.
- PAW, J. N., BUNPAPONG, S., WHITE, A. T. et SADORRA, M. S. (1988). *The Coastal Environmental Profile of Ban don Bay and Phangha Bay, Thailand*. Manille, International Center for Living Aquatic, ICLARM Technical Reports, n° 20, 78p.
- PAW, J. N. et CHUA, T. E. (1991). An Assessment of the Ecological and Economic Impact of Mangrove Conversion in Southeast Asia. In *Towards an Integrated Management of tropical Coastal Resources*.
- PELUSO, N. L. et VANDERGEEST, P. (1999). *Geneologies of Forest Practices in Southeast Asia*. Toronto, Université de York, Dépt. De Sociologie, document non publié.
- PHILLIPS, M. J., LIN, C. K. et BEVERIDGE, M. C. M. (1993). Shrimp Culture and the Environment: Lessons from the World's Most Rapidly Expanding Warm Water Aquaculture Sector. In Pullin et al. (éds), *Environment and Aquaculture Development in Developing Countries*. Manille, ICLARM Conference Proceeding 31.
- PIDO, M. D., CHUA, T. E., SCURA, L. F. et PAW, J.N. (1992). Lessons for integrated Coastal Zone Management: The ASEAN Experience. In CHUA, T. E. et SCURA, L. F (éds). ICLARM Conference Proceeding 37. Integrative Framework and Methods for Coastal Area Management. Proceedings of the Regional Workshop on Coastal Zone Planning and Management in ASEAN: Lessons Learned. Brunei, pp. 1-70.
- PILLAY, T. V. R. (1978). Aquaculture Development in China. Report on an FAO/UNDP Aquaculture Study Tour. FAO-ADCP/REP/79/10, 74p.
- PILLAY, T. V. R. (1992). *Aquaculture and the Environment*. New York, Halsted Press, 189p.
- PIYAKARNCHANA, T. (1981). Severe Defoliation of *Avicinnia Cleora* infectoria. Thailand, *Journal of Science Social*, n° 7, pp. 33-36.
- POMEROY, R. S. (1995). Community-based and Co-management Institutions for Sustainable Coastal Fisheries management in Southeast Asia. *Ocean and Coastal Management*, vol. 27, n. 3, pp.143-162.
- PRIMAVERA, J. H. (1993). A Critical Review of Shrimp Pond Culture in Philippines. *Reviews of Fisheries Science*, vol. 1, n° 2, pp. 151-201.

