



## Restitution intermédiaire de l'opération HOBICAL

CTA, le 13 août 2015

### Etaient présents :

Melle Julie BENOIT	ADECAL Technopole/programme ZoNéCo
M. Laurent BURGY	SEA
M. Pablo CHAVANCE	ADECAL Technopole
M. Richard FARMAN	Aquarium des Lagons
Mme Morgane HUBERT	IFREMER
M. Hubert JOIGNAUX	SEA
M. Hugues LEMONNIER	IFREMER
M. Manuel DUCROCQ	ADECAL-Technopole
M. Sébastien HOCHARD	ADECAL-Technopole / Programme ZoNéCo
Mme Claire MARTY	Province Nord / DDEE
M. Philippe PEREZ	Province Sud/DDR
M. Thomas PIERROT	ADECAL – Technopole / CTA
M. Thomas REQUILLART	PROMOSUD
M. Thomas TIBURZIO	Province Sud / DDR
M. Charles VAN HUYSSÉ	IFREMER

### **I. Eléments de contexte**

L'opération HOBICAL, financée dans le cadre de la programmation ZoNéCo 2013-2015 a pour objectif général de contribuer à l'acquisition de connaissances nécessaires pour envisager l'intégration de l'holothurie des sables - *Holothuria scabra* - dans le paysage aquacole calédonien essentiellement basé sur la crevetticulture. Cette étude s'articule autour de 2 axes :

1 – la recherche et l'étude d'une éventuelle action de bio remédiation sur les fonds de bassins qui par extension pourrait contribuer à l'amélioration des performances des élevages de crevettes. La vérification d'une telle hypothèse permettrait également d'appuyer les projets de diversification des élevages en bassin, notamment lors des périodes de pénurie de post larves ;

2- Le suivi d'un cheptel d'holothuries élevées en enclos en aval des effluents d'une ferme crevetticole afin d'estimer dans quelle mesure les animaux peuvent bénéficier de la matière organique rejetée notamment en termes de croissance et de densité d'élevage. Le rôle qu'auraient également les holothuries dans la limitation de l'enrichissement du milieu est également considéré.

Programmée sur une durée de 2 années, cette opération débutée en janvier 2014 s'achèvera en janvier 2016.

Elle est conduite sous la responsabilité de M. Sébastien HOCHARD, en partenariat avec l'IFREMER et l'UNC et avec le soutien de la SEA au travers de la mise à disposition de bassins, du prêt d'animaux et de la fourniture d'expertise. Elle s'articule autour de 2 autres projets de recherche :

- 1- Le projet ECOBAC conduit par Hugues LEMONIER qui vise à estimer les flux biogéochimiques à l'interface eau-sédiment dans un milieu fortement anthropisé ;
- 2- Le projet TRANSHOL financé par le MOM qui vise à étudier l'utilisation de la matière organique dérivée de la crevetticulture par les holothuries.

Au cours de cette opération, 4 stages ont pu être réalisés :

- Deux stages techniques (INTECHMER et UNC) visant à la mise en place des structures expérimentales et à la mise au point des protocoles de nutrition ;

- Un stage de niveau Master 2 conduit dans le cadre du projet TRANSHOL sur le potentiel de bio remédiation de *H. scabra* sur le sédiment crevetticole ;

- Un stage d'ingénieur visant à analyser et discuter les performances d'élevage et de bio remédiation de l'holothurie en mésocosme, selon différents modes de nutrition.

## **II. Objectif**

Cette restitution intermédiaire n'est intervenue qu'aux  $\frac{3}{4}$  de la durée de l'opération en raison de la nécessité d'avoir finalisé les expérimentations et collecté les données afin d'en tirer les premiers résultats.

L'objectif affiché était, sur la base des premiers résultats exposés, d'échanger sur la mise en perspective de ces résultats en termes d'exploitation des données collectées et d'éventuelles suites à donner à cette opération.

