

**IMPLANTATION AUX SEYCHELLES D'UN DISPOSITIF
DE STOCKAGE D'APPÂTS VIVANTS DANS LE CADRE D'UNE
CAMPAGNE DE MARQUAGE DE THONS
MISE EN ŒUVRE PAR LA C.T.O.I**

par

Pierre Bosc
Directeur de l'ARDA

SUMMARY

Seychelles are considered a relatively important tagging site in the IOTTP framework, but supply of live baitfish in this zone might be problematic.

In order to be effective, live bait has to be attractive and available in large quantities. At this time, there is little information on the resources of small pelagics around Seychelles. Amongst the most common species found (*Decapterus sp.*, *Selar sp.*, *Sardinella sp.* ...), those from the *Decapterus* genus seem the most promising. Capturing the baitfish could be done by artisanal Seychellois fishermen. In that perspective, SFA might have to introduce the “bouki-ami” fishing technique, extremely efficient for capturing live baitfish unharmed, but not used in Seychelles.

Fish could be kept in floating cages, deployed near the shore of Mahé island and would be a good transition before transferring them in live bait wells. The choice of the sites for deploying the cages should be done according to studies on bathymetric, climatic and oceanographic conditions of the area. According to the information collected, the most likely deployment areas would be the west coast, between Thérèse Island and Anse la mouche. ARDA advises to use HDPE (high density polyethylene), even if they are more expensive than “traditional” circular cages. Indeed, this system is very flexible, easy to deploy, offers better safety conditions for the people dealing with it and can be used to moor the seiner. Even better, those cages proved to attract *Selar* and *Decapterus* species, which would offer further capture opportunities. In conjunction with this stocking framework, small FADs could be deployed, in order to secure a reliable supply of small pelagics throughout the project.

In conclusion, deploying fish cages around Mahé seems possible, although studies remain to be done to define where to install them and what type of cages to use.

*Implantation aux Seychelles d'un dispositif de
stockage d'appâts vivants dans le cadre d'une
campagne de marquage de thons mise en œuvre
par la C.T.O.I*

Etude de Pré-faisabilité
réalisée pour le compte de la
Commission des Thons de l'Océan Indien (CTOI - FAO)



Photo ARDA

Mission de l'ARDA aux Seychelles du 20 au 26 octobre 2002

Pierre BOSC
Directeur de l'ARDA



Novembre 2002

Remerciements

L'auteur tient à remercier M. David ARDILL (CTOI) et M. Alain FONTENEAU (IRD) pour leur accueil durant ce séjour ainsi que toutes les personnes de la SFA et de l'IRD qui ont bien voulu répondre à ses questions durant sa mission.

SOMMAIRE

I – Le rappel du cadre de l’intervention de l’ARDA	P.04
II – La problématique de l’appât vivant aux Seychelles	P.05
II.1 – Les sources des informations collectées	p.05
II.2. – Les caractéristiques souhaitées pour l’appât vivant destiné à l’opération de marquage	P.05
II.3 – Les espèces de petits pélagiques présentes aux Seychelles susceptibles d’être utilisées comme appâts vivants	P.06
II.4. - La problématique de la capture de l’appât durant la campagne	P.09
II.5 – L’intérêt du stockage de l’appât en cage et les critères d’adaptation des espèces	P.11
III – L’examen des possibilités d’implantation d’un dispositif de stockage d’appâts vivants en bordure côtière aux Seychelles	P.13
III.1 – L’analyse des principales contraintes physiques	P.13
1.1 – Les sources des informations collectées	P.13
1.2 – La bathymétrie et sédimentologie côtière	P.13
1.3 – Les conditions climatiques et océanologiques	P.15
III.2 – Discussion sur la localisation du dispositif de stockage de l’appât vivant	P.19
IV – Le choix d’un modèle de stockage en cage	P.21
IV.1 – Introduction	P.21
IV.2 – Les deux principaux modèles de cages susceptibles d’être utilisées aux Seychelles pour le stockage d’appâts	p.21
IV.3 – Le choix du modèle « cage modulable en PEHD » pour le projet	P.24
IV.4 – L’intérêt de prévoir la possibilité d’exploiter l’effet DCP des cages de stockage	P.26
IV.5 – L’estimatif provisoire du coût de l’opération	P.28
IV.6 – La prise en compte des frais de gestion/maintenance du cheptel et des cages	P.28
V. – Les principales étapes de l’opération – propositions d’actions complémentaires	P.29
V.1 – Le montage de l’opération « cage de stockage » proprement dite	P.290
V.2 – Le lancement d’une opération « DCP côtier » pour fiabiliser la capture d’appâts	P.32
V.3 – La réalisation d’essais de capture de chinchards sur le plateau de Mahé	P.33
V.4 – L’initiation d’une première réflexion sur l’implantation d’une nurserie de Milkfish	P.33
VI. – Durée prévisionnelle de l’opération (hors opération « DCP côtier ») et possibilités d’intervention de l’ARDA	P.34

I – Rappel du cadre de l'intervention de l'ARDA

L'augmentation rapide de la prise de thons tropicaux (albacore, listao, thon obèse) dans l'océan indien durant la dernière décennie impose de mettre en œuvre rapidement des stratégies efficaces de gestion des ressources visant à permettre une gestion durable (Fonteneau et al., 2001).

A cet effet, et au vu des résultats obtenus dans l'Océan Pacifique sud, le comité scientifique de la CTOI a décidé en 1999 de lancer un vaste programme de marquage de thons, programme qui apparaît comme le meilleur moyen d'acquérir les données requises pour une évaluation fiable des stocks exploités.

Ce programme de marquage concernera l'ensemble des zones exploitées de l'Océan Indien et devrait se faire à partir de canneurs loués à cette occasion.

Compte tenu de la technique de pêche des canneurs, une composante importante du programme concernera la maîtrise de l'approvisionnement en appâts vivants.

Suivant les zones de marquage concernées, il est clair que le problème de la disponibilité locale en appât risque d'être plus ou moins aigu.

Aux Seychelles, site de marquage considéré comme important dans le cadre du projet, cette contrainte d'approvisionnement est jugée suffisamment préoccupante pour qu'il soit tenté d'y remédier. Une des solutions envisagées est le recours à des moyens de stockage de l'appât vivant durant la campagne qui devrait se dérouler sur 2 ans. la localisation du lieu de stockage est à rechercher au voisinage de l'île de Mahé.

Pour étudier cette problématique de stockage, la CTOI a souhaité faire appel aux compétences de l'ARDA.

Le présent document correspond à l'étude de pré-faisabilité réalisée par M. BOSCH (Directeur de l'ARDA) au cours d'une mission financée par la CTOI qui s'est déroulée aux Seychelles du 20 au 26 octobre 2002.

II - Problématique de l'appât vivant aux Seychelles

II.1 – Sources des informations collectées

Peu de données existent à ce jour aux Seychelles sur les ressources en petits pélagiques, les éléments susceptibles d'être recueillis sur la biologie et l'écologie de ces populations sont fragmentaires.

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes essentiellement appuyés sur l'étude réalisée en 1982 par l'IRD (STEUERT et Al., 1983) ainsi que sur le résultat des entretiens avec les techniciens de la SFA.

II.2 – Les caractéristiques souhaitées pour l'appât vivant destiné à l'opération de marquage

Pour la pêche à la canne, l'appât vivant utilisé doit avoir des caractéristiques spécifiques :

- un comportement attractif vis à vis de l'espèce à capturer,
- La rusticité pour survivre plusieurs jours en vivier (à bord et/ou en cage),
- La disponibilité et la facilité de capture à proximité des zones de pêche.

Concernant l'attractivité, la taille est un paramètre important, elle est variable suivant les espèces mais doit généralement être inférieure à 15 cm. Selon YUEN (in SHOMURA, 1977) la taille idéale se situerait entre 6 et 8 cm pour le listao (*Katsuwonus pelamis*) et entre 10 et 15 cm pour l'albacore (*Thunnus albacares*).

Le comportement de nage est aussi un facteur essentiel. L'appât vivant une fois jeté à l'eau doit être rapide et doit rester groupé sous le bateau au sein de la zone de pêche....

Autre paramètre à prendre en compte, la rusticité de l'appât. Il doit être en mesure de supporter plusieurs manipulations avant de pouvoir être utilisé. La première manipulation concerne la capture dans le milieu (la technique employée et le soin apporté à cette étape sont primordiaux). La seconde manipulation concerne son transbordement dans le vivier du bateau ou dans la cage de stockage. A noter que les caractéristiques du vivier de stockage et le soin apporté à son entretien et à l'alimentation du poisson vont largement conditionner sa survie.

Enfin, la facilité de capture et la disponibilité de l'appât à proximité de la zone de pêche (ou de marquage dans le cas présent) sont les facteurs les plus déterminants sachant que pour des raisons économiques évidentes, il faut éviter d'immobiliser le canneur par manque d'appât vivant.

II.3 - Les espèces de petits pélagiques présentes aux Seychelles susceptibles d'être utilisées comme appâts vivants

On dénombre plusieurs espèces de petits pélagiques aux Seychelles :

- Famille des Carangidés :
 - *Selar crumenophthalmus* ("Makro gro lizye")
 - *Decapterus maruadsi* ("Mawann")
 - *Decapterus macrosoma* ("Mawann")
- Famille des Clupéidés
 - *Herklotsichthys punctatus* ("Sardin")
 - *Sardinella sirm* ("Sardin")
- Famille des Scombridés
 - *Rastrelliger kanagurta* ("Makro dou")
- Famille des Dussumieridés
 - *Spratteloides sp.*
- Famille des Eugraulidés
 - *Eugraulis sp.*
- Famille des Atherinidés
 - *Pranesus pinguis* ("Pret")
- Famille des Caesionidés
 - *Caesio caetulauraus* ("Makro")
 - *Caesio sp.*

D'après STEQUERT et al. (1983), la répartition de ces petits pélagiques est différente suivant les espèces et suivant la période de l'année (période saisonnière de recrutement).

