



UNIVERSITÉ
CAEN
NORMANDIE



L'élevage d'hippocampes a-t-il un avenir en Normandie ?



Pour citer ce rapport :

Hennebaut B, A Bismuth, J Detienne, C Detienne & O Basuyaux, 2019. L'élevage d'hippocampes a-t-il un avenir en Normandie. Rapport d'étude Master 2 AquaCaen UNICAEN /SMEL. www.smel.fr. 38p

Avec la participation de L. Piedvache (DDTM 14), L. Dumaine (Inspectrice environnement-Faune Sauvage Captive DDPP) & F. Labous (SHOM)

Table des matières

L'hippocampe, sans aucun doute le poisson le plus étrange des océans.....	5
1. Un cycle d'élevage maîtrisé : c'est la clé de la réussite.....	6
1.1. Les paramètres d'élevage contrôlés pour une production optimale	6
1.1.1. Des aquariums adaptés au développement ontogénique des hippocampes	9
1.1.2. La lumière, le paramètre capital pour le bien-être des hippocampes.....	9
1.1.3. La température, l'élément déterminant dans l'élevage des hippocampes	11
1.1.4. Le substrat et les supports, des paramètres à ne pas négliger.....	11
1.1.5. Eventail des maladies rencontrées chez les hippocampes	12
1.2. La reproduction des hippocampes, un processus maîtrisé.....	13
1.3. L'alimentation : une phase cruciale dans l'élevage des hippocampes	16
1.3.1. Des aliments destinés aux adultes	16
1.3.2. Des proies adaptées à la taille de la bouche des juvéniles	16
1.3.3. Cas concret : exemple de la zone d'alimentation à l'Ecurie Marine	18
1.4. Le système en circuit semi-fermé dimensionné pour une production d'hippocampes.....	20
1.4.1. De nombreux avantages existent pour ce système	20
1.4.2. Un fonctionnement complexe dont l'efficacité n'est plus à prouver.....	21
2. Une espèce fragilisée à cause de l'Homme.....	25
2.1. Un tour d'horizon sur le commerce et l'exploitation des hippocampes	25
2.1.1. Le marché mondial	25
2.1.2. En France : l'Ecurie Marine référence dans l'élevage des hippocampes	27
2.1.3. Existence de fraudes chez les hippocampes	29
2.2. Une législation stricte pour préserver la ressource naturelle des océans.....	30
2.2.1. Les hippocampes, une espèce protégée car menacée par l'Homme	30
2.2.2. Une production d'hippocampes oblige l'obtention d'autorisations.....	31
2.3. L'Ecurie Marine subit de plein fouet le coût du transport.....	33
2.3.1. Transport : maîtrise de la technique de maintien des hippocampes	33
2.3.2. Point de blocage : les compagnies de transport	34
Conclusion.....	35
Références Bibliographiques.....	36

Abstract.

Seahorses (*Hippocampus* spp.) are bony fish species, probably the strangest and certainly the ones that are the closest to the "classic" shape of a fish. They are highly unusual marine fishes that have provided a focus for global conservation efforts. Indeed, they are flagship species in China, in dried form, intended for traditional medicine but also around the world, in fishkeeping as ornamental fish for public or private aquariums as well as for private individuals. The aim of this investigation is to study the possibilities of developing an ornamental seahorse's aquaculture for commercial purposes in Normandy. In this study, many points are addressed