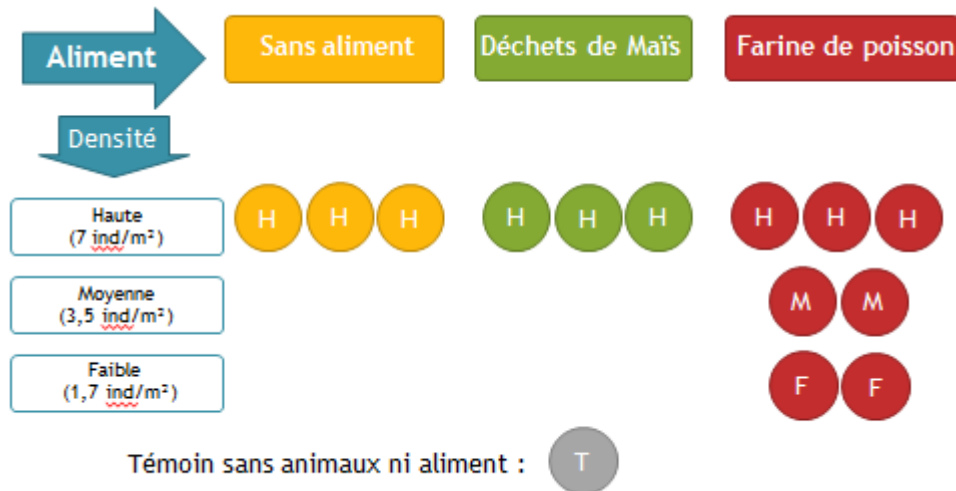
## **III. Synthèse des résultats**

### **1- Culture en alternance**

L'objectif de cette expérimentation qui s'est déroulée en mésocosmes visait d'une part à estimer le potentiel de croissance et de survie des holothuries élevées sur un sédiment issu d'un bassin de crevette, avec ou sans complémentation alimentaire (déchets de maïs et farine de poisson) et d'autre part d'étudier un éventuel effet de bio remédiation du sédiment potentiellement bénéfique pour la crevetticulture.

### a- Potentiel de croissance et de survie des holothuries

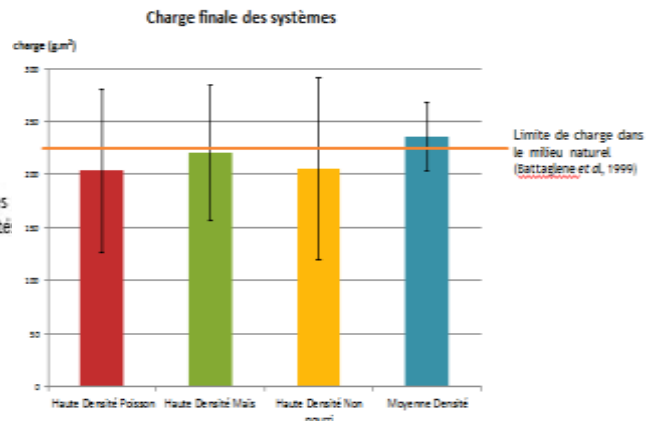
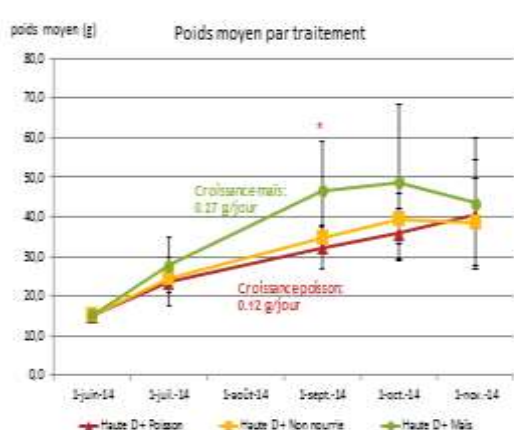
Les expérimentations se sont déroulées avec un taux de renouvellement journalier de 25%, sans contrôle de la température, en triplicat et selon 3 densités (faible, moyenne, haute) par type de nutrition (sans, avec déchets de maïs, avec farine de poisson). L'ensemencement a été effectué avec des animaux d'un poids moyen de 18 gr et l'élevage s'est étalé sur une durée de 9 mois.



Un suivi zootechnique, des flux de matière et du métabolisme a été effectué à intervalles réguliers.

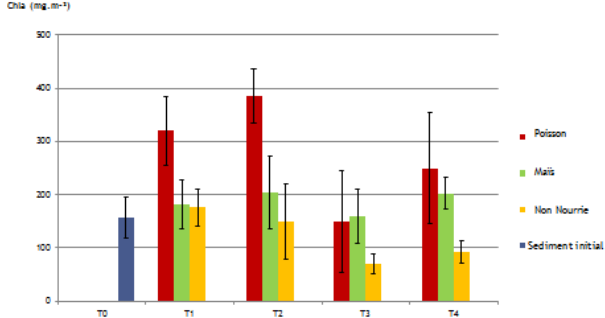
### Résultats :

En terme zootechnique, la survie a été de 86% pour tous les traitements. La croissance a été meilleure pour les traitements faible et moyenne densité et il n'y a pas eu de différence de poids final entre les modes de nutrition. L'analyse de la charge finale de chaque mésocosme montre que la charge des systèmes a constitué un facteur limitant la croissance avec une valeur proche de celle du milieu naturel (220 gr/m<sup>2</sup>, Battaglene et al, 1999). L'analyse de la vitesse de croissance en fonction du mode de nutrition fait apparaître que c'est le traitement maïs qui a donné les meilleures vitesses de croissance, sans qu'une assimilation directe de l'aliment n'ait pu être démontrée. Ce qui amène à avancer l'hypothèse que l'aliment a augmenté la part de production naturelle du système sur lequel se nourrissent les animaux.