On distingue les espèces présentes plus particulièrement sur le plateau de Mahé comme les chinchards du genre *Decapterus* et les espèces plutôt présentes en bordure côtière comme les sardines, les prêtres et les sprats.

- **Principales espèces présentes sur le plateau de Mahé**

Sur le plateau, *D. macrosoma* serait présente en plusieurs points (STEQUERT et al. (1983) alors que *D. maruadsi* serait surtout répartie non loin du bord du plateau (partie sud et sud-est) avec pour les deux espèces des variations saisonnières significatives et des spécificités quant à la distribution verticale diurne et nocturne (éléments susceptibles d'influencer la capturabilité de ces espèces).

Pour *D. maruadsi*, STEQUERT et al. (1983) indiquent que la taille de capture durant leur étude a souvent été supérieure à 15 cm (impropre à l'utilisation comme appât vivant) sauf au cours de la période des alizés où l'on trouve deux modes dont un centré sur 5-7 cm ce qui semblerait traduire une période de recrutement de juvéniles.

Pour *D.macosoma*, STEQUERT et al. (1983) précisent qu'une fraction de la population aurait tout au long de l'année une taille compatible avec l'utilisation comme appât vivant. Ce serait l'espèce qui offrirait le plus de possibilités pour l'utilisation comme appât (régularité et taille de capture adaptée). Les essais effectués par les Espagnols confirmeraient ce point.

La période de ponte présumée des espèces du genre *Decapterus* s'étalerait de mars à septembre. Contrairement à *D. macosoma*, *D. maruadsi* ne resterait pas sur le plateau pour se reproduire, seuls les juvéniles coloniseraient le plateau après la reproduction.

- **Les principales espèces présentes en bordure côtière**

Antérieurement à l'étude de STEQUERT (1983), plusieurs essais de pêche des petits pélagiques côtiers ont été réalisés.

D'après les pêches de jour effectuées par RATCLIFFE (1973/75), la sardine (*Herklotsichthys punctatus*) serait l'espèce dominante de jour en bordure côtière avec des tailles parfaitement compatibles avec l'utilisation comme appât vivant.

Selar crumenophthalmus, toujours d'après les pêches de RATCLIFFE serait également présent de jour à proximité des côtes mais en moindre abondance, les tailles de capture étant le plus souvent non compatibles avec l'utilisation comme appât vivant.

De nuit, d'après les pêches effectuées par RATCLIFFE en octobre-novembre 1973 et en mai-juin 1974/75, le nombre d'espèces capturées est plus important (*Rastrellinger kanagurta*, *Selar crumenophthalmus*, *Sardinella sirm*) mais les individus sont de grande taille.

En octobre 1979, MARCHAL a également effectué des pêches de nuit en bordure côtière qui ont révélé les possibilités de capture de prêtres, *Pranesus pinguis*.

Ces données très fragmentaires ont conduit l'ORSTOM (devenu depuis l'IRD) à réaliser en 1983 une étude (STEQUERT & al -1983) ciblée sur les populations de petits pélagiques côtiers dont nous donnerons ci-après les principaux résultats.

Cette étude a démontré qu'en bordure côtière les rendements diurnes sont supérieurs aux rendements nocturnes. D'autre part, les espèces capturées de jour sont quasiment toutes utilisables pour l'appât contrairement aux espèces capturées de nuit.

Au cours de l'étude, les espèces les plus couramment capturées de jour en bordure côtière, étaient les sardines et les prêtres.

Toujours d'après cette étude, le site de capture le plus intéressant pour ces espèces se situe à proximité de l'île Anonyme. Viennent ensuite Anse Gaulette et Anse à la Mouche puis les autres anses abritées de la côte ouest (Anse Boileau, Anse Souillac, Port Glaud). A noter que les rendements moyens de capture ont été de 270 kg par jour de prospection.

En conclusion de cette étude, STEQUERT et al. (1983) proposent de distinguer deux groupes d'espèces pour la pêche à l'appât vivant aux Seychelles :

- le groupe le plus intéressant représenté par :
 - ❑ les juvéniles du genre *Decapterus* présents sur le plateau, très résistants au stockage et adaptés à la capture du listao et du thon albacore. Il reste à déterminer les techniques de pêches les mieux adaptées ;
 - ❑ les sardines (*Herklotsichthys punctatus*), espèce capturable de jour en bordure côtière, relativement résistante, adaptée à la capture du listao ;
 - ❑ les prêtres (*Pranesus pinguis*) présents en grande quantité en bordure côtière et très résistants au stockage. Les prêtres sont toutefois peu efficaces comme appât du fait de leur comportement faiblement attractif.

- Un groupe d'espèces « accessoires » utilisables en cas d'indisponibilité des chinchards :
 - ❑ les juvéniles de *Selar crumenophthalmus* présents malheureusement que de façon saisonnière sur le plateau et en bordure côtière (lors du recrutement), très résistants au stockage et très adaptés à la capture du listao et du thon albacore ;
 - ❑ *Sardinella sirm*, espèce présente de façon sporadique en bordure côtière, capturable de jour, résistante en vivier et très attractive pour la pêche aux thons ;
 - ❑ *Eugraulis sp.*, espèce rare aux Seychelles, elle est très peu résistante à la manipulation et au stockage en vivier avec toutefois un pouvoir attractif intéressant ;
 - ❑ *Spratteloides sp.*, considéré comme bon appât par les pêcheurs mais très fragile (très peu résistant), rare sur le plateau ;
 - ❑ *Rastrelliger kanagurta*, adulte présent en quantité en bordure côtière mais seuls les juvéniles sont utilisables comme appât, or ils ne sont que rarement capturés. Cette espèce est peu résistante au stockage.

D'après STEQUERT et al. (1983) ce sont donc les espèces du genre *Decapterus* qui sembleraient, dans le contexte des Seychelles, les espèces les plus intéressantes pour la pêche à l'appât vivant et par conséquent pour la campagne de marquage de thons. Les campagnes effectuées par les canneurs espagnols en 1981 et 82 ont démontré leur présence en quantités significatives sur le plateau de Mahé, notamment sur la façade ouest (Cort, 1983).

Ces espèces répondent en effet à certaines contraintes comme le pouvoir attractif (au stade juvénile) et la résistance au stockage. Il reste cependant à bien définir les méthodes de capture en s'inspirant des essais effectués par les Espagnols en 1981 et 1982, à savoir la pêche de nuit à la bolinche (Cort, 1983). Il restera également à mieux définir les périodes propices à la capture de juvéniles.

Outre ces espèces, la sardine et le prêtre, présents en bordure côtière en quantité intéressante, pourraient utilement compléter les approvisionnements en chinchards à certaines époques de l'année.

Classée comme espèce accessoire par STEQUERT et al. (1983) compte tenu du peu de captures effectuées lors de son étude, *Selar crumenophthalmus*, de part ses qualités remarquables comme appât vivant, mériterait que l'on s'y intéresse davantage en complétant quelque peu les données sur cette espèce. Il semblerait qu'il existe d'importants recrutements saisonniers sur la côte ouest.

Quelles que soient les espèces cibles, il conviendra de résoudre le problème de la régularité des captures au cours de l'année en testant plusieurs mesures. Parmi ces mesures, on citera notamment l'optimisation et l'adaptation des techniques de pêche concernant certaines espèces cibles (*Decapterus*), la pose de dispositifs de concentration de poissons à proximité de la côte (DCP côtiers) et l'implantation de structures de stockage en mer capables de conserver les poissons vivants sur plusieurs semaines.

Parmi les solutions à envisager pour tenter de garantir la régularité d'approvisionnement en appât pendant la campagne de marquage, le stockage en vivant constitue une des mesures que la CTOI a souhaité étudier en priorité.

II. 4 – La problématique de la capture de l'appât durant la campagne

Il est prévu au cours de la campagne de marquage de confier la capture de l'appât à des pêcheurs artisans seychellois connaissant les sites et les techniques de pêche des petits pélagiques.

Depuis le développement de la pêche thonière industrielle aux Seychelles et l'implantation d'une unité de transformation, il semblerait que la pratique de la pêche aux petits pélagiques par les artisans pêcheurs seychellois désireux de faire de l'appât semble avoir été quelque peu délaissée.

La raison à cela serait que les pêcheurs artisans se ravitaillent aujourd'hui en appât pour la pêche au fond auprès de la conserverie où il est facile d'obtenir du poisson déclassé à bas prix (listao...).

Cela explique en partie le manque d'éléments sur ces ressources halieutiques, qui, du fait qu'elles sont faiblement exploitées sont aussi assez peu étudiées.

- Principales techniques de pêche des petits pélagiques

Trois principales techniques de pêche aux petits pélagiques semblent actuellement co-exister aux Seychelles :

➤ *La pêche à la senne de plage*

Cette pêche exploite les bancs de poissons qui se situent très près des côtes, à quelques dizaines de mètres au maximum.

Elles concernent notamment les bancs de *Selar crumenophthalmus* (« makro gro lizye »), les prêtres (« prêt ») et les sardines (« sardin »)

Le rendement de cette pêche peut être important suivant la période de l'année. Lors des recrutements de maquereaux (*Selar*), cette technique permet de capturer plusieurs tonnes de poissons d'un "coup" de senne.

Cette technique peu développée semble plus particulièrement utilisée dans la baie de Beauvallon.

➤ *La pêche à la ligne*

Cette pêche se pratique sur le banc de Mahé sur des fonds de 30 à 50 mètres.

Cette pratique intéresse les pêcheurs en barque qui effectuent sur le banc de Mahé des captures essentiellement de *Decapterus sp.* (« mawann ») qu'ils destinent à la consommation humaine.

