

Le Rohellec Julien

Adecal programme Zonéco

octobre2014 - janvier2015

Rapport de stage

Holothuries :

Impact de différents protocoles de nutrition sur les performances zootechniques et la qualité environnementale du milieu d'élevage



Maître de stage : Sébastien Hochard



Sommaire :

1	Introduction.....	3
1.1	Contexte local.....	3
1.2	Contexte scientifique et objectifs de stage.....	3
2	Matériel et méthodes	5
2.1	Description de la structure expérimentale	5
2.2	Plan d'expérience et échantillonnages	5
2.3	Méthode de mesure.....	6
2.3.1	La colonne d'eau	6
3	Résultats.....	8
3.1	Conditions d'élevage.....	8
3.2	Zootechne.....	10
3.3	Paramètres environnementaux	12
4	Discussion.....	14
4.1	Performances zootechniques de chaque traitement	14
4.2	Suivi des paramètres environnementaux	15
4.3	Lien entre qualité environnemental du milieu et performances zootechniques des Holothuries.....	15
5	Conclusion :	16

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte local

Actuellement, la Nouvelle-Calédonie s'oriente vers une diversification de ses activités aquacoles jusqu'à présent essentiellement basées sur l'élevage de la crevette *Litopenaeus stylirostris* qui représente la deuxième filière d'exportation après le Nickel.

Le prix élevé à l'export de l'holothurie *Holothuria scabra*, mais aussi son potentiel effet bio-remédiateur sur le milieu, en font un candidat intéressant pour la production aquacole sur ce Territoire.

Une écloserie, la SEA, est actuellement en capacité de produire des juvéniles en nombre suffisant pour lancer une filière. Toutefois, la phase de grossissement suscite un grand nombre d'interrogations et le mode d'élevage qui offre les meilleurs résultats de croissance et de survie restent à identifier.

1.2 Contexte scientifique et objectifs de stage

Afin de développer et de soutenir les activités économiques du territoire calédonien, l'ADECAL (Agence pour le Développement Economique de la Calédonie) via le programme Zonéco a lancé le projet de recherche "HOBICAL" en janvier 2014. Ce dernier est hébergé au CTA (Centre Technique Aquacole) de St Vincent et se déroule en collaboration avec l'IFREMER, l'UNC et l'IRD.

Le projet Hobical a pour objectif l'amélioration des connaissances sur l'élevage des holothuries et l'insertion de ce dernier au sein de la crevetticulture Calédonienne. En effet, l'holothurie *H. scabra* est bien adaptée à l'élevage en bassins de terre. De plus, leur régime alimentaire pourrait participer à la bio-re-médiation des sols dans les bassins crevetticoles ou à proximité des zones de rejet des effluents.

Dans ce rapport, nous présenterons la partie du projet HOBICAL dédiée à la culture en alternance entre *L. stylirostris* et *H. scabra*.

Cet axe de recherche a pour objectif de déterminer le mode d'élevage le plus rentable en fonction de différents protocoles de nutrition, et d'associer à chacun de ces protocoles les performances de bio re-médiation des sédiments par les holothuries.

Trois modes d'alimentation ont été testés :

- les déchets de maïs caractérisés par une qualité nutritive faible,
- la farine de poisson de qualité nutritive mais coûteux ,

- Pas d'apport de nourriture, les animaux se nourrissant uniquement sur la productivité du milieu

Les objectifs du travail dans le cadre de ce stage étaient :

- Etablir un suivi régulier de la zootechnie pour définir les performances de chaque traitement,
- Suivre les paramètres environnementaux afin de caractériser l'évolution des milieux d'élevage,

Les résultats devraient permettre de trouver un bon compromis entre qualité environnementale du milieu à la fin des élevages et performances zootechniques.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Description de la structure expérimentale

L'expérience s'est déroulée dans les mésocosmes de la zone expérimentale de Saint Vincent. Ce sont des milieux indépendants et semi-contrôlés qui permettent de réguler les paramètres environnementaux (renouvellement, oxygène, température, salinité) et zootechniques afin d'étudier indépendamment certains paramètres.

La zone expérimentale de St Vincent comporte 16 mésocosmes (1,72 m² pour 1600 L) qui fonctionne en circuit ouvert. Ils sont alimentés en eau de mer filtrée ou non avec un renouvellement continu de 30% par jour. L'eau provient de la réserve du site et est évacuée par une surverse centrale vers la mangrove. Ils sont numérotés de 1601 à 1616.



Photo 1 : Mésocosmes de 1600 L chacun



Photo 2 : Zone expérimentale.

Du sédiment, sur une épaisseur de 25 cm issu d'un bassin d'élevage semi-intensif a été ajouté pour couvrir le fond de chaque bac. Les bacs ont été mis en eau pendant un mois avant l'ensemencement des holothuries.

2.2 Plan d'expérience et échantillonnages

Les bacs ont été mis en eau le 10 mai et ont étéensemencés avec les holothuries le 1 juin au début de la saison fraîche. L'expérience a duré 6 mois et s'est achevée le 20 novembre 2014.