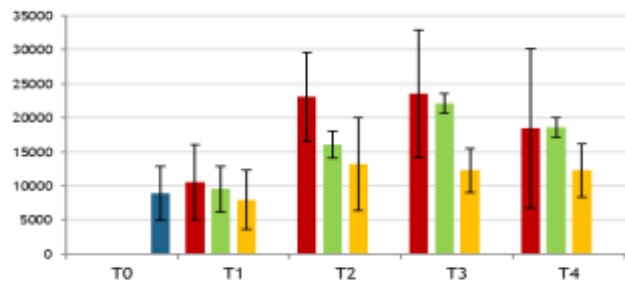


Concernant l'évolution de l'environnement, des systèmes contrastés ont été obtenus en fonction des différents modes de nutrition tant en termes d'évolution de la *chlorophylle a* benthique, que de production primaire brute ou de respiration du sédiment.

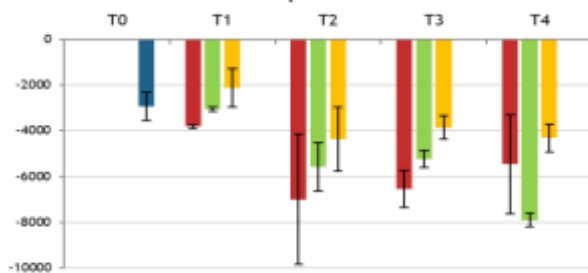
Evolution de la concentration de chlorophylle a benthique



Production Primaire Brute



Respiration

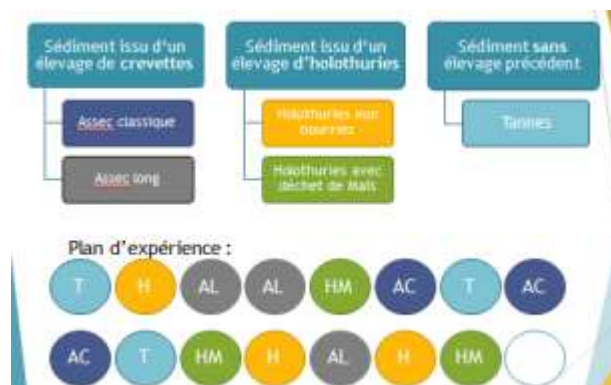


En conclusion, le traitement au maïs a offert les meilleurs résultats de croissance mais n'a pas permis d'augmenter la capacité de charge du milieu.

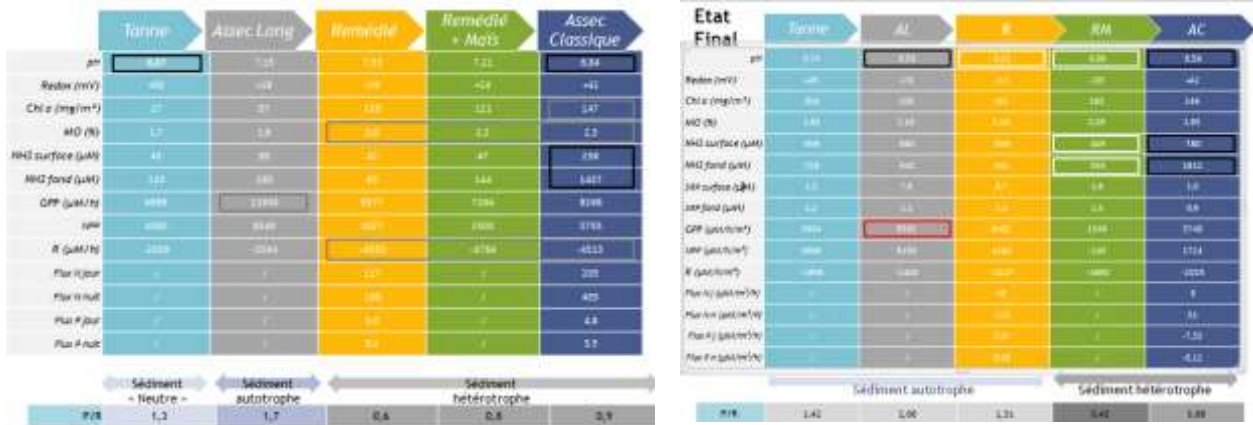
### b- Potentiel de bio remédiation du sédiment

Cette expérimentation conjointe HOBICAL – ECOBAC s'est déroulée dans 15 mésocosmes ensemencés en février à une densité de 20 crevettes au m<sup>2</sup>, selon un protocole de nutrition classique, avec un taux de renouvellement de 10-15% par jour et une aération pour l'ensemble des bacs si ppO<sub>2</sub><2mg/l dans un des bacs. La durée de l'élevage a été de 119 jours.