➤ *La pêche au filet maillant*

Cette pêche se pratique à proximité immédiate des côtes de Mahé sur des petits fonds, dans les anses abritées, dans les infrastructures portuaires. Elle concerne essentiellement les maquereaux du genre *Rastrillinger*, poissons qui depuis quelques années sont d'un bon rapport sur le marché local (espèce destinée à la consommation humaine).

En ce qui concerne la capture de petits pélagiques côtiers tels que les sardines ou les prêtres, il ne semble pas que l'approvisionnement pour la campagne de marquage pose des difficultés aux pêcheurs qui seraient chargés de cet approvisionnement dans la mesure où l'on trouve des artisans maîtrisant les techniques de la senne tournante (Baie de Beauvallon).

En ce qui concerne l'approvisionnement en maquereaux du genre *Decapterus* à partir de la pêche sur le banc de Mahé, le problème semble un peu différent sachant que nous n'avons pas eu d'information comme quoi il existait des pêcheurs pratiquant la pêche de ces petits pélagiques autrement qu'à la ligne de fond.

Si ce point s'avérait exact, il conviendrait donc d'introduire aux Seychelles d'autres techniques de pêche adaptées au *Decapterus* et appropriables rapidement par les pêcheurs artisans seychellois, techniques garantissant des rendements de capture suffisants pour l'approvisionnement du canneur en appât vivant au cours de l'opération de marquage.

A ce propos, il est envisagé actuellement par la SFA de développer de nouvelles techniques de pêches des petits pélagiques en s'inspirant notamment de techniques asiatiques telle que celle du « Bouki-ami ». Cette technique est parfaitement adaptée à la capture d'appât en particulier lorsque l'on souhaite le conserver vivant.

Cette initiative est donc particulièrement opportune dans la mesure où elle favorisera l'adoption par les pêcheurs artisans locaux de nouvelles techniques susceptibles d'accroître sensiblement la disponibilité en appât, préoccupation qui n'est pas simplement liée au projet de marquage mais également liée à la problématique du développement de la pêche palangrière.

II.5 – L'intérêt du stockage de l'appât en cage et les critères d'adaptation des espèces

Nous avons vu précédemment les différentes problématiques liées à l'obtention d'appât vivant autour de Mahé.

Parmi les solutions envisagées pour tenter d'améliorer la régularité d'approvisionnement en appât vivant durant la campagne de marquage, il est prévu le stockage en cage en bordure côtière, technique souvent utilisée de par le monde par les flottilles de canneurs lorsque le contexte s'y prête.

Outre l'amélioration de la fiabilité de l'approvisionnement, le stockage provisoire en cage en mer peut aussi permettre de préparer progressivement le poisson aux conditions de confinement en vivier.

Cet aspect est non négligeable compte tenu du fait que les conditions de stockage sur les canneurs sont généralement stressantes pour le poisson pélagique. Or ces conditions drastiques entraînent souvent des mortalités importantes (donc coûteuses) lorsque le passage du milieu naturel au vivier est trop brutal.

De la même façon que pour le stockage en vivier, les paramètres que l'on prend généralement en compte pour apprécier les capacités de stockage en cage d'une espèce sont nombreux, on retiendra notamment :

- L'adaptation au confinement

Certaines espèces pélagiques ne supportent pas le confinement en cage ou en vivier pour des aspects qui peuvent être liés au comportement ou à d'autres facteurs. D'autres espèces supportent le confinement mais seulement à faible charge (< 10 Kg/m³) ce qui rend leur stockage non viable économiquement.

Les espèces intéressantes aux Seychelles pour l'appât vivant ne devraient pas poser de problèmes à ce niveau dans la mesure où elles sont correctement manipulées lors de la capture.

- La résistance aux manipulations (capture, transfert, tri...)

Une espèce peut supporter le confinement mais résister très mal aux manipulations lors de la capture ou lors des transferts de la cage de stockage au vivier du bateau. D'après les essais réalisés à La Réunion, les espèces du genre *Decapterus* et du genre *Selar* devraient à ce niveau offrir les meilleurs résultats dans la mesure où des précautions sont prises lors de la capture (technique et matériel). Les sardines et les prêtres devraient être moins résistants (cela reste à confirmer) si il s'avérait nécessaire de manipuler les individus à plusieurs reprises avant la mise en vivier.

- La facilité de sevrage (adaptation à une nourriture artificielle)

Ce critère conditionne la longévité du stockage d'une espèce sachant que lorsqu'on est amené à conserver l'appât durant plusieurs semaines, il est souhaitable de nourrir les poissons afin d'éviter un affaiblissement avant leur transfert sur le canneur.

Les espèces qui s'adaptent très vite à une nourriture artificielle (granulés standards pour poissons d'aquaculture) présentent donc l'avantage de pouvoir être conservées plus longtemps (pour un coût variable suivant leurs performances zootechniques).

Les espèces des genres *Decapterus* et *Selar* sont très faciles à sevrer avec un aliment standard pour poissons marins dans la mesure où on utilise une granulométrie adaptée à la taille du poisson et un aliment suffisamment appétent (ARDA, 2000).

- L'agressivité

Ce critère rejoint quelque peu celui concernant l'adaptation au confinement, une espèce peut s'avérer être très rustique (résistante) mais très agressive vis à vis de ses congénères ce qui la rend difficile à stocker à forte charge car elle se blesse très rapidement et meurt en quelques jours des suites de ses blessures (attaques bactériennes...).

- Les performances zootechniques (croissance, taux de conversion...)

Le critère « performance de croissance » est parfois important lorsque l'on veut faire grossir rapidement une espèce capturée au stade juvénile peu de temps après le recrutement (faible taille).

Il ne semble pas que ce critère soit pertinent aux Seychelles compte tenu du fait que les tailles de capture des espèces cibles sont souvent proches des tailles limites d'utilisation comme appât. Les performances de croissance ne seront donc pas un critère fondamental voire même, pour certaines espèces (genres *selar*, *decapterus*...), il conviendra de compenser une trop forte croissance par une adaptation des rations (alimentation réduite à la ration d'entretien) et éventuellement par une formulation spécifique de l'aliment.

Le critère « taux de conversion » (capacité à transformer l'aliment) est important lorsque l'on a à stocker, sur de longues périodes, d'importantes biomasses de poissons. Ce critère d'appréciation ne devrait pas être négligeable si le recours au stockage de l'appât était systématique durant les deux ans de la période de marquage.

III – Examen des possibilités d’implantation d’un dispositif de stockage d’appât vivant en bordure côtière aux Seychelles

L’objectif fixé dans le cadre de cette étude de pré-faisabilité est de valider la possibilité d’installer un système de cage le long de la frange littorale de l’île de Mahé en proposant, au vu des éléments recueillis sur les conditions océanologiques locales, une première analyse sur les sites potentiels d’implantation.

A noter que la possibilité d’installer le dispositif de stockage à proximité de l’île de Praslin a été écartée au cours de la mission en raison notamment de difficultés d’exploitation.

III.1 - Analyse des principales contraintes physiques

1.1 - Sources des informations collectées

Les données présentées ci-après proviennent en grande partie de *l’Atlas de l’environnement côtier des îles granitiques de l’archipel des Seychelles (Virginie CAZES-DUVAT et al., 2002)* et des éléments recueillis lors de nos entretiens avec les agents de la SFA.

1.2 - Bathymétrie et sédimentologie côtière

La bathymétrie est un critère majeur dans le choix du site d’implantation d’une installation en cage en mer.

Des fonds trop importants (supérieurs à 40 m) génèrent le plus souvent des coûts d’installation et de maintenance prohibitive, des fonds trop faibles (inférieurs à 20 m) génèrent quant à eux de sérieux problèmes de tenue des ancrages (effets de la houle...). Ce critère est bien évidemment à apprécier en fonction des conditions locales de la mer (violences des houles et des courants...).

Sur l’île de Mahé, les plaines côtières sont très peu présentes et les principaux reliefs sont le plus souvent situés à proximité de la ligne de côte avec des pentes souvent très abruptes.

En mer, la bathymétrie des côtes de Mahé est caractérisée par des pentes sous-marines plus ou moins accusées suivant que l’on se trouve sur la côte est ou sur la côte ouest. Les pentes les plus accusées sont localisées sur la côte ouest comme le montre la figure 1 présentant une carte bathymétrique de l’île.

Les zones peu profondes (10-20 m) sont relativement développées sur la côte est alors que l’on trouve très vite (moins de 1 mile) des fonds de 30 m sur la côte ouest et notamment sud-ouest et nord-ouest.

Sur la côte ouest, seule la grande baie de Boileau offre quelques zones abritées à moins de 1 mile des côtes où l’on trouve des fonds autour de 25-30 m. Reste à vérifier sur le terrain la nature de ces fonds (présence ou non de massifs coralliens...) mais il apparaît possible de localiser une zone favorable à l’implantation de cage sur cette côte.

Au niveau de la sédimentologie, les fonds sont très largement sableux (sable à dominante corallienne). Ils sont homogènes et essentiellement formés par des sédiments particulièrement fins. Les sédiments sont remaniés par les fortes houles ou les courants côtiers qui peuvent parfois être localement puissants.

A proximité de la côte, la présence de sédiments sablo-siliceux a également été signalée. Ils sont le résultat d'apports terrigènes ponctuels se situant principalement au niveau de l'embouchure des cours d'eau.

La nature des sédiments en bordure côtière devrait favoriser la tenue des ancrages des cages grâce à un bon enfouissement et à une forte adhérence.

Très concrètement, sur les fonds côtiers de Mahé, l'utilisation d'ancre semble possible pour l'amarrage des structures ce qui permettrait d'éviter l'usage des lests traditionnels en béton coûteux à mettre en œuvre dans le contexte des Seychelles.