Trois traitements ont été mis en place en triplicata avec différents modes d'alimentation :

Trois bacs ont été nourris avec de la farine de poisson (HDP), trois autres avec des déchets de maïs (HDM) et les trois bacs derniers n'ont pas été nourris (HD). Un bac sans animaux a servi de témoins.

Les animaux ont été nourris deux fois par semaine à raison d'un taux de nutrition de 1%. La quantité d'aliment distribuée a donc évolué au cours de l'expérience en fonction de l'évolution de la biomasse en animaux.

Les paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau ont été relevés régulièrement. L'oxygène, la température et la salinité ont été mesurés deux fois par semaine et, la turbidité et la chlorophylle *a* une fois.

Au cours de l'expérience, 5 séries d'échantillonnages ont été réalisées : L'état initial du système le 15 mai, puis 4 échantillonnages respectivement le 8 juillet, le 10 septembre, le 15 octobre et le 24 novembre.

Lors de ces échantillonnages, un poids moyen et une vitesse de croissance des animaux par bac a été calculé en pêchant le maximum d'animaux.

Des prélèvements sédimentaires ont été conduits pour analyser la quantité de matière organique dans le sédiment, la teneur en chlorophylle *a* benthique, le pH et le potentiel d'oxydo-réduction.

2.3 Méthode de mesure

2.3.1 La colonne d'eau

La température et la salinité ont été mesurées avec un conductimètre WTW cond. 3210. La turbidité a été mesurée avec un turbidimètre TN-100 de marque Eutechs Instruments et la fluorescence avec un fluorimètre Aquafluor de marque Turner. L'oxygène dissous a été mesuré avec un oxyguard (handy polaris).

Pour l'analyse de la chlorophylle *a* benthique ; on réalise un prélèvement de 3 carottes d'1 cm d'épaisseur et 2,6 de diamètre que l'on conserve au congélateur à une température de -20°C. Les échantillons sont ensuite lyophilisés. La chlorophylle *a* est ensuite extraite avec 14 ml de méthanol pendant 30 minutes dans le pot contenant le sédiment en remuant une fois à mi-temps. 100 µl de surnageant ont été prélevés et dilués dans 7 ml de méthanol avant la lecture au fluorimètre ; les valeurs de la chlorophylle *a* benthique s'expriment en mg/m².

L'analyse de la concentration d'un échantillon en Matière Organique (%MO) a été réalisée à partir du prélèvement de 3 carottes de 2 cm d'épaisseur poolés. Ces échantillons sont séchés à l'étuve à 110°C. Le pourcentage de MO est déterminé par perte aux feux. La

quantité de MO est donc déduite par différence de poids après une crémation à 350°C pendant 8h.

Les mesures du pH et du potentiel d'oxydo-réduction, ont été réalisées en 3 points par bac avec une sonde enfoncée directement dans le sédiment. On fait ensuite la moyenne des trois points. Le pHmètre utilisé est un WTW pH 315 i et le redox est mesuré avec une sonde spécifique Scientific Instruments IQ160.

3 RESULTATS

3.1 Conditions d'élevage.

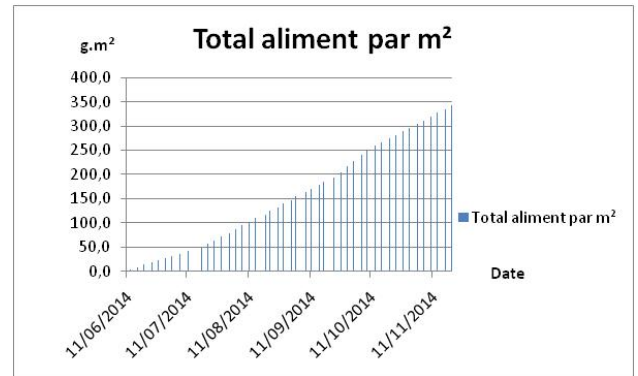
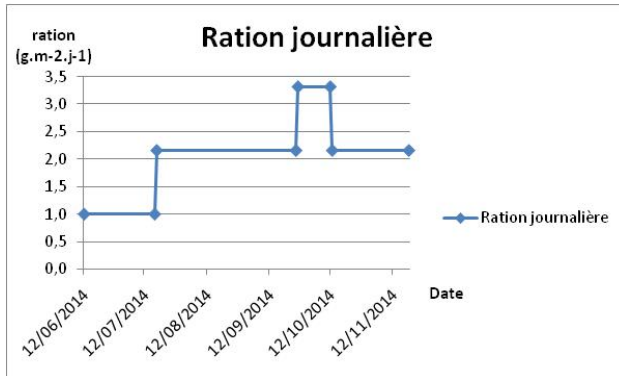


Figure 1 : Ration journalière distribuée (fig. 1a) et cumul de la quantité d'aliment distribué (fig. 1b) en fonction du temps pour les bacs nourris avec du maïs ou avec de la farine de poisson

Les rations ont augmenté après un peu plus d'un mois d'élevage. Une seconde augmentation a été mise en place après 3,5 mois. Toutefois après une quinzaine de jours de cette ration (3,4g/m²/jour) , nous avons constaté une dégradation de la qualité du milieu dans les mésocosmes. Les rations ont été revues à la baisse et sont restées constantes jusqu'à la fin de l'élevage (2,1 g/m²/jour). Un total de 350 g/m² a été distribué dans les bacs avec aliment au cours de l'expérience.