L'élevage a été conduit sur des sédiments issus d'un élevage de crevettes avec assec court et avec assec long, sur des sédiments n'ayant subi aucun élevage (tannes) et sur des sédiments issus d'un élevage d'holothuries non nourries et nourries avec des déchets de maïs.



Chaque sédiment a été caractérisé finement avant le début de l'élevage (pH, redox, Chl a, matière organique, N-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>, GPP, NPP, R, flux N et P...). C'est le sédiment avec un assec court qui part avec les conditions les plus défavorables pour les animaux (pH, ammonium...). Ces paramètres ont été suivis régulièrement sur chaque mésocosme et jusqu'à la fin de l'expérience.



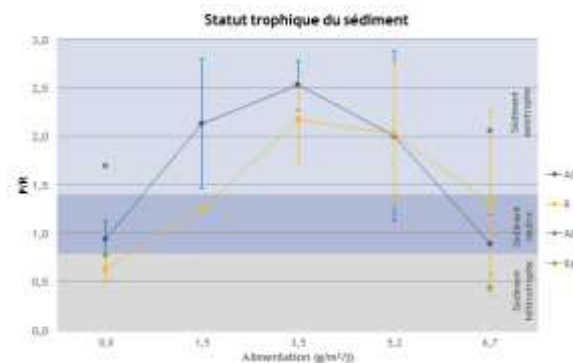
### Résultats :

Si l'on constate que la nature du sédiment au départ offrait des conditions d'élevage différentes, les résultats en fin d'élevage sont comparables d'un traitement à l'autre en termes d'indice de conversion (1,5 avec un rendement de l'ordre de 3t/hectare) et d'absence de mortalité.

On peut toutefois noter que les meilleurs poids moyens ont été obtenus sur le sédiment issu d'un élevage d'holothuries nourries, plaidant en la faveur d'un élevage d'holothuries plutôt qu'un assec long.

La présence d'un herbier dans certains mésocosmes pendant la partie de l'élevage a sans doute modifié les conditions d'élevage. Les résultats obtenus sont à prendre avec précaution.

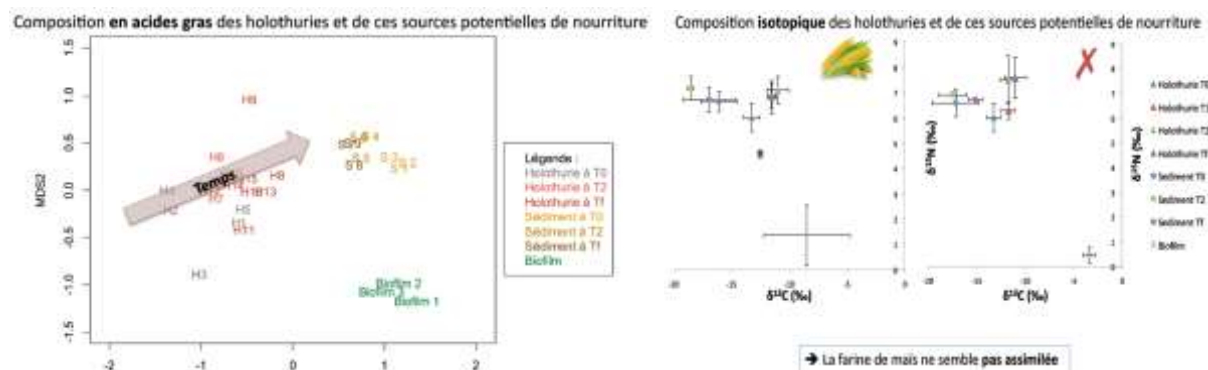
Même si on relève un effet du sédiment au départ, ce sont clairement les pratiques d'élevage qui influencent l'évolution du sédiment. On note en effet que quels que soient les paramètres de départ, l'évolution de l'environnement d'élevage caractérisé par le rapport P/R (production primaire sur respiration) suit la même tendance.



## Analyse des isotopes et des acides gras :

Les biomarqueurs que sont les isotopes stables du Carbone et de l'Azote ainsi que les acides gras ont été utilisés pour tenter de comprendre de quoi se nourrit l'holothurie et quelle est l'influence de l'ajout d'une source d'alimentation sur la croissance.