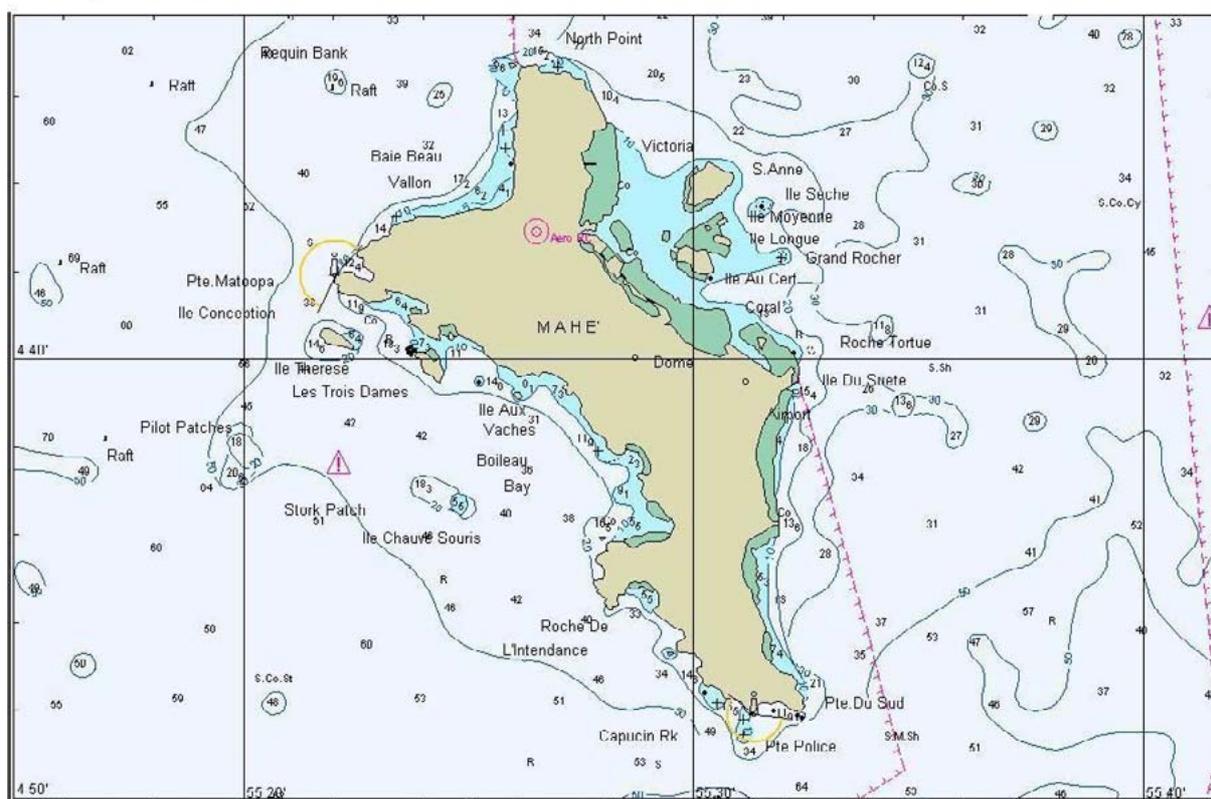


Figure 1 : Carte bathymétrique de Mahé

1.3 - Les conditions climatiques et océanologiques

➤ Les grands traits climatiques

Les îles granitiques du plateau des Seychelles, situées à des latitudes subéquatoriales, sont généralement concernées par un régime de basse pression.

On y observe deux types de situations qui alternent sur l'année : pendant la mousson de noroïs (novembre à avril), la zone de convergence est positionnée au sud de l'équateur, le plateau se trouve alors dans une vaste zone de faible pression avec des flux de nord-ouest (vent de noroïs). Entre mai et octobre, la zone de convergence évolue au nord de l'équateur, le plateau se trouve alors sous l'influence de l'anticyclone des Mascareignes et ce sont les alizés de sud-est qui dominent (vent de Suète).

Les vents sont généralement faibles à modérés (compris entre 1 et 15 nœuds dans plus de 90% des cas – observations effectuées à Desroches en 1990/1991).

Les vents de Suète sont très soutenus de juillet à septembre. A cette époque, des vents moyens autour de 15 nœuds peuvent s'établir pendant plus d'une semaine avec des pointes qui peuvent dépasser les 20 nœuds (plus de 60 nœuds enregistrés à l'aéroport de Mahé en 1971).

Les vents de noroïs sont plus faibles avec toutefois des pointes qui peuvent être ponctuellement violentes lors du passage d'une grosse averse « grain » en janvier ou en février.

Les directions évoluent suivant la saison, les vents de Suète (mai à octobre) ont une direction SE/SSE, les vents de la mousson de noroïs (novembre à avril) ont une direction qui peut évoluer au sein du quart Nord ouest (270°/360°).

Le plateau de Mahé se situe au sein d'un courant chaud de surface de direction dominante Est-Ouest qui est influencé par le régime des alizés et le régime de la mousson de nord-ouest. Ce courant est compris entre 1 et 2 nœuds suivant la saison.

Compte tenu de cette circulation océanique de surface au voisinage du plateau de Mahé, les températures de l'eau sont élevées, elles oscillent en moyenne entre 26,4 °C en juillet et 29,7 °C en janvier.

A noter que l'archipel est situé dans la zone d'influence El Nino (avec des effets qui peuvent être désastreux sur les coraux comme en 1998 où la température de l'eau de surface a dépassé 33°C)

➤ Les cyclones et les houles

Lors de l'implantation de cages en bordure côtière en zone tropicale, c'est généralement les houles cycloniques que l'on redoute en premier lieu.

L'étude des trajectoires cycloniques dans le sud-ouest de l'océan Indien effectuée par Météo France à La Réunion montre que seules les trajectoires de « début de saison » toucheraient les Seychelles et principalement les îles du sud (situées entre 9 et 10° de latitude comme Aldabra...), l'île de Mahé étant généralement épargnée.

Ces perturbations n'atteignent jamais le stade de cyclone tropical, elles restent au stade de faibles dépressions. Statistiquement, elles interviennent sur l'archipel soit en début de saison cyclonique (octobre), soit en fin de saison. A noter qu'une dépression a fait d'importants dégâts en mai 1990 sur l'île de Desroches située à seulement 290 km au sud-ouest de Mahé (cyclone Ikonjo).

Toutefois, sur le plan des houles susceptibles d'être générées par ces phénomènes météorologiques, il faut retenir que le banc des Seychelles (regroupant Mahé et les îles granitiques), vaste plateau granitique de 43 000 km², constitue un rempart efficace qui atténue l'effet de ces houles qui se réfractent à leur arrivée au contact du Banc en perdant une grande partie de leur énergie à l'arrivée sur les côtes des îles du centre (cas de Mahé).

La houle cyclonique, si elle survient jusqu'aux côtes de Mahé, est censée toucher indifféremment toutes les côtes de l'île (direction non prévisible et évolutive) avec une amplitude variable qui sera en fonction de la violence du météore et qui dépendra aussi des effets locaux de la bathymétrie susceptibles d'engendrer des phénomènes de réflexion/diffraction.

Si les houles cycloniques sont censées être exceptionnelles, les houles de norois ou de Suète sont relativement courantes avec des amplitudes moyennes sur l'année de l'ordre de 1,5 m et des amplitudes maximales qui dépasseraient très rarement 3 m en bordure côtière (source : données collectées par les navires).

C'est durant les mois de juin, juillet et août que les houles de Suète sont les plus fortes avec une moyenne autour de 1,8 m et des houles pouvant atteindre plus exceptionnellement 3 m.

En moyenne sur l'année, les houles les plus courantes (plus de 50 % des cas observés) ont une direction comprise entre est-sud-est et sud (houles de Suète).

Les houles de norois arrivent du large par le quart Nord-nord-est (0°/45°) et sont déviées à l'arrivée sur les hauts fonds de Mahé. A l'approche des côtes, elles peuvent alors prendre une direction comprise entre le Nord-est et le Nord-nord-ouest. Ces houles de norois ont généralement une amplitude plus faible que les houles de Suète avec une hauteur moyenne de 1,1 m, les plus fortes houles dépassant rarement 2 m.

Ces houles sont à l'origine de courants de dérive littoraux qui interviennent directement sur la dynamique sédimentaire des plages.

Pour le dimensionnement des installations de stockage d'appât, on ne tiendra pas compte des houles cycloniques à caractère exceptionnel, on considérera une houle de projet de 4 m d'amplitude maximale.

Pour le positionnement précis des lignes d'ancrage, il conviendra de rechercher des informations sur les directions d'incidence à la côte des houles les plus violentes avec mise en évidence des éventuels phénomènes de réflexion. Enfin, il sera intéressant de recueillir des éléments sur les longueurs d'onde de ces houles.

➤ Les précipitations et les apports terrigènes en mer

Dans certains contextes où les apports terrigènes sont importants, il convient d'en caractériser les effets sur la côte (dessalure, apports de MES ou de matières organiques, dérives d'embâcles,...) avant de localiser l'implantation d'une structure de stockage de poissons en bordure côtière.

En règle générale, on évite les zones d'embouchure de cours d'eau possédant un bassin versant jugé important ou soumis à de fortes crues. Ces fortes crues, suivant l'existence ou non de réceptacle à l'embouchure (existence ou non d'une vaste plaine alluviale...), peuvent provoquer d'importants panaches turbides en surface, évoluant le long du littoral en suivant la dynamique des courants.

D'après CAZES-DUVAT (2002), on observe à Mahé une bonne corrélation pluie-débit avec une période de crue marquée pour les cours d'eau pendant la mousson de norois (avec un pic en janvier). A l'inverse, un étiage pendant la mousson de Suète. Les eaux de pluie s'écoulent rapidement à la mer (peu de réserves aquifères).