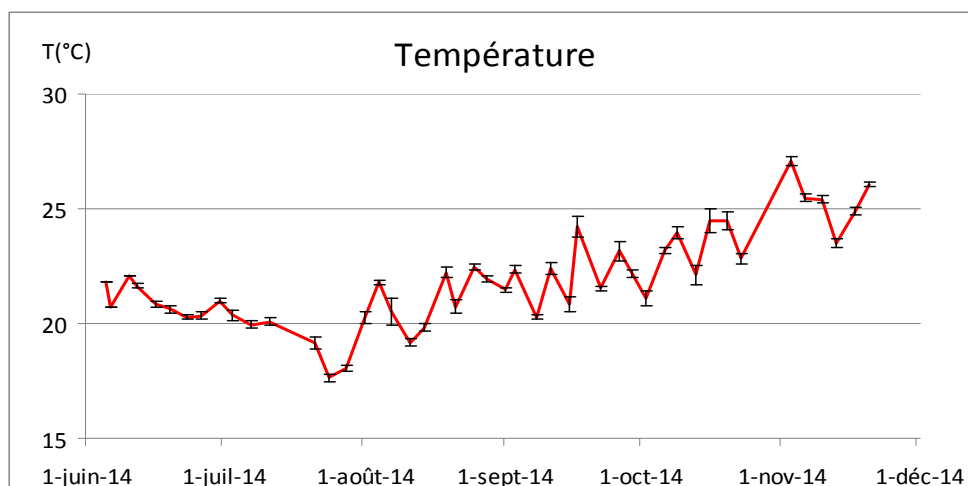


Figure 3 : Evolution de la température moyenne à 8H00 du 5 juin au 20 novembre dans les bacs.

La température de l'eau au cours de l'expérience a varié de 18°C à 27°C ; on constate deux phases, une première au début de l'expérience où la température descend jusqu'à 18°C et ensuite à partir d'août, une seconde où elle remonte progressivement au maximum jusqu'à 27°C.

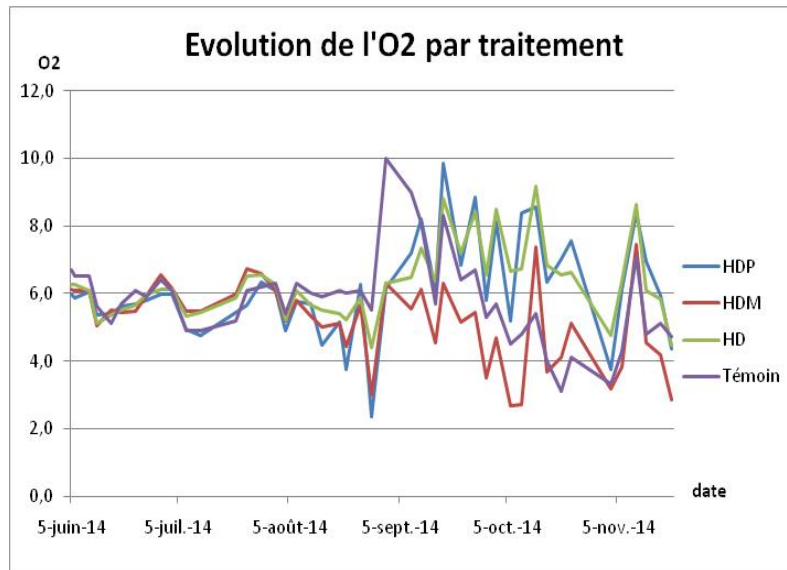


Figure 4 : évolution de l'O2 à 7h30 en fonction des traitements.

Les valeurs de l'oxygène nous permettent de distinguer deux phases. La première d'une durée d'environ 80 jours montre des valeurs stables autour de 6 mg/L quel que soit le traitement. Fin août, on note de forte variations quel que soit le traitement. Les valeurs oscillent généralement entre 2,5 et 10 mg/L. La courbe représentant le traitement avec du maïs montre des valeurs généralement inférieures aux autres traitements.

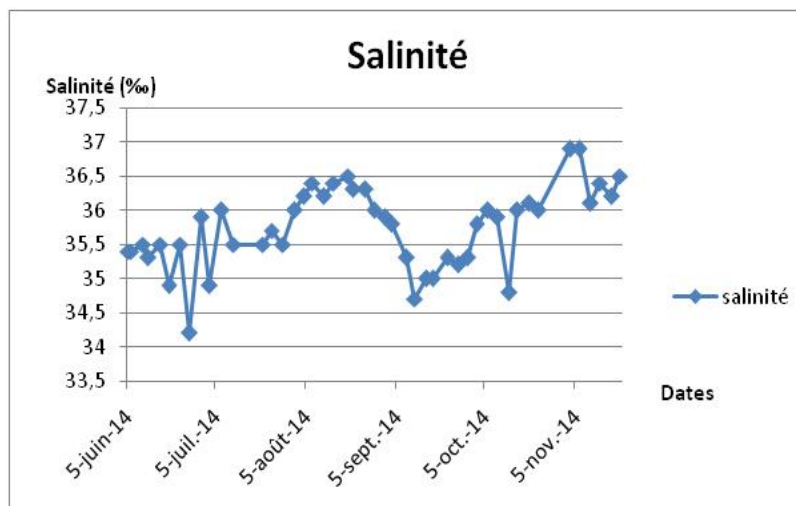


Figure 5 : Salinité moyenne au cours de l'expérience

Avec une moyenne de 35.7‰, la salinité a peu varié . Elle est restées comprise entre 34 et 37‰ au cours de l'expérience.