- PRIMAVERA, J. H. (1996). Environment friendly aquaculture and rehabilitation in mangrove ecosystems. World Aquaculture 96. Annual Meeting of the World Aquaculture Society. Jan 29 - Feb 2, Bangkok, Thailand.
- PULLIN, R., ROSENTHAL, H., et MACLEAN, J. L. (1993). Environment and Aquaculture in Developing Countries. Manille, International Center for Living Aquatic Resources Management, (ICLARM), 358p.
- PYE, E. A. (éd.) (1988). *Artisans in Economic Development. Evidence from Asia*. Ottawa, CRDI, n° 262, 125p.
- RABANAL, R. H. (1988). Development of the Aquaculture industry in Southeast Asia: An overview. In Juario et Benitez (éds), *Perspective in Aquaculture in Southeast Asia and Japan*. Proceedings of the seminar on Aquaculture, pp. 3-37
- RABANAL, R. H. (1994). Overview of Aquaculture Development in Southeast Asia. In Lacanilao, Coloso, Qunito (éds), *Proceedings of the Seminar-Workshop on Aquaculture Development in Southeast Asia and prospects for Seafarming and Searanching*. Iloilo City, SEAFDEC Aquaculture department, pp. 53-67.
- RAU, N. (1980). Adverse Effects of Economic Development on Small-Scale Fishery and Aquaculture in Southeast Asia. *Philippine Quaterly of Culture and Society*, vol. 8, pp. 181-190.
- RAHMAN, R. S. , CHOWDURY, I. H. et CHOWDURY, m. n. (1985). 1- Case Study on Shrimp Culture in Satkhira, Bangladesh. 2- Case Material. Evolution of Shirmpp Culture in Satkhira and its Impact on landless, Small and Marginal Farmers/Fishermen. Madras, Feasability of Coastal Aquaculture, pp. 72-86.
- RAINE, R. M. (1992). *Land Use Patterns, Environmentally Sensitive Area Changes in Land Use Overtime in the Coastal Zone of Chantaburi Province, Thailand*. KKB Center, CIAD / ACDI document, non publié.
- REDCLIFF, M. (1987). *Sustainable Development Exploring the Contradictions*. New York, Methuen Press, 221p.
- REDCLIFT, M. (1995). The Environment and Structural Adjustment: Lessons for Policy Interventions in the 1990s. In *Journal of Environmental Management*, vol. 44, pp. 55-68.
- RIDMONTRI, C. (1997a). Shrimp Producers to Set up Alliance. *Bangkok Post*, 5 avril.
- RIDMONTRI, C. (1997b). Minister Wants End to Expansion of Shrimp Farms. *Bangkok Post*, 13 mai.
- ROBERTSON, A. L. et ALONGI, D. M. (1992). *Tropical Mangrove Ecosystems*. Coastal and Estuarine Studies, n° 41. Washington D.C., American Geophysical Union, 329p.
- ROBERTSON, A. L. et PHILLIPS, M. J. (1994). Mangroves as Filters of Shrimp Pond Effluent: Predictions and Biogeochemical Research Needs; *Hydrobiologia*, vol. 295, pp. 311-321.
- RODRIGUEZ, S. (1991). Small-Scale Fishermen's Participation in the salt Industry: An alternative Source of Income. In Chua et al. (éd), *Towards an Integrated Management of tropical Coastal Resources*. Manille, ICLARM, pp.245-249.
- ROSENBERRY, R. (éd) (1994). World Shrimp farming, 1994. *Shrimp News International*. San Diego, Shrimp News International Publishers, 68p.
- ROSS, L. G., MENDOZA, E. A. et BEVERIDGE, M. C. M. (1993). The Application of Site Selection for Coastal Aquaculture: An Example Based on Salmonid Cage Culture. *Aquaculture*, vol.112, pp.165-178.
- RUDDLE, K. et ZHONG, G (1988). *Integrated Agriculture-Aquaculture in South China: the Dike Pond System of the Zhujiang Delta*. Cambridge, Cambridge University Press, 186p.
- SALM, R. V., CLARK, J. R. et SIRILA, E. (2000). *Marine and Coastal Protected Areas. A guide for Planners and Managers*. IUCN, International Union for Conservation of Nature. Washington D.C., 3ème edition, 370p.

SAMMUT, J. et MOHAN, C. V. (1996). *Processes and Impacts of Estuarine acidification: Richmond River, New South Wales, and Karnataka, India*. Sydney, Sydney University, Department of Geology and Geophysics, Earth Sciences Foundation.

SATAPORVANIT, S (1993). The Environmental Impact of shrimp Farm Effluent. Thèse de doctorat. Bangkok, Asian Institute of Technology, 153p.

SCHNELL, R. (1971). *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les milieux, les groupements végétaux* (volume 1 et 2). Géobiologie écologie aménagement. Collection internationale. Paris, Gauthier-Villars, 951p.

SCURA, L. F., CHUA, T. E., PIDO, J. N. et PAW, J. N. (1992). Lessons for Integrated Coastal Zone Management: The ASEAN Experience. In Chua et Scura (éds), *Integrative Framework and Methods for Coastal Area Management. Proceedings of the Regional Workshop on Coastal Zone Planning and Management in ASEAN: Lessons Learned*. Darussalam, Brunei, pp. 1-70.

SHANG, Y. (1981). *Aquaculture Economics: Basic Concepts and Methods of Analysis*. Boulder, Westview Press.

SHANG, YUNG C. (1982). Microeconomic Analysis of Experimental aquaculture Projects: Basic Concepts and Definitions. Aquaculture Economics Research in Asia. CRDI-193e Proceedings of a Workshop.

SKLADANY, M. et HARRIS, C. K. (1995). On Global Pond: International Development and Commodity Chains in the Shrimp Industry. In McMichael (éd), *Food and Agrarian Orders in the World-Economy*. Westport, CT: Praeger, pp. 169-194.

SLATYER, A. J. (1987). *Tuna and the Impact of the Law of the Sea. Tuna Issues and Perspective in the Pacific Islands Region*, pp. 27-37.