A Mahé, le niveau des précipitations est très différent suivant l'altitude. Il existe un pic significatif de précipitation durant la période de mousson de norois notamment en décembre et janvier. Au niveau de la station climatique de l'aéroport, c'est durant cette période de norois que l'on observe 60 à 70 % des précipitations totales de l'année. On a enregistré à cette station une moyenne mensuelle de 338 mm de pluie en janvier et de 78 mm de pluie en août pour la période 1961-1980.

A noter que depuis 1977, il semblerait apparaître des anomalies dans cette répartition des pluies sur l'année (influence d'El Niño).

On observe des différences dans la distribution de ces pluies sur l'année entre la côte est et la côte ouest compte tenu des effets du relief (avec présence de « micro-climat »), les sommets étant les plus arrosés par rapport aux zones côtières.

En cas de passage d'une dépression entre le 5 et le 10° Sud, le plateau de Mahé peut également subir des précipitations exceptionnelles.

Les bassins versants sur l'île de Mahé sont de faibles superficies, les cours d'eau ont donc des débits relativement peu élevés.

D'après CAZES-DUVAT (2002), Les bassins versants les plus importants sont situés sur la côte ouest, se sont ceux de la rivière Grand-Anse, 9,6 km², et de la rivière Mare aux Cochons, 9,1 km². Ces deux cours d'eau ont un module annuel estimé voisin de 500 L/s (CAZES-DUVAT, 2002).

Dans la mesure où il serait envisagé d'implanter les cages de stockage juste en face de l'embouchure d'une de ces deux rivières, il conviendrait de vérifier si les apports terrigènes en période de crue ne risquent pas d'être dommageables pour les structures.

➤ **Les courants côtiers et les marées**

En bordure côtière, les courants de marée et les courants de houles sont à considérer avec attention dans le cadre du dimensionnement des installations d'ancrage du dispositif de stockage d'appât.

A noter que les informations sur la courantologie côtière qui nous ont été fournies sont très fragmentaires et insuffisantes à la définition précise du système d'amarrage des cages.

Les données les plus complètes concernent la côte est, elles ont été collectées dans le cadre de l'étude d'impact sur la réalisation des remblais.

Sur la côte ouest, les seules données dont on nous a précisé l'existence correspondent à des points très localisés en extrême bordure côtière. Elles sont généralement issues d'études d'impact réalisées dans le cadre de la construction d'ouvrage (Usine de dessalement, construction d'émissaire...). Nous n'avons pas eu accès à ces données dans le cadre de notre mission.

En ce qui concerne les courants de marée, ils sont influencés par un régime de marée semi-diurne à inégalité diurne.

L'amplitude des marées les plus fréquentes se situe entre 0,90 et 1,50 m. Les valeurs extrêmes sont comprises entre 0,10 m et 1,80 m.

Le balancement des marées ne semble pas générer de courants importants en bordure côtière dans la mesure où l'on s'éloigne quelque peu de la côte et des passes (courants de marée ponctuellement plus violents).

A noter que Mahé est soumis à des phénomènes exceptionnels d'élévation du niveau de la mer, liés soit à des variations anormales de la pression atmosphérique de surface (surcotes durant les années El Nino), soit à des événements tectoniques de forte intensité survenant dans l'océan Pacifique (faible occurrence). Ces phénomènes peuvent être à l'origine d'un renforcement inhabituel des courants côtiers.

Outre les courants de marée, les houles de norois et de Suète peuvent engendrer localement un courant parallèle à la côte et une dérive littorale importante.

Les données que nous avons pu recueillir font état de courants côtiers dont les vitesses seraient inférieures à 1 nœud avec des pointes à 1,5 nœuds sur de courtes périodes.

Ces données sont insuffisantes compte tenu de leur importance pour le projet, il conviendra donc ultérieurement de mieux caractériser ces phénomènes courantologiques.

Des mesures à proximité du futur site d'implantation des cages de stockage s'imposent. Elles devront permettre d'apprécier les vitesses et les directions des courants dominants (positionnement exact, durée et point de mesure à définir ultérieurement dans le cadre de l'étude de site).

A noter qu'il sera difficile dans le cadre du projet d'apprécier et donc de pouvoir tenir compte des courants liés aux houles cycloniques. On considérera donc qu'ils ont une faible probabilité d'occurrence au même titre que les houles d'origine cyclonique.

III. 2 – Discussion sur la localisation du dispositif de stockage de l'appât vivant

On rappellera que dans le cadre d'une étude sur l'implantation de structures en cage en mer, il convient de prendre en compte plusieurs catégories de contraintes :

- Les contraintes physiques et océanologiques conduisant au choix des structures et au dimensionnement des installations d'ancrage ;
- Les contraintes logistiques : moyens à la mer disponibles, proximité des infrastructures portuaires... ;
- Les contraintes environnementales : analyse des impacts sur l'environnement récifal, prise en compte de l'impact paysager... ;
- Les contraintes liées aux éventuels conflits d'usages : prise en compte des activités existantes : tourisme, pêche, nautisme, trafic portuaire... ;
- Les contraintes administratives : autorisations nécessaires, réglementation spécifique à respecter...).

Dans le cadre du précédent chapitre, nous n'avons abordé que les contraintes inhérentes aux conditions océanologiques (contraintes physiques d'implantation). Les autres contraintes devront être analysées par des études spécifiques (étude logistique, étude d'impact, enquêtes de terrain, consultation administrative...) qui pourront être réalisées ultérieurement.

Cela étant dit, au vu d'une première analyse des conditions océanologiques rencontrées sur le littoral de l'île de Mahé, nous sommes aujourd'hui en mesure de confirmer la possibilité technique d'implantation de structures en cage en bordure côtière en précisant toutefois que le dispositif choisi devra répondre à un certain nombre de spécifications (cf. §. 4).

Pour la localisation de la zone d'implantation, la côte ouest de Mahé semble la mieux adaptée compte tenu de sa bathymétrie et de la protection des vents et des houles de Suète.

On recherchera la zone la plus favorable entre l'île Thérèse et l'anse à la Mouche en privilégiant des fonds sableux de 20 à 30 mètres et en s'éloignant quelque peu du rivage pour limiter au mieux les effets des houles et des courants littoraux (Cf. figure 2).

Lors de notre mission, nous avons écarté le site de Beau Vallon compte tenu d'une part de l'important développement touristique au sein de cette baie (3 hôtels, chambres d'hôte, restaurants, activités nautiques...) et donc des risques de conflits d'usage, et d'autre part de son orientation par rapport aux houles de norois. Après réflexion, cette baie offre des avantages non négligeables car elle demeure proche de Port Victoria et possède par conséquent des atouts intéressants en terme de logistique, notamment pour la pose et l'entretien des structures, par rapport à un site plus excentré au sud-ouest. Cet aspect logistique devra être analysé avec attention lors du choix définitif. Le choix dépendra en partie des moyens susceptibles d'être consacrés à cette opération.

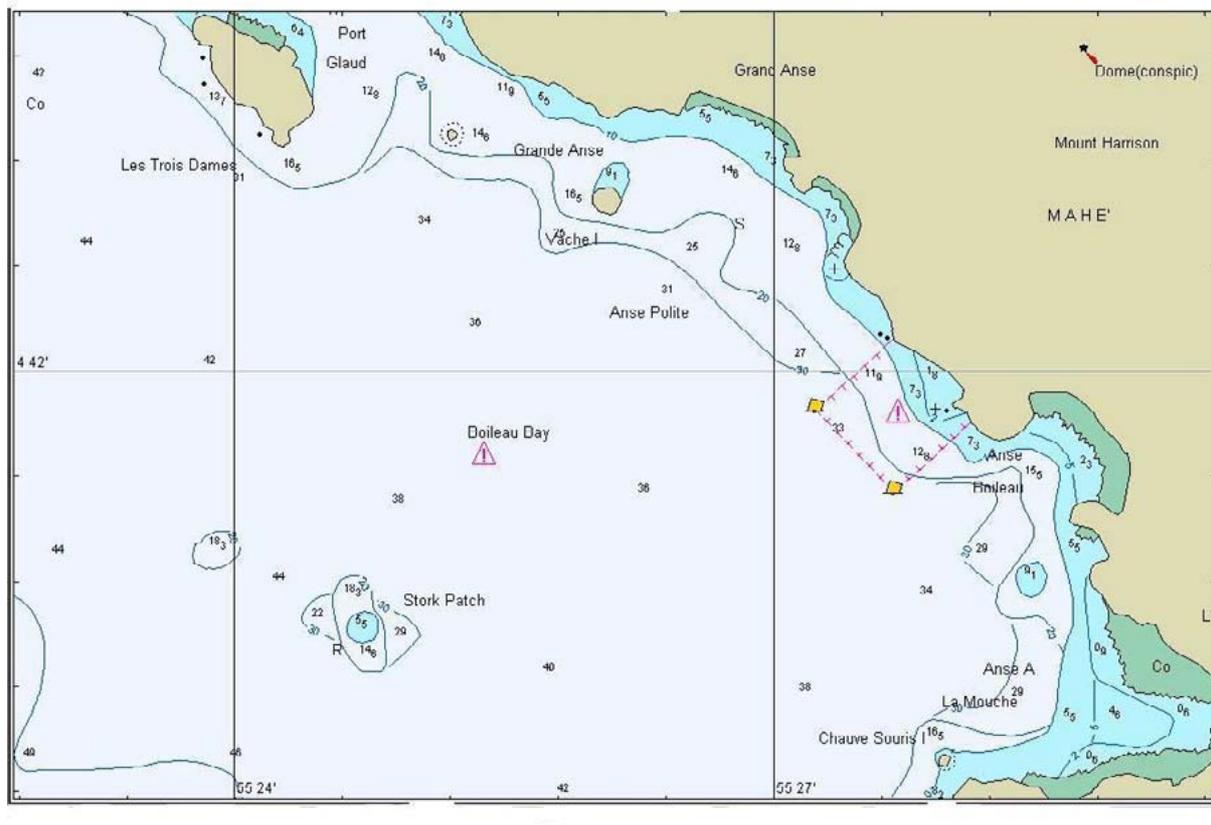


Figure 2 : Zone potentielle d'implantation du dispositif de stockage d'appât

(Carte bathymétrique de l'Anse Boileau)

Pour ce qui concerne la localisation précise du lieu d'implantation des cages, outre les aspects environnementaux (étude d'impact à effectuer), il conviendra de réaliser une étude spécifique incluant une approche courantologique, des reconnaissances de terrain (notamment en plongée) et des enquêtes auprès des pêcheurs...