Il a ainsi pu être démontré que l'holothurie assimile bien une fraction du sédiment mais pas le biofilm. Même si de meilleurs résultats ont été obtenus sur un sédiment nourri aux déchets de maïs, la farine n'a pas été assimilée par les animaux. Enfin, l'analyse de la composition en acides gras du sédiment ne laisse apparaître aucune différence significative entre le témoin et les autres traitements, permettant de conclure à une action quasi nulle des holothuries sur la composition en acides gras du sédiment.



Une part importante d'échantillons est actuellement stockée en attente d'analyse. La réalisation des analyses est aujourd'hui bloquée pour des raisons administratives. Le programme ZoNéCo va se rapprocher rapidement de l'équipe de recherche de l'IUEM afin de trouver une solution technique qui permettra de mener à bien l'ensemble des analyses sur les échantillons traités et envoyés.

Le dosage des isotopes stables et des acides gras se révèlent être des outils intéressants qui devraient permettre d'identifier la véritable source de nourriture des holothuries. Il est par ailleurs suggéré de traiter cette question à la base c'est-à-dire en essayant d'identifier les sources naturelles de nourriture des holothuries, au travers de prélèvement effectués sur des animaux sauvages.

## 2- Culture en cascade

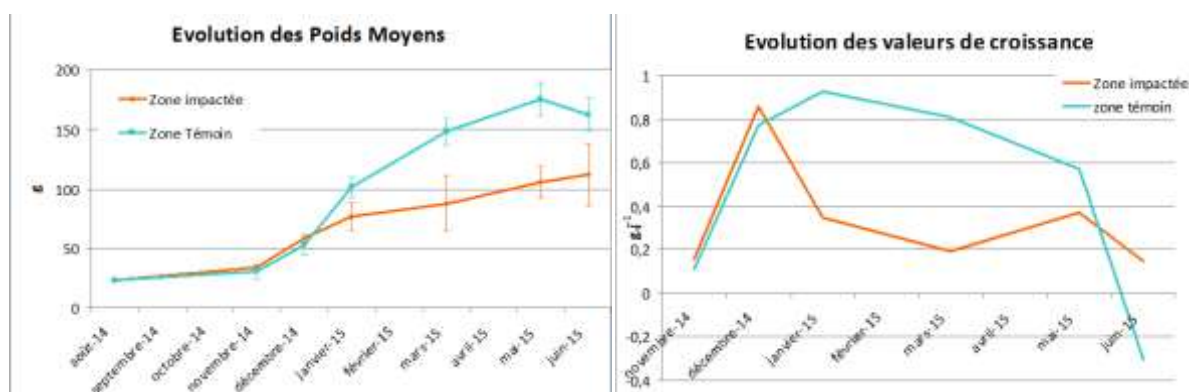
Le site de la FAMB était le plus adapté compte tenu de l'absence de mangrove et du rejet des effluents dans le milieu naturel en un seul point. Une cartographie bathymétrique du site a permis de définir les zones immergées lors des grandes marées basses et de sélectionner l'implantation des enclos dans la zone sous influence des effluents et dans la zone témoin. La cartographie de la teneur en matière organique et en *Chlorophylle a* benthique du sédiment ont permis de caractériser finement ces zones.

Chaque enclos a étéensemencé avec 2000 animaux de 23gr de poids moyen selon une densité de 1,6 animaux/m<sup>2</sup>



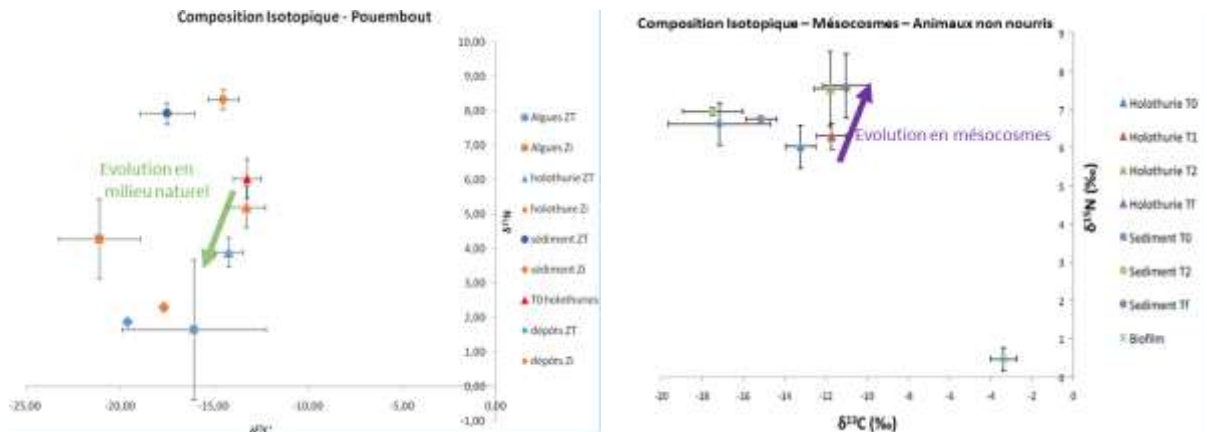
Les bassins de la FAMB n'ayant pas pu être ensemencés en post larves, la manipulation a été réorientée en simple suivi zootechnique des 2 parcs d'enclos. Le suivi s'est effectué sur une période de 10 mois.