SMITH, IAN R. (1982). *Microeconomics of existing Aquaculture Production Systems: Basic Concepts and Definitions*. Aquaculture Economics Research in Asia. CRDI-193e Proceedings of a Workshop.

SMITH, I.R. (1983). Mismanagement of Inland Fisheries and some Corrective Measure. IPFC, FAO Fisheries Report, no 288, pp. 88-100.

SMITH, I. R. et PESTANO-SMITH, R. (1985). Social Feasibility of Coastal Aquaculture. Manille, *ICLARM Newsletter*, vol. 8, n° 1, pp.6-8.

SMITH, P. T. (1999a). *Coastal Shrimp Aquaculture in Thailand: Key Issues for Research*. ACIAR Technical reports n° 47. Canberra, Australian Centre for International agricultural Research, 131p.

SMITH, P. T. (1999b). Towards Sustainable Shrimp Culture in Thailand and the Region. Proceedings of a Workshop held at Hat Yai, Songkhla, Thailand. ACIAR Technical reports n° 90. Canberra, Australian Centre for International agricultural Research, 155p.

SOEGIARTO, A. (1991). ASEAN's Effort in Managing Coastal Resource for Sustainable development. In Managing ASEAN's Coastal Resources for Sustainable Development

SOMYING, R. (1985). Small-Scale Fisheries Development in Thailand. SCS/85/WP/126.

SORRE, M. (1943). *Les fondements historiques de la géographie humaine. Essai d'une écologie de l'homme*. Paris.

SPALDING, M., BLASCO, F. et FIELD, C. (1997). *World Mangrove Atlas*. Okinawa (Japon), The International Society for Mangrove Ecosystems (ISME), 178p.

STEVENSON, N. J. (1997). Disused Shrimp Ponds: Options for Redevelopment of Mangroves. *Coastal Management*, vol. 25, pp. 425-435.

- STOCKWELL, A. (1990). *Aquaculture and Fisheries Issues in Kung Krabaen Bay*. Project Technical report n° 5. Kung Krabaen Bay Royal development Centre Project, n° 906/14883. Ottawa, Agrodev Canada, 310p.
- SUDARA, S. (1994). Biodiversity of a Newly Established Mangrove Protected Area at Samut Songkhram Province. In Sudara, S., Wilkinson, C. R., Chou, L. M. (Éds...), *Proceedings Third ASEAN-Australia Symposium on Living Coastal Ressources*. Bangkok, Chulalongkorn University, vol. 2, pp. 551-560.
- SURASWADI, P. (1987). *The Role of Aquaculture in the Improvement of Living Standards of Fishing Communities in Thailand*. Bangkok, RAPA Publications, no 4.
- SWIFT, M. J. et al. (1991). Organic Matter Management for Sustainable Soil Fertility in Tropical Cropping Systems. In Dumanski et al. (éds.), *Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World*. Bangkok, IBSRAM Proceedings 12, vol. 21, pp. 307-326.
- TAKAYA, Y. (1987). *Agricultural development of a Tropical Delta: A Study of the Chao Praya Delta*. Honolulu, University of Hawaii Press, 269p.
- TDRI (Thailand Development Research Institute) (1986). *The status of Coastal and Marine Resource of Thailand*. A report submitted for the Swedish Marine Resources Commission.
- TESCO, Ltd. (1994). *Final Report on Environmental Impact Assessment of Seawater Irrigation System for Marine Shrimp Culture at Kung Krabaen Bay Royal Initiation Project Area, Thamai District, Chantaburi Province*. Étude soumise au Département des Pêches, Ministère de l'Agriculture et des Coopératives, document en langue thaï, résumés en anglais, non-publié.
- THALE, L. (1981). Thai Fisheries: Past, Present and Future. *Thai fisheries*, vol. 34, no 1, pp. 11-18.
- TOKRISNA, R. (1992). Aquaculture in Thailand. In Liao et al. (éds), *Aquaculture in Asia. Proceedings of the 1990 APO Symposium on Aquaculture*. Asian Productivity Organization. Taiwan Fisheries Research Institute, pp.113-124.
- TOLBA, M. (1987). *Sustainable Development: Constraints and Opportunities*. London, Butterworth.
- TOOKWINAS, S., SRICHANTULK, N., CHOONGAN, C. (1994). Coastal Aquaculture in Thailand. In Lacanilao, Coloso, Quinito (éds), *Proceedings of the Seminar-Workshop on Aquaculture Development in Southeast Asia and prospects for Seafarming and Searanching*. Iloilo City, SEAFDEC Aquaculture department, pp. 84-90.
- TOOKWINAS, S (1996). *Environmental Impact Assessment for Intensive Marine Shrimp Farming in Thailand*. Bangkok, Annual Conference of the World Aquaculture Society (janvier), document non-publié.
- TUCK, C. H. (1986). *Human Habitation and Traditional Uses in the Matang Mangrove*. *Mangroves of Asia and Pacific: Status and Management*, pp. 313-317.
- TURBULL, D. A. (1990). Aquaculture Development in Developing Countries. A Private Sector Approach. *World Aquaculture*, vol. 21, no 3, pp. 75-76
- TURNER, R. K. (1988). *Sustainable Environmental Management*. London, Belhaven.
- UNDP/UNESCO (1986). *Mangrove of Asia and the Pacific: Status and Management*. Technical Report of UNDP/UNESCO Research and Training Pilot programme on Mangrove Ecosystem. Paris, UNESCO, 538p.
- UNEP (1988). *The Kung Krabaen Bay Development Study Center*. In *Sustainable Development of Natural Resources: A Study of the Concepts and Applications of His Majesty the King of Thailand*. Bangkok, UNEP, pp. 109-120.
- UNESCO (1985). *Report of the Workshop of the Conservation of Mangrove Areas to Paddy Cultivation*. Rome, UNESCO.