IV – Le choix d'un modèle de stockage en cage

IV.1 – Introduction

Compte tenu des contraintes physiques de la frange littorale de l'île de Mahé, il convient tout d'abord de retenir un modèle de cage capable de s'affranchir de conditions parfois relativement difficiles, générées principalement par les houles et par les courants côtiers ponctuellement importants (cf. §.III).

Ne s'agissant pas de produire mais simplement de stocker du poisson dans le cadre d'une opération ponctuelle de marquage, le modèle retenu devra répondre également à un certain nombre d'impératifs technico-économiques en recherchant à privilégier :

- le faible coût des investissements à consentir ;
- la souplesse et le faible coût d'exploitation/maintenance ;
- la facilité et le coût raisonnable de l'implantation en mer ;
- l'aspect modulable de l'infrastructure .

Il existe différents modèles de cages industrielles ou semi-industrielles disponibles sur le marché international susceptibles de répondre plus ou moins bien à ces critères, nous avons choisi d'en décrire deux principaux avant de proposer d'en retenir un répondant correctement, à notre sens, aux objectifs du projet.

IV.2 – Les principaux modèles de cages susceptibles d'être utilisées aux Seychelles pour le stockage d'appât.

➤ Les cages modulables en polyéthylène de haute densité (PEHD)

Ces structures bien particulières sont des produits dérivés des infrastructures off shore pour la mise en place de pontons légers. Ceux-ci peuvent être destinés à différentes utilisations (industrie, nautisme, aquaculture).

Elles se construisent suivant le principe du "lego", à l'aide de cubes en polyéthylène haute densité (PEHD) (figure 3).

L'aspect modulable de ces cages est un avantage important. Il permet à l'exploitant de faire varier les différents volumes d'élevage, quasiment à volonté, et de transférer son cheptel dans des structures plus importantes en évitant les manipulations trop lourdes.

Le confort d'utilisation est un des points forts de ces structures. Ainsi, il existe des accessoires adaptables sur les cages pour le stockage des aliments, la fixation des nourrisseurs, la fixation des rambardes de sécurité ou l'amarrage de l'embarcation d'exploitation... Enfin, le matériau plastique utilisé (très résistant aux u.v.) et l'absence de pièces métalliques écartent de nombreux problèmes d'oxydation et d'usure propre à l'utilisation de ces matériaux.



Figure 3 : Modèle de cage modulable en PEHD - (vue de la ferme pilote de La Réunion -ARDA)

Dans la pratique, ces cages sont souvent utilisées dans des sites abrités mais elles peuvent résister « théoriquement » à des houles de 4 à 5 mètres de hauteur.

Les systèmes de fixation entre les cubes de PEHD permettent une certaine flexibilité de l'ensemble et donc un effet d'atténuation de la houle. Néanmoins, la forme carrée de l'ensemble demeure un handicap face aux houles très violentes.

La principale contrainte de ce modèle est le coût relativement élevé des cubes en polyéthylène haute densité.

➤ **Les cages circulaires**

La technologie de ces cages est issue des piscicultures norvégiennes. Actuellement, c'est le type de cages le plus utilisé sur des sites en mer ouverte.

En Europe, on retrouve ces cages circulaires principalement dans les pays nordiques pour la production de saumons. Elles sont également largement utilisées en Méditerranée pour la production de bars et de daurades.



Figure 4 : Modèle de cage circulaire (vue de la ferme pilote de La Réunion -ARDA)

Le matériau utilisé est le même que précédemment. Le support de ces cages est formé par des systèmes de 2 ou 3 anneaux en PEHD maintenus ensemble par des pieds de fixation métalliques ou plastiques (Figure 4). Les anneaux sont construits à partir de conduites droites, d'un diamètre externe de 16 à 25 cm, qui sont cintrées et soudées ensemble. La soudure peut être réalisée grâce à des manchons électrosoudables ou par la technique de soudure au miroir. Ces conduites PEHD sont généralement utilisées pour l'irrigation, l'approvisionnement en eau potable et le transport d'eaux usées. Elles résistent à des pressions internes pouvant dépasser 10 bars. Ce matériau plastique est léger (de 6 à 8 kg par mètre de conduite), robuste et très résistant.

La relative flexibilité des conduites de PEHD, permettant la formation des anneaux, est également un atout pour la résistance en mer ouverte. Avec le modèle précédent, ce sont surtout les points d'articulation qui supportent les forces, d'où une certaine fragilité de ces structures à des fortes houles. Dans le cas des cages circulaires, les anneaux ont tendance à se déformer, sous l'influence des forces extérieures, pour accompagner le mouvement des vagues et adopter la forme la moins résistante à ces différentes contraintes. C'est donc le matériau constituant la cage qui absorbe l'énergie de ces forces. Cette particularité permet l'installation de ces structures dans des zones peu protégées. Il est même possible d'adapter, un système d'immersion par ballastage des tuyaux, comme cela a été fait à La Réunion.

Parmi les modèles classiques existants sur le marché, le système de cage circulaire en tuyau PEHD présente aujourd'hui le meilleur compromis coût/résistance/souplesse d'exploitation pour des activités de productions aquacoles. Il s'agit du système le plus répandu actuellement dans le monde.

Toutefois, contrairement au précédent, ce système implanté en mer ouverte, peut nécessiter des moyens lourds d'exploitation dans la mesure où il implique de faire appel à des cages dont le volume unitaire est « conséquent » (les plus petites cages font environ 200 m³ et 8 m de diamètre).

De part leur faible flottaison, ces cages n'offrent pas par ailleurs un grand confort d'utilisation au quotidien. Elles impliquent d'avoir recours à un personnel relativement expérimenté.

➤ **IV.3 - Le choix du modèle « cage modulable en PEHD » pour le projet**

S'agissant d'une première opération d'implantation d'un système de cage de type industriel aux Seychelles, nous conseillons de retenir le modèle modulable même si celui-ci est plus coûteux que le modèle circulaire présenté ci-dessus (en raisonnant au prix du m³ de stockage).



Figure 5 - Système de cage préconisé pour l'opération (photo ARDA)

Le système modulable, si il est plus coûteux à l'achat et moins résistant aux fortes houles, nécessite des moyens à la mer limités et offre une plus grande souplesse d'exploitation par rapport aux cages circulaires. Son dispositif d'amarrage est par ailleurs l'un des moins complexe à installer (et donc l'un des moins coûteux).

Ce choix permettra de minimiser les moyens à la mer et d'optimiser la sécurité pour le personnel technique.

Par ailleurs, avec ce modèle de cage flottante, particulièrement stable, le canneur devrait pouvoir s'amarrer sans trop de difficultés au système ce qui simplifiera et sécurisera sensiblement les tâches de transfert de poissons (passage des cages vers les viviers).

Modularité, souplesse et confort d'exploitation, sécurité du personnel, facilité d'amarrage sont des critères qui nous paraissent discriminants dans le cadre du projet.

Plusieurs constructeurs (Europe, Etats-Unis) sont aujourd'hui en mesure de fabriquer ce modèle.

On retiendra pour le projet, un module d'environ 230-250 m² de surface totale composé de 4 cages de 100 m³ utiles chacune (partie fixe) et de deux cages de 50 m³ utiles (cages « vivier ») susceptibles d'être détachées du train principal et d'être remorquées sur les sites de pêche à l'appât ce qui permettra d'optimiser les taux de survie entre les lieux de pêche et le dispositif de stockage. Ce module devra être équipé en périphérie d'un filet de protection anti-prédateur.



Figure 6 – Remorquage d'un train de cage « vivier » à La Réunion (photo ARDA)

On propose que le dispositif de mouillage comporte des ancres comme lests d'amarrage au sol et non des lests en béton compte tenu des éléments évoqués au précédent chapitre (facilité de pose...).

Le dimensionnement précis du dispositif de mouillage devra être réalisé ultérieurement au vu notamment des données courantologiques qu'ils restent à collecter.

IV.4- L'intérêt de prévoir la possibilité d'exploiter l'effet DCP des cages de stockage

A La Réunion, on a observé un important effet agrégatif diurne et nocturne du radeau d'élevage équipé de son filet anti-prédateur sur les petits pélagiques du genre *Selar* ou *Decapterus* ainsi que sur les prêtres. Suivant les espèces le comportement est différent, les périodes d'agrégation évoluant suivant l'heure de la journée et suivant la période de l'année.... Les espèces du genre *Selar* et du genre *Decapterus* sont plus particulièrement concernées par cet effet attractif du dispositif dans le contexte de La Réunion, les *Decapterus* restant beaucoup plus longtemps agrégés aux cages, manifestement attirés par la nourriture, les mêmes bancs pouvant rester plusieurs mois sous les cages.



Figure 7 – Vue de dessous des cages d'élevage – ARDA (Photo A. Diringer)

Cet effet, encore assez mal expliqué sur le plan scientifique, semblerait généré en grande partie par l'ombrage créé par la structure flottante, et par l'abri créé par le filet d'enceinte anti-prédateur, à mailles larges, disposé autour de ce radeau. Les poissons se réfugient à l'intérieur de l'enceinte où ils sont protégés de l'attaque des prédateurs.

Le dispositif de stockage proposé pour les Seychelles étant très proche de celui utilisé à La Réunion, on peut raisonnablement envisager de l'équiper de façon à le rendre attractif tout en l'aménageant afin qu'il puisse également se transformer facilement en engin de capture.