Les résultats avec un taux de recapture de 77% montrent que la croissance a été nettement meilleure sur le site témoin (non impacté) avec toutefois un arrêt de la croissance en fin d'élevage. Il n'a pas été possible de déterminer la raisons de cet arrêt de croissance qui peut être l'entrée en saison froide, ou l'atteinte de la capacité de charge du milieu (la charge des enclos témoin était de l'ordre de la capacité de charge théorique). La présence d'une faible proportion d'animaux de la classe de taille supérieure (shooters) est relevée, avec une probable inhibition de la croissance des animaux les plus petits.



L'excellent taux de recapture obtenu est essentiellement attribué à la pose d'une toile ombrière cousue sur la partie inférieure de l'enclos et enfouie dans le sédiment. Ce dispositif ajouté à une bonne tenue dans le temps des enclos a permis d'avoir un taux de prédation faible. Ce dispositif nécessite beaucoup de temps pour sa fabrication et s'avère lourd à mettre en œuvre.

Bien qu'espacés de 600m, les deux séries enclos n'ont pas offert les mêmes conditions d'élevage. Ainsi des conditions hydrologiques et des caractéristiques granulométriques différentes pourraient expliquer les différences de croissance entre les 2 sites. Les analyses des paramètres environnementaux et des signatures isotopiques sont toujours en cours. Toutefois, la direction des signatures isotopiques entre les animaux élevés en milieu naturel et en mésocosme sont différentes ce qui permet d'avancer l'hypothèse de sources de nourriture différentes sur les 2 supports de culture. En milieu naturel, la signature isotopique est plus proche de celle des algues que des sédiments.



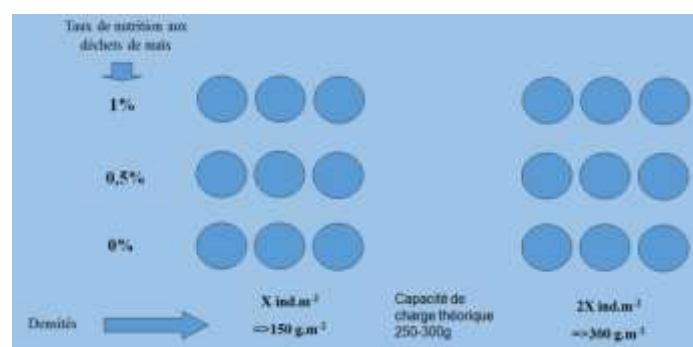
En conclusion, si l'expérimentation initialement prévue n'a pas pu être conduite, il aura tout de même été possible d'engager un suivi zootechnique des élevages en enclos. Un engagement fort de la filière crevetteicole aurait été souhaitable et aurait permis de mener cette expérimentation à bien.

Compte tenu des difficultés rencontrées pour l'installation des structures d'élevage, des incertitudes qui ont pesé sur la mise en œuvre de l'expérimentation, des difficultés d'entretien du dispositif, et de l'impossibilité de poursuivre l'objectif visé pour des raisons d'approvisionnement en Post larves de la ferme partenaire, il est acté que la reconduction de ce type d'expérimentation ne devrait plus être conduite sur la base d'enclos naturels mais en milieu contrôlé donc en mésocosmes ou petits bassins.

### 3- Aspects zootechniques

a- **Des tests densité/nutrition** ont été effectués afin de tenter d'identifier le meilleur scénario permettant d'optimiser les performances d'élevage. Ces tests ont été conduits à la SEA.

18 enclos de 50m<sup>2</sup> ont été construits dans un bassin de la SEA, déjà en eau. Le plan initial prévoyait de comparer la croissance et la survie des animaux selon différents taux de nutrition (farine de maïs) : 0, 0,5 et 1% et selon deux densités : 150 et 300 gr/m<sup>2</sup>.