- VANDERGEEST, P.; FLAHERTY, M. et MILLER, P. (1999). A Political Ecology of Shrimp Aquaculture in Thailand. *Rural Sociology*, vol. 64, n° 4, pp. 573-596.
- VELASCO, A. B. (1980). Socio-Cultural Factors Influencing the Utilisation of Mangrove Resources in the Philippines Fishpond versus Other Uses. *Tropical Economy and Development*, pp. 1185-1193.
- VIJARNSINRN, P. (1991). Land Zonation for Appropriate Land Use in Phangha and Ban Don Bays, Upper South of Thailand. In *Towards an Integrated Management of tropical Coastal Resources*.
- WATTANUTCHURIYA, S., PANAYOTOU, T. (1982). *The Economics of Aquaculture: The Case of Catfish in Thailand*. Aquaculture Economics Research in Asia. CRDI-193e Proceeding of Workshop.
- WCDE, World Commission in Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford, Oxford University Press.
- WICKERMERATNE, H. J. M. (1991). Utilizing Research for Coastal Zone Management. In *Towards an Integrated Management of tropical Coastal Resources*.
- WICKINS, J. F. (1987). The Tolerance of Warm Water Prawn to Recirculated Water Aquaculture. *Aquaculture*, vol. 9, pp. 19-37.
- WHITE, A. T. (1989). Two Community-based Marine Reserves: Lessons for Coastal Management. Coastal Area Management. In Chua et al. (éds), *Southeast Asia Policies, Management, Strategies and Case Studies*. Manille, International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM).
- WORALL, L. (1989). Design Issues for Planning Oriented Spatial Information Systems. Mapping Awareness, vol 3, n° 3, pp. 17-20.
- WORLD BANK (1991). Tropical Aquaculture Development. Washington, *World Bank Technical Paper*, n° 151.
- WORLD BANK (1999). Development Goals. <http://www.worldbank.org>
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (1990). *World Resources 1990-1991*. Oxford University Press, 383p.
- YAMAMOTO, T., JUNTARASHOTE, K. et NAGALAKSANA, C. (1982). Socio-economic Status, Living Conditions and Income Conditions of Marine Fishing Households in Paknam Pran Buree, Thailand. SEAFDEC Technical Paper Training, 65p.
- YAMAMOTO, T (1992). Aquaculture in Asia: The 1989 APO Aquaculture Survey. In Liao et al. (1992), *Aquaculture in Asia. Proceedings of the 1990 APO Symposium on Aquaculture*. Asian Productivity Organization. Taiwan Fisheries Research Institute, pp.127- 140.
- YAMAO, M. (1987). Development Process of the Fishermen's Groups in Thailand. SEAFDEC Technical Book Training, no 43.