Rappelons que ce système de cage est modulable de part sa composition (cubes emboîtés), ce qui permet d'adopter différentes configurations entre une enceinte unique (cage unique de grand volume), ou plusieurs petites cages. Il est également relativement stable permettant d'intervenir sur le radeau à plusieurs personnes.

Dans la mesure où dans le contexte des Seychelles, le pouvoir attractif du dispositif de stockage envisagé serait validé, plusieurs méthodes de capture des individus abrités sous la structure flottante pourront être testées :

Capture à partir du filet de protection anti-prédateur

On choisira un filet anti-prédateur à mailles variables. Les mailles variables du filet installé sous le radeau devraient permettre (à tester), en relevant celui-ci, de piéger les individus venus se réfugier sous le radeau, et de les maintenir ainsi emprisonnés en pleine eau. Les poissons peuvent ensuite être pêchés à l'aide d'épuisettes ou d'une petite senne pour les répartir en lots homogènes. Ce système a fait ses preuves à La Réunion sur les espèces du genre *Decapterus* et peut être mis en œuvre avec l'intervention de 4 à 6 personnes sur le radeau.

Capture à partir d'un filet « Bouki-ami » indonésien

Cette technique n'a pas été utilisée à La Réunion mais semble intéressante à tester dans le contexte des Seychelles.

IV.5 – L'estimatif provisoire du coût de l'opération

Si il est encore prématuré de chiffrer précisément le coût de l'opération, le site d'implantation n'étant pas déterminé et la conception du plan de mouillage n'étant pas finalisée, on peut toutefois proposer une fourchette approximative du montant des investissements à consentir.

Ce montant estimé pourrait être compris entre **100 000 et 120 000 Euros** pour la fourniture et la pose du dispositif (hors expertises et prestations d'études).

Ce montant comprend les postes suivants :

- L'achat des structures flottantes en PEHD telle que défini au §.IV. 2 (prix départ) ;
- L'achat des filets d'élevage et du filet de protection (prix départ) ;
- L'achat du système complet de mouillage et de balisage de la concession (prix départ) ;
- Les frais d'acheminement du matériel jusqu'aux Seychelles (hors taxes douanières) ;
- Les frais de montage et de pose des structures en mer (dans le cas de figure où c'est la SFA qui est chargée de ces opérations en s'appuyant sur ses propres moyens d'intervention, sans sous-traitance extérieure).

I.V - 6. La prise en compte des frais de gestion/maintenance du cheptel et des cages

Une fois posées, ces structures de stockage vont demander un minimum d'entretien et de suivi afin de garantir au mieux leur tenue à la mer (surveillance des lignes de mouillage et d'amarrage, entretien des filets...).

De même, le cheptel stocké dans les cages va impliquer des interventions quotidiennes pour assurer les tâches de nourrissage et le suivi des paramètres zootechniques (suivi classique de l'état du cheptel...).

Ce travail va impliquer nécessairement le recrutement de techniciens affectés spécifiquement à ces opérations. Deux personnes à temps plein devraient pouvoir assumer correctement ce travail (avec mise à disposition d'une embarcation motorisée).

Ces deux personnes pourraient également s'occuper de l'encadrement des pêcheurs chargés de capturer les appâts vivants et gérer la logistique de la collecte des poissons.

Outre le budget personnel, il faudra également consentir un budget d'exploitation se résumant principalement à quatre principaux postes :

- un poste « achat de carburant »,
- un poste « achat d'aliments »,
- un poste « achat d'antifouling »,
- un poste « entretien-fournitures »

V – Les principales étapes de l’opération – propositions d’actions complémentaires

Ce chapitre est consacré à la description du contenu de chacune des principales étapes de l’opération.

Il fait également état de certaines propositions susceptibles de concourir à sécuriser le projet.

V. 1 – Le montage de l’opération « cage de stockage » proprement dite

1 – L’expertise du site d’implantation et la conception définitive de l’amarrage du dispositif

Comme nous l’avons indiqué précédemment, il conviendra de lancer une étude spécifique pour localiser précisément le point d’implantation des cages ce qui imposera :

- une campagne de mesures courantologiques (pose de courantographes par – 5 m sur deux points minimum durant un ou deux cycles lunaires en période de marée de grande amplitude) ;
- une campagne de repérage bathymétrique au sondeur pour localiser les zones sableuses adaptées entre 20 et 30 m de fond ;
- une campagne de reconnaissance en plongée pour un repérage précis des éventuels accidents rocheux ou coralliens et une vérification de la nature du fond ;
- des enquêtes auprès des pêcheurs locaux pour recueillir des informations complémentaires sur l’état de la mer, la direction d’incidence des houles dominantes, les zones de trafic et de débarquements possibles, les éventuels dangers isolés...

En fonction de tous ces éléments, il sera alors possible de concevoir et de dimensionner précisément le dispositif de mouillage et son positionnement sur site.

L’ARDA est prête à s’impliquer sur ce volet.

2 – L’approche administrative : étude d’impact du projet, demande d’autorisation d’occupation du domaine public, définition des contraintes de balisage...

Ce volet est important, il convient de ne pas le négliger pour éviter de découvrir des difficultés en phase finale.

Si elle s’impose, l’étude d’impact ne devrait pas être complexe à réaliser compte tenu de la nature du projet (intervention d’un cabinet d’étude local).

Toutefois, on veillera tout particulièrement à la définition d’un cahier des charges adapté spécifiquement à la problématique afin d’éviter les investigations inutiles et coûteuses. Ce travail devra se faire en concertation étroite avec les services compétents aux Seychelles.

Le contenu de l'étude devra être strictement limité à l'analyse des impacts potentiels du dispositif.

Parallèlement à l'étude d'impact, des démarches administratives devront être entreprises auprès des services concernés pour obtenir les autorisations nécessaires (demande de concession marine à titre provisoire) et définir les éventuels besoins en matière de balisage de la concession.

3 – la définition de l'organisation opérationnelle - chiffrage précis et mise en œuvre de l'opération (répartition des tâches/choix des opérateurs ...)

L'organisation opérationnelle constitue une étape décisive dans la réussite du projet. Il s'agit de faire le bilan des moyens locaux disponibles susceptibles d'être affectés au montage et à l'installation des structures en mer.

Une fois défini l'inventaire des moyens à mettre en œuvre, il s'agit de planifier le déroulement des opérations en précisant les phases et en répartissant les tâches entre les différents opérateurs concernés censés intervenir (élaboration d'un tableau de bord).

Ce travail permettra d'organiser et de chiffrer précisément l'opération en incluant toutes les phases du projet. Il évitera les imprévus souvent coûteux.

En première analyse, il serait intéressant à plusieurs titres que se soit la SFA qui soit maître d'œuvre de cette opération (responsabilité de la coordination et de la mise en œuvre de l'opération) en liaison avec la CTOI, maître d'ouvrage.

Sur le plan financier, au vu des contacts pris lors de la mission avec les sociétés locales de travaux maritimes, cette solution serait de loin la moins coûteuse sachant que la SFA dispose de moyens nautiques et humains tout à fait compatibles avec ce type de chantier (navire « l'Amitié », marins expérimentés, équipements...).

Ce point devra être précisé sachant que le niveau d'implication de la SFA dans la « phase chantier de pose » influera de façon très sensible sur le coût global de l'opération. Il est clair que si l'on fait appel à des prestataires extérieurs à la SFA, le budget d'installation des structures sera important compte tenu de la nature des travaux et du peu d'entreprises sur place capables de réaliser ce type de chantier.

La SFA pourrait, en liaison avec la CTOI et l'appui technique de l'ARDA, assurer la mise en œuvre des phases suivantes :

- La réception et montage à terre des structures flottantes et des lignes de mouillages pré-équipées d'usine (ces travaux pourraient facilement se faire sur les quais du port de pêche de Victoria à proximité des locaux de la SFA) ;
- Le balisage de la concession retenue ;
- Le remorquage et pose au sein de la concession des lignes de mouillage avec l'appui d'une équipe de plongeurs ;
- Le remorquage des structures flottantes en mer avec le navire « l'Amitié »,
- La pose des filets et le test des structures.

La CTOI se chargeant du choix des fournisseurs et du passage des marchés (commandes et acheminement du matériel).

4 – La formation du personnel affecté

Dans la mesure où la SFA serait le maître d'œuvre de cette opération, il serait intéressant d'organiser un programme de formation des agents affectés à l'opération juste avant l'arrivée des structures aux Seychelles. Ce personnel pourrait alors être directement impliqué dans le montage et la pose du dispositif et être opérationnel dès sa mise en exploitation.

On gagnerait ainsi un temps précieux qui pourrait être affecté aux tests des structures (calage du plan de mouillage) et aux premiers essais de capture/stockage avant le lancement proprement dit de la campagne de marquage et donc avant l'arrivée du canneur.

Les premiers tests permettraient d'adapter plus finement le système aux contraintes océanographiques du site en vérifiant le comportement du mouillage et de la cage (support flottant) par rapport aux houles dominantes et par rapport aux courants. Des améliorations légères seront alors possibles notamment au niveau des dispositifs d'amarrage des cages et des filets.

L'ARDA est prête à s'impliquer dans l'élaboration d'un programme spécifique de formation avec une possibilité d'accueil au sein de ses installations à La Réunion.

V. 2 – Le lancement d'une opération « DCP côtier » pour fiabiliser la capture d'appât

La capture d'appâts vivants pour la campagne de marquage risque d'être aléatoire à certaines périodes de l'année.

Dans le cadre de cette étude et compte tenu de la nécessité de garantir au mieux la disponibilité en appât vivant, les possibilités de mise en place de dispositifs d'agrégation des petits pélagiques en bordure côtière (DCP côtiers) pourraient être étudiées parallèlement au projet d'implantation de cage de stockage.