L'expérimentation n'a pas donné les résultats escomptés en raison de problèmes de prédation par le crabe *Thalamita crenata*, d'échappement des animaux de leurs enclos et d'une température de l'eau beaucoup trop élevée.

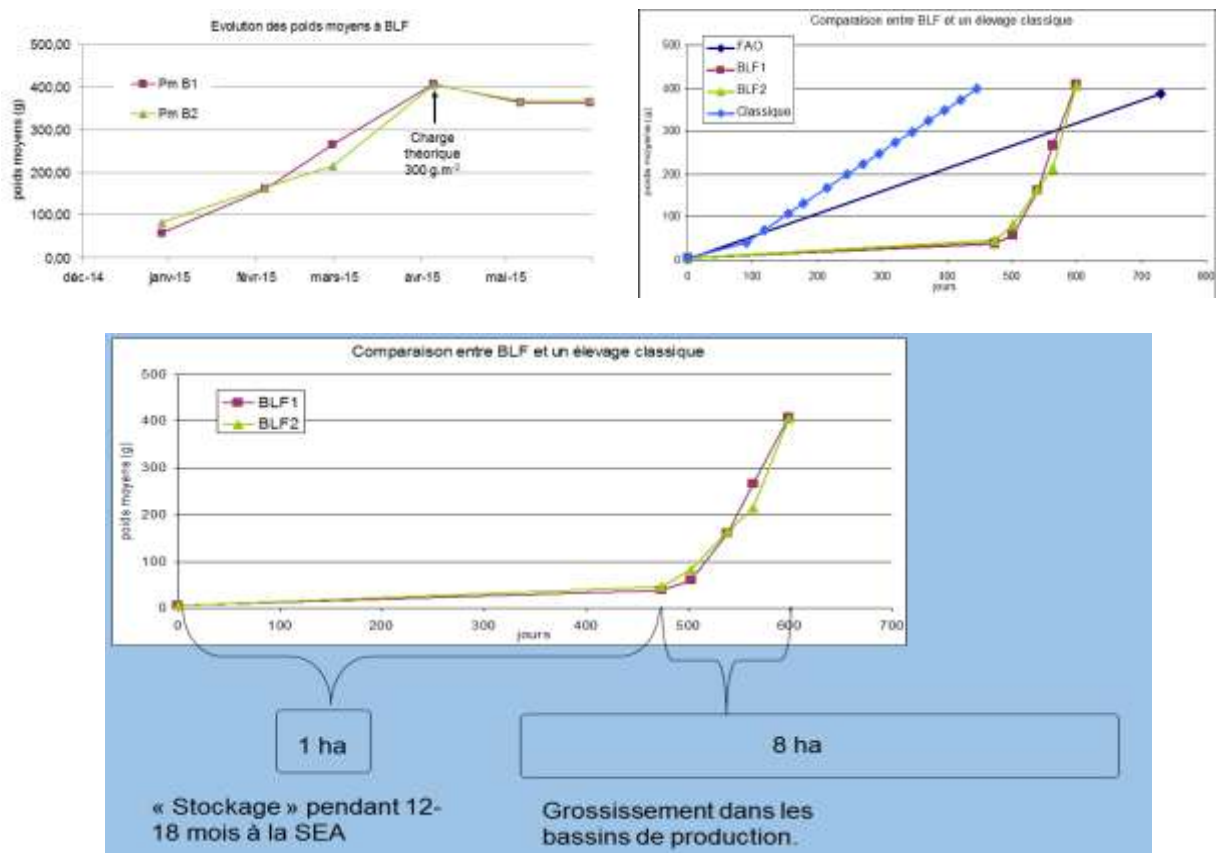
**b- L'ensemencement de bassins d'élevage de crevettes de la ferme BLF** a fait l'objet d'un suivi par l'équipe du projet HOBICAL avec d'une part la réalisation de l'état zéro (cartographie de la matière organique), le suivi des paramètres sédimentaires du bassin G9 et un appui au suivi zootechnique des bassins B1 et B2.

Les résultats obtenus dans les bassins B1 et B2 sont particulièrement encourageants avec un gain de poids de 325-350 gr en 100 jours, un taux de croissance de 3,3 – 3,6 gr/J (contre 1 – 1,7 gr/j habituellement).

Un arrêt des croissances a été constaté en début de saison froide. Si on part de l'hypothèse d'un taux de survie de 80%, la charge du bassin serait d'environ 300 gr/m<sup>2</sup> donc potentiellement limitante.

En tout état de cause, le constat a été fait que la stabulation d'animaux en forte densité pendant 12 à 18 mois aura permis d'effectuer un cycle de grossissement des animaux en bassin de 8ha sur une période courte et compatible avec les cycles d'élevage de la crevette.

L'hypothèse d'un comportement de croissance compensatoire avancée semble se vérifier en comparant les courbes de croissance connues dans la littérature et les résultats extrapolés de l'élevage conduit à la FAO.



c- **Des tests de faisabilité de co-culture entre *H. scabra* et le picot rayé *S. lineatus*** ont été effectués en mésocosmes. Cette manipulation d'une durée de 21 jours dans des mésocosmes de 500 litres et couverts d'une épaisseur de 20 cm de sédiment a permis de comparer la survie et la croissance des animaux soit isolés, soit élevés ensemble dans un même bac avec et sans séparation physique. Aucune différence n'a été relevée tant en termes de survie (100%) que de croissance. La faible durée de cette manipulation permet simplement d'avancer qu'il n'y a visiblement pas d'incompatibilité à élever les 2 espèces ensemble avec la possibilité d'augmenter sensiblement le gain de biomasse sur une même surface d'élevage.

### **III. PERSPECTIVES**

A la vue des résultats obtenus et des difficultés rencontrées, il apparaît aujourd'hui prématuré d'axer uniquement les travaux à venir sur la potentielle action bio remédiatrice des holothuries sur les fonds de bassins. La poursuite des travaux visant à améliorer les connaissances zootechniques, l'alimentation des animaux, les techniques d'élevage et l'amélioration des performances de production semblent être le préalable à lever avant d'explorer plus en avant les capacités de bio remédiation de l'holothurie des sables.

1- **Concernant la poursuite des essais d'élevage en bassin** : La capacité de charge peut varier de manière importante d'un site à l'autre et sa détermination à partir de mesures environnementales simples n'est pas envisageable. Il est conseillé d'effectuer une estimation de la capacité de charge du bassin afin de permettre un ensemencement avec la densité qui permettra d'obtenir les poids finaux ciblés. La méthode décrite par Pascal et Robinson visant à faire un premier ensemencement en sous densité avec un test de capacité de charge programmée sur 2 mois en petits enclos pourrait être employée dans le cadre de l'essai programmé à NESSAQUACOLE. La méthode visant à ensemencer à forte densité puis à écrémer en cours d'élevage en fonction des croissances observées est également proposée.

2- **La poursuite des tests densité/nutrition** est également préconisée afin de mieux comprendre les facteurs de contrôle de la vitesse de croissance et de capacité de charge du système. Ces tests pourront être reconduits avec des déchets de maïs qui ont donné de bons résultats mais également avec d'autres sources d'alimentation qui n'ont pas encore été testées selon différentes hypothèses :

- Les différents types d'aliment testés n'étaient pas adaptés car ne répondaient pas au régime alimentaire de l'animal. Une alimentation répondant à un régime détritovre pourrait être testée (biofloc, fèces, sédiment frais...)
- Les holothuries ont éventuellement pu épuiser les diatomées initialement présentes dans le milieu laissant supposer qu'elles constituent une source de nourriture ;
- Les holothuries ont besoin de bactéries symbiotiques pour digérer la matière organique des sédiments qu'elles ingèrent. La piste d'ajout de probiotiques pourrait également être testée.

La mise en œuvre des tests densité nutrition doit se faire idéalement dans des enclos de petite taille, implantés impérativement dans des bassins vides avec un enfouissement important du netlon dans le sédiment.

3- **Caractériser le phénomène de retard de croissance** lors d'un élevage en surdensité et de croissance compensatoire lors d'une mise en élevage à densité normale ;

4- **Le problème de la prédation des animaux par les crabes** reste un problème majeur qui doit être résolu. Différentes méthodes peuvent être testées telles que :

- la mise en place d'une filtration de l'eau de remplissage et de renouvellement permettant d'éviter l'introduction d'œufs ou de larves de crabes (prévoir dans ce cas une filtration à 300 microns)
- l'introduction de prédateurs du crabe dans le système d'élevage

5 - Enfin, **les pistes de l'aquaculture multitrophique intégrée** pourraient également être explorées

C'est au travers de programmes pilotes qu'il sera possible de lever les incertitudes zootechniques identifiées. L'accès à des infrastructures dédiées permettrait d'initier les actions nécessaires pour accompagner le développement de cette filière à moyen terme. La création d'un centre technique dédié à la diversification aquacole, permettrait outre la conduite d'actions en faveur du développement de la filière holothuries, d'engager des travaux sur d'autres espèces, puis sur l'aquaculture multitrophique intégrée.

En parallèle la mise sur pied d'une opération de recherche et développement visant à identifier les sources d'alimentation de l'holothurie dans son milieu naturel, au moyen des signatures isotopiques et des acides gras, paraît également indispensable.