3.2 Zootechnie

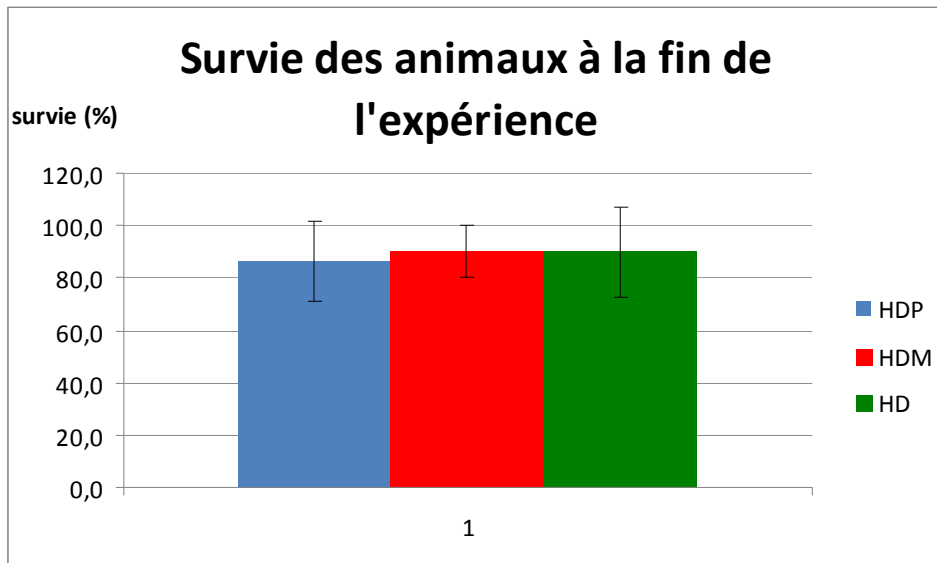


Figure 6 : Survie finale par traitement.

Il n'y a pas de différence significative en fonction des différents traitements, la survie est de 86% pour le traitement avec la farine de poisson et de 90% pour les deux autres.

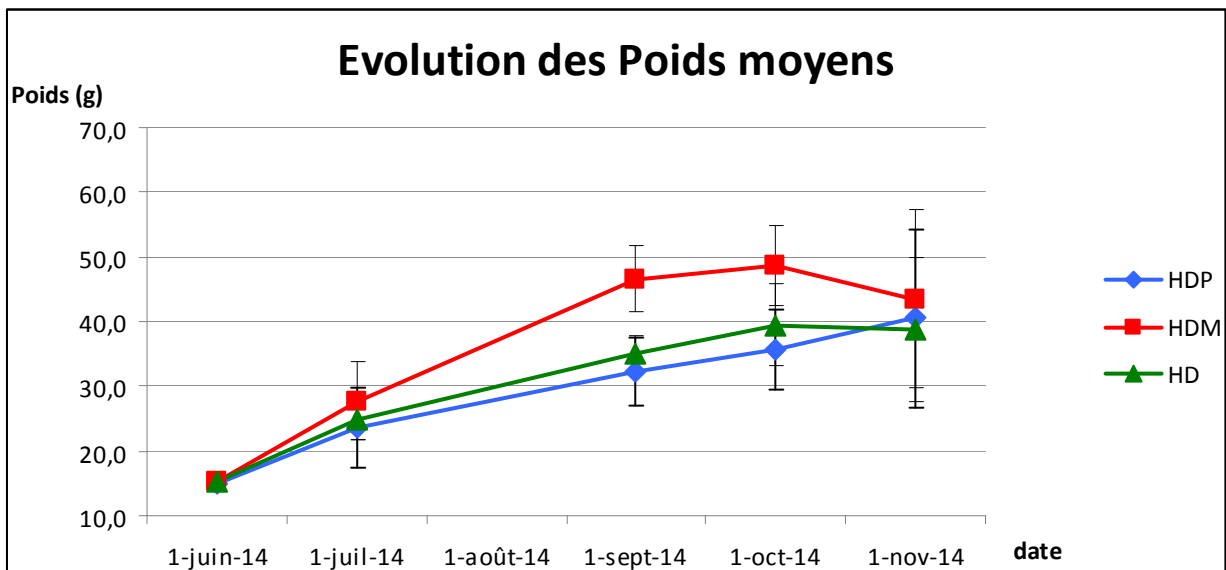


Figure 7 : Poids moyen des animaux en fonction des traitements.

Pour chaque traitement, les holothuries ont une croissance différente: Le traitement maïs montre une prise de poids la plus rapide. Toutefois, elle s'arrête après 3 mois d'élevage. Le poids moyen reste le plus élevé à la fin de l'expérimentation (43 g contre 40 g pour le traitement poisson). Les holothuries non nourries suivent prise de poids nettement moins rapide, à l'identique du traitement " poisson". On note une stabilisation des poids après 4 mois d'élevage. Les holothuries nourries avec de la farine de poisson montre une croissance continue.

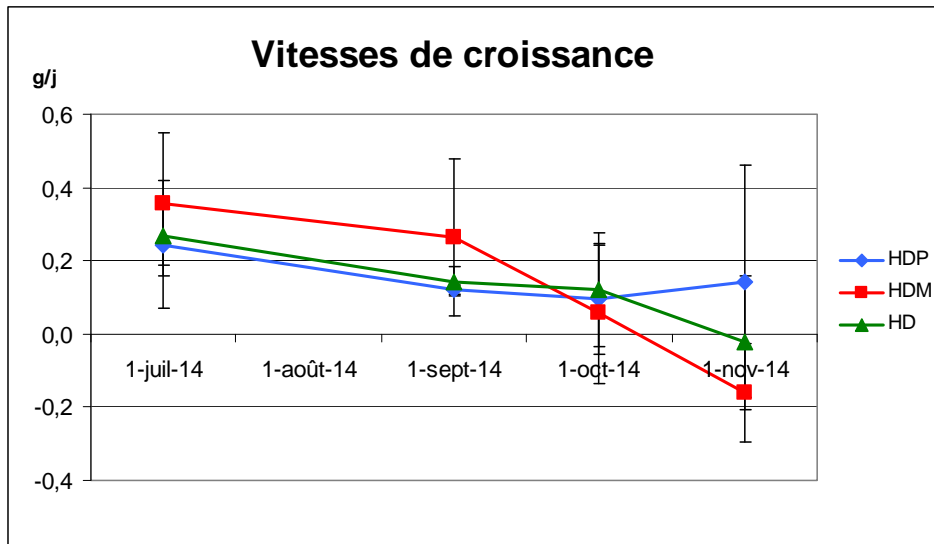


Figure 8 : Gain de masse par jour pour les différents traitements

Les vitesses de croissances montrent une baisse en cours d'expérience. Cette tendance est plus marquée pour le traitement maïs qui montre la plus forte croissance en début d'expérience et la plus faible en fin d'expérience. Les holothuries nourries avec de la farine de poisson montrent une croissance plus faible mais qui baisse moins au cours de l'expérience.

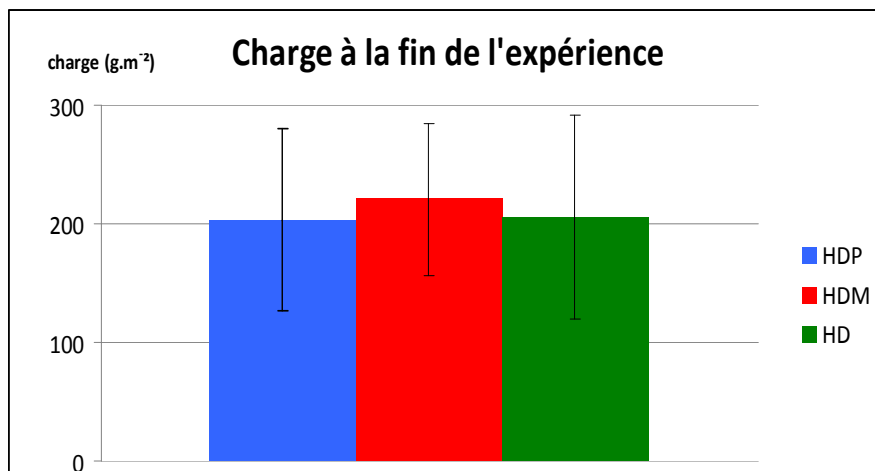


Figure 9 : biomasse par m² des animaux.

Cet histogramme représente la charge des différents bacs en fonction des traitements à la fin de l'expérience ; Il nous donne une idée de la masse (en gramme) d'animaux par m² :

- nourriture de maïs → charge de 221 g/m²
- farine de poisson → charge de 203 g/m²
- animaux non nourris → charge de 205 g/m²

3.3 Paramètres environnementaux

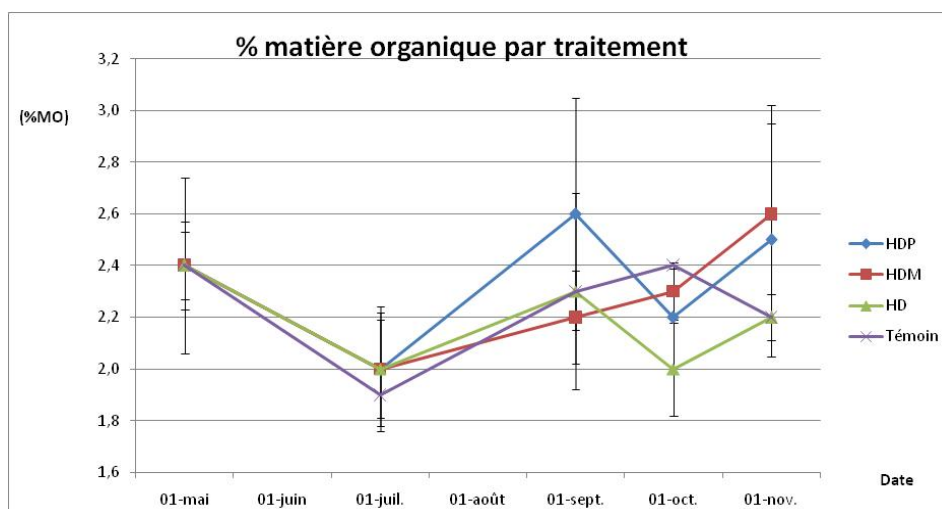


Figure 10 : Teneur en matière organique dans le sédiment en fonction des différents traitements.

Le % de MO contenu dans le sédiment varie de 1,9 à 2,6. On constate que lors des quatre derniers mois la courbe pour le traitement avec maïs croît de plus en plus rapidement. C'est le seul traitement où l'on peut distinguer cet effet, car pour les deux autres traitements ainsi que pour le témoin, la teneur en matière organique ne cesse de varier entre 1,9 et 2,6 %.

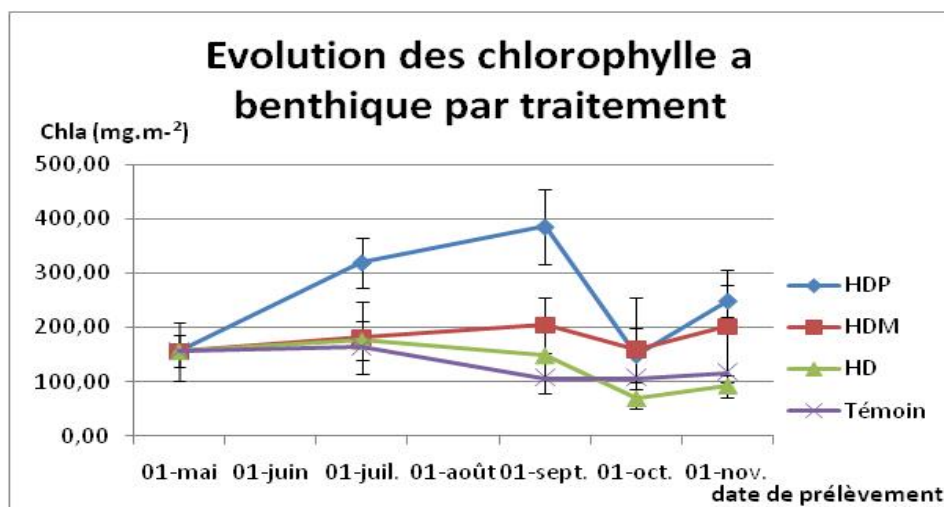


Figure 11 : Evolution de la chlorophylle a benthique dans le sédiment par traitement.

La courbe qui représente le traitement avec la farine de poisson est très irrégulière, avec un pic assez haut proche de 400 mg.m⁻² suivi d'une baisse très rapide jusqu'à 150mg/m². En revanche la courbe rouge représentant le traitement avec le déchet de maïs, reste assez stable et proche de la courbe témoin.

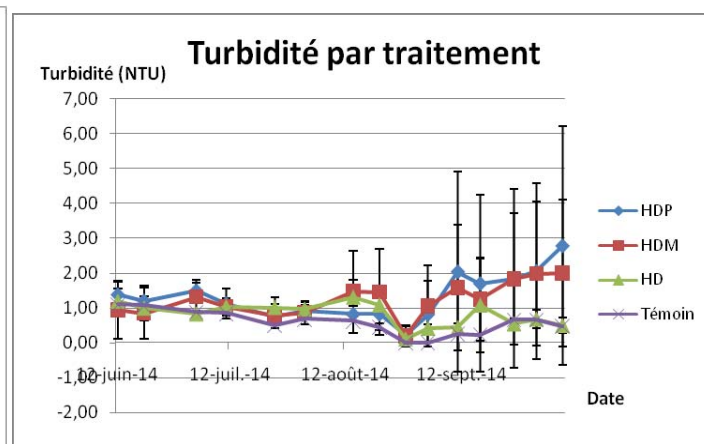
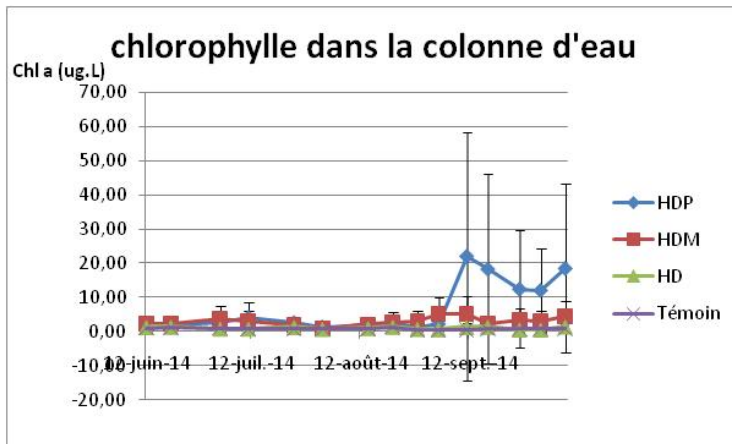


Figure 12 : Evolution de la teneur en chlorophylle a dans la colonne d'eau

Figure 13 : Evolution de la turbidité dans la colonne d'eau

Il n'y a presque pas de chlorophylle a dans la colonne d'eau, le seul pic et les barres d'erreur élevées sont juste dues au fait que la qualité de l'eau d'un des bacs nourris avec de la farine de poisson s'est totalement dégradé. La turbidité reste très faible tout au long de l'expérience, elle a une légère tendance à augmenter en fin d'expérience pour les traitements avec nourriture et on retrouve les barres d'erreurs élevées également dues à la dégradation d'un bac.

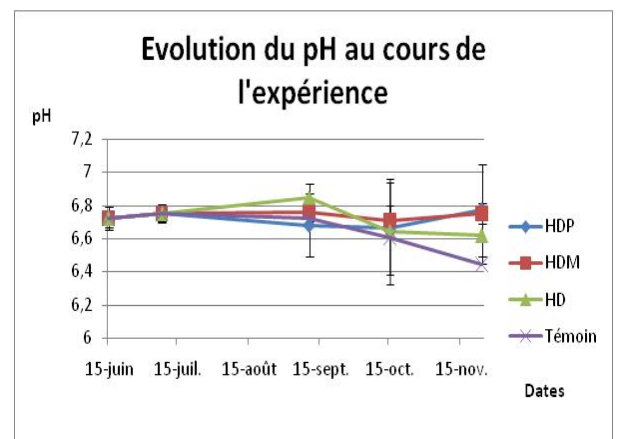
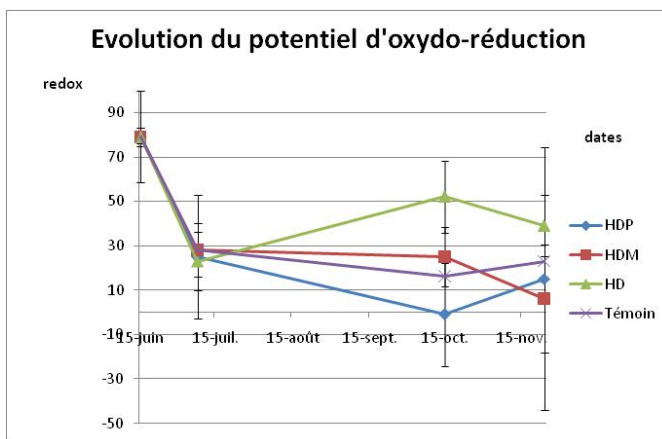


Figure 14 : Evolution du PH par traitement au cours de l'expérience.

Figure 15 : Evolution du potentiel d'oxydo-réduction par traitement au cours de l'expérience.

Avec une moyenne de 6,7, le pH varie entre 6,4 et 6,8. C'est seulement après l'ensemencement des bacs que l'on peut voir certaines différenciations pour le potentiel d'oxydo-réduction : les deux traitements avec de la nourriture ont une tendance plus nette à décroître contrairement au traitement sans nourriture qui reste au dessus des autres courbes.

4 DISCUSSION

4.1 Performances zootechniques de chaque traitement

Les survies finales sont comparables entre les traitements et se sont avérées bonnes (de l'ordre de 90%). La plus basse survie est de 70% pour un bac non nourri et pour un bac avec farine de poisson. Néanmoins, des mortalités ont pu être observées au cours de l'expérience ; ces dernières avaient des causes différentes suivant les traitements. Les mortalités observées dans le traitement maïs l'ont été en milieu d'expérience. Elles étaient associées à de fortes baisses d'oxygène dans les bacs (minimum relevé de 1,2 mg/L à 10h du matin). Ces baisses d'oxygène se sont traduites par des animaux visiblement stressés. Suite à ces observations, le taux de nourrissage a été baissé pour les traitements afin d'assurer la viabilité zootechnique de l'expérience. Pour le traitement sans nourrissage, les mortalités sont apparues en fin d'expérience, sans dégradation environnementale notable mais après un arrêt de croissance. Le manque de nourriture dans le milieu pourrait être un facteur explicatif à ces mortalités.

Sur l'ensemble de l'expérience les croissances totales sont semblable entre les traitements avec une croissance moyenne de l'ordre de 0,1g/j. Mais il existe des différence de croissance entre les traitement en début d'expérience. Ainsi pendant les deux premiers mois, le traitement "maïs" se distingue par une vitesse de croissance plus élevé que les deux autres traitements. La croissance est aussi plus rapide au début de l'expérience quel que soit le traitement. Il existe une forte variation de croissance entre les bacs au sein des différents traitement ce qui suggère que des facteurs autre que le protocole de nutrition interviennent. Les poids moyens à la fin de l'expérience sont de 43,4 g pour le maïs, 40,5 g pour le poisson et enfin 38,7 g pour les animaux non nourris. Il y a donc une légère différence et un avantage pour le traitement à base de maïs.

Pour l'ensemble des traitements, la croissance a diminué au cours du temps avec des croissances très faibles à nulles en fin d'expérience. L'expérience a débuté au début de la saison fraîche et continué durant la saison chaude. On remarque donc une vitesse de croissance plus rapide lors de la période fraîche, contrairement à l'analyse faite à la SEA relatant le fait que les températures optimales pour la croissance des holothuries seraient situées entre 26 et 30°C (fascicule d'élevage SEA), La température n'expliquerait pas cette chute de croissance dans le temps quel que soit les traitements. En revanche, cette croissance diminue parallèlement à l'augmentation de la biomasse dans le milieu. La biomasse en animaux pourrait expliquer ce résultat. On note un arrêt des croissance pour une biomasse d'environ 200 g/m².

4.2 Suivi des paramètres environnementaux

La concentration en chlorophylle à benthique montre certaines différences en fonction des traitements. On peut noter l'instabilité du traitement « poisson » qui atteint des valeurs très hautes (400mg/m²) sur une première phase de l'élevage. Les valeurs suggèrent une forte eutrophisation du milieu. Au contraire, l'évolution de la MO dans les bacs non nourris montre une diminution des valeurs suggérant une remédiation du sédiment. La courbe représentant le traitement avec le maïs est la plus stable. Elle montrerait une certaine stabilité des conditions sédimentaires. Le potentiel d'oxydo-réduction montre les valeurs les plus élevées sur la seconde partie de l'élevage pour le traitement non nourri suggérant là encore une meilleure bioremédiation pour ce traitement.

La matière organique est extrêmement variable en fonction des traitement et du temps. Elle ne montre pas de tendance claire à ce stade de l'analyse.

4.3 Lien entre qualité environnemental du milieu et performances zootechniques des Holothuries.

La salinité et la température sont deux paramètres qui n'ont pas varié selon les traitements :

-La salinité est restée comprise entre 34‰ et 37‰, ce qui est une valeur rentrant totalement dans les critères de confort de l'holothurie.

- La température a varié de 18 à 27°C ce qui reste encore dans les critères de confort des animaux.

- L'oxygène serait l'un des facteurs limitant pour l'élevage de cette espèce. Les résultats montrent des chutes associées à des stress voir des mortalités. Il est donc très important de le suivre régulièrement et de ne jamais descendre en dessous de 2,5 mg/L. Les chutes d'oxygène correspondent à une période météorologique très pluvieuse et limitée en lumière. Dans de tels cas, la mise en place d'une oxygénation du milieu s'est avérée indispensable pour limiter ces chutes.

- La chl a benthique montre des valeurs extrêmement élevées dans le traitement nourri avec de la farine de poisson.. Ces valeurs caractériserait le développement d'un biofilm important à l'interface eau-sédiment. On ne peut pas exclure que ce développement pourrait être potentiellement(cyanobactéries ?) stressant voir toxique pour les animaux. Il expliquerait la croissance faible des animaux dans ce traitement.

- Le taux de matière organique dans les sédiments est très variable en fonction des traitements et des dates d'échantillonnage. On ne peut pas déterminer de lien direct entre la richesse du sédiment et la croissance des holothuries. En effet, le sédiment le plus riche correspond au traitement poisson et le taux de croissance reste le même que le traitement non nourris.

5 CONCLUSION :

- Si l'objectif principal de l'éleveur est d'obtenir une croissance rapide des ses animaux, l'alimentation à base de Maïs semble la plus adaptée. Toutefois, le milieu associé est celui qui montre des baisses en oxygène les plus intenses. Il est donc indispensable pour l'élever de bien suivre l'oxygène. Cette expérience montre qu'il est préférable de ne pas distribuer plus de 2 g/m²/j (20kg/hect) d'aliment pour limiter les risques ou alors de mettre en place une oxygénation mécanique du milieu.

- Si l'objectif de l'éleveur est de remédier les sédiments de ses bassins, le traitement le plus adapté est celui sans apport de nourriture. La richesse organique du milieu (MO et Chl *a*) tend à décroître avec la durée de l'élevage. Il existe toutefois un risque de mortalité des animaux lorsque la productivité du milieu devient insuffisante. Il est aussi à noter que nous n'avons pas montré un effet de remédiation supérieur à celui du traitement sans animaux. L'effet observé de « bio remédiation » doit être analysé dans le contexte de la crevetticulture. Les bacs avec sédiments remédiés ou non seront ensemencés afin de comparer leurs résultats zootechniques.

Ce travail suggère plus généralement que l'élevage des holothuries nécessite une gestion régulière et attentive du milieu pour éviter toute mortalité. Ces animaux semble en effet relativement fragiles à une baisse trop importante de l'oxygène.

La capacité de charge dans nos installations se limite à environ 200 g/m² quel que soit le type d'alimentation. Cette capacité est relativement limitée comparativement aux valeurs indiquées dans la littérature (jusqu'à 350 g/m²). Qu'en est-il dans des bassins de production de plusieurs hectares en Nouvelle-Calédonie ?