Cette option présenterait un double intérêt :

- Fiabiliser et réguler l'approvisionnement en petits pélagiques durant la campagne de marquage ;
- Réduire les éventuels conflits avec les pêcheurs artisans en proposant un système de stockage/capture d'appât appropriable ensuite localement par la communauté de pêcheurs.

Ne connaissant pas encore très bien la répartition des zones fréquentées par les bancs de petits pélagiques aux Seychelles et ne possédant que des données partielles sur les périodes de recrutement suivant les espèces, l'implantation en bordure côtière de dispositifs adaptés à la concentration de ces poissons apparaît une opportunité intéressante à tester. A noter que ce type d'opération donne d'excellents résultats dans de nombreux endroits de la ceinture tropicale (Indonésie, Iles des Mascareignes...).

Plusieurs modèles de DCP côtiers de type artisanal existent de par le monde et ont déjà fait leur preuve, l'adaptation au contexte seychellois d'un de ces modèles devrait être tentée sachant qu'une telle opération ne devrait pas être très onéreuse.

Compte tenu des informations pertinentes que ce type d'aménagement peut nous apporter sur les petits pélagiques côtiers et leur capturabilité, on propose que soit réalisée en parallèle à l'implantation du dispositif de stockage d'appât, une opération pilote réalisée dans une ou deux baies abritées de la côte ouest.

La technique de capture sur DCP susceptible d'être mise en oeuvre

Si il s'avérait que ce type de DCP fonctionne dans l'environnement seychellois, leur conception devra permettre l'utilisation par les pêcheurs d'une senne tournante, afin de capturer les individus réfugiés sous le DCP. Cette approche rejoint la technique traditionnelle de pêche utilisée par les professionnels en Indonésie (et à La Réunion), et ne devrait pas poser de problèmes majeurs dans sa mise au point et sa réalisation tout au moins au niveau des baies sableuses où l'usage de la senne de plage est possible (baie de Beauvallon par exemple).

A noter que le poisson capturé ainsi pourrait être provisoirement stocké dans une cage « vivier » et ensuite remorqué jusqu'au dispositif de stockage permanent dans l'Anse de Boileau. Concernant l'amarrage de cette cage « vivier » qui servirait de navette entre le dispositif de stockage (Anse de Boileau) et les zones de pêche des petits pélagiques, un ou plusieurs dispositifs de mouillages simplifiés de type « corps morts » à bateau pourront être installés en bordure côtière.

Une première opération pilote pourrait être lancée dans la baie de Beau Vallon, connue pour accueillir des recrutements en petits pélagiques à certaines périodes de l'année, bancs de juvéniles facilement capturables à la senne de plage. Cette baie offre de plus un site intéressant pour l'implantation d'une cage « vivier » temporaire.

- Les propositions pour la mise en œuvre d'une opération pilote DCP côtiers

1- L'expertise pour la phase de définition/conception du projet

L'IRD pourrait apporter dans le cadre du lancement de cette opération, une expertise très utile compte tenu de son expérience sur le sujet et notamment de celle acquise par M. Potier en Indonésie (mise en contact des opérateurs indonésiens avec ceux des Seychelles).

2- La mise en œuvre technique.

Les aspects opérationnels pourraient être pris en charge par la SFA :

- Participation à la conception, à la construction et à la mise en place des DCP ;
- Animation du volet pêche : recrutement des pêcheurs affectés à l'opération, transfert du poisson dans les dispositifs de stockage ;
- Suivi sur le terrain : enregistrement/analyse des captures.

Ce suivi sur le terrain pourra fournir à SFA une base de données intéressantes pour asseoir des études complémentaires sur l'exploitation et la gestion des petits pélagiques sur Mahé.

V. 3 – La réalisation d'essais de capture de chinchards sur le plateau de Mahé

Toujours en vue de fiabiliser l'approvisionnement en appât vivant durant la campagne, il serait opportun d'encourager préalablement au lancement de l'opération, des essais de captures de petits pélagiques du genre *Decapterus* sur le plateau de Mahé en sélectionnant des techniques de pêche, type « Bouki ami » par exemple, qui permettent des prises conséquentes de poissons susceptibles d'être conservés vivants après la capture.

Certains pêcheurs locaux, bénéficiant d'embarcation adaptée, pourraient être utilement associés à ce type d'essais.

La SFA a déjà réalisée des essais concluants de pêche au « Bouki Ami » sur le plateau de Mahé (matériel de pêche disponible à la SFA) et il semblerait que de nouveaux essais soient programmés prochainement.

A ce niveau, l'expérience acquise lors des campagnes effectuées par les canneurs espagnols en 1981/82 sera également très utile (campagne suivie sur le plan scientifique - Cort, 1983).

V. 4 – L'initiation d'une première réflexion sur l'implantation d'une nurserie de milkfish

Parallèlement à la finalisation de l'étude sur l'implantation d'un dispositif de stockage, une première réflexion pourrait être initiée sur la faisabilité d'une installation aux Seychelles d'une nurserie de Milkfish (*Chanos chanos*) susceptible de garantir totalement l'approvisionnement en appât vivant dans l'archipel à partir de juvéniles achetés sur Singapour.

Rappelons que le Milkfish est une espèce très résistante (bonne survie en vivier), largement utilisée pour la pêche à la palangre en Asie du sud-est où il existe une forte disponibilité en juvénile (important recrutement naturel en zone côtière, aquaculture développée). Il semblerait que cette espèce soit toutefois peu attractive pour les thons comparativement à d'autres espèces de petits pélagiques présentes aux Seychelles (*Selar crumenophthalmus*, *Decapterus sp...*).

Ce projet étant relativement ambitieux, il convient à notre sens d'en étudier l'opportunité dans un cadre plus large que la seule campagne de marquage de thons.

Il pourrait trouver toutefois pleinement sa justification si ce projet s'avérait pouvoir résoudre, de façon durable, une problématique d'approvisionnement en appât pour la flottille palangrière des Seychelles (ce n'était pas l'objet de notre étude).

VI – Durée prévisionnelle de l’opération (hors opération « DCP côtier ») et possibilités d’intervention de l’ARDA

Ne connaissant ni le contexte local, ni les opérateurs désignés, ni les contraintes de gestion de ce type de projet qui sont imposées à la CTOI, il est difficile de s’avancer sur une durée prévisionnelle.

Si l’on ne tient pas compte de l’opération pilote « DCP côtier », on pense néanmoins qu’il est raisonnable de tabler sur une fourchette de **8 à 10 mois** pour la réalisation du projet à partir du moment où il est validé par la CTOI (budget disponible) et que l’accord est donné :

- 2 mois pour les études de sites, le dimensionnement et le chiffrage définitif ;
- 4 à 5 mois pour les commandes et l’acheminement du matériel jusqu’aux Seychelles. L’étude d’impact pourrait être réalisée à ce moment... ;
- 1 à 2 mois pour le montage et l’installation en mer qui dépendra des opérateurs ;
- 1 mois pour le test des structures.

Dans le cadre de cette opération, l’ARDA est disposée à intervenir comme assistant technique (expertise - prestation de service) pour les phases suivantes :

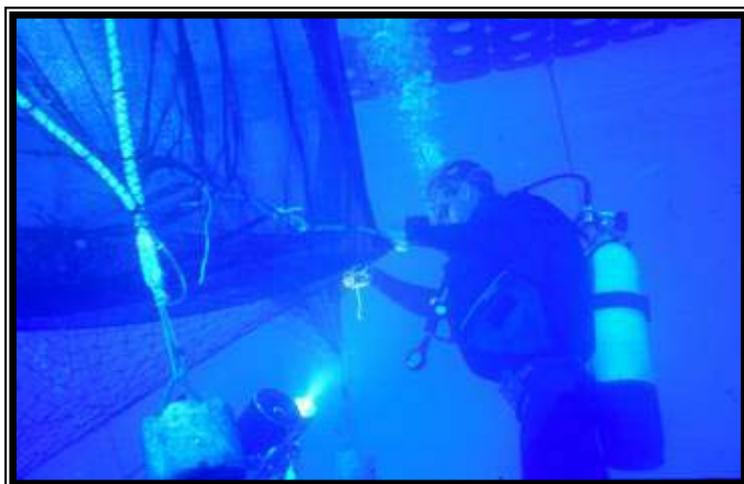
- Expertise du site d’implantation ;
- Participation à la définition du cahier des charges de l’étude d’impact ;
- Conception finale du dispositif de stockage (cage et système de mouillage) ;
- Participation à la sélection des fournisseurs de matériel et à l’analyse des offres ;
- Assistance technique lors de la construction des cages et lors de la pose du dispositif en mer ;
- Formation des techniciens affectés à l’opération.

A la demande de la CTOI et après accord sur le contenu précis de la prestation, l’ARDA est en mesure de faire une offre sur ces différents points avec une intervention possible en 2003.

○○○○§§§§§§○○○○

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- CORT J.L. 1983. Informe de la campaña de prospeccion de tunidos efectuada por cañeros españoles en Seychelles (Julio 1981 – Marzo 1982). Inf.Tec.Inst.Esp.Oceanogr. 4 : 60 pp.
- IOTTP , 2000 – Proposition pour un programme de marquages des thons tropicaux de l’Océan Indien – Groupe de travail de Marquage
- STEQUERT & Al, 1983 - l’appât vivant aux Seychelles – Synthèse des connaissances acquises- IRD – Rapport scientifique n°1
- Virginie CAZES-DUVAT & al, 2002 - l’Atlas de l’environnement côtier des îles granitiques de l’archipel des Seychelles. DATAR, Conseil Régional, Université de La Réunion



Association Réunionnaise de Développement de l'Aquaculture

Z.I. Les Sables
B.P. 16
97427 Etang-Salé (REUNION)
Téléphone :
0262 26 50 82
Télécopie :
0262 26 50 01
E-mail :
arda@guetali.fr

<http://www.arda-aqua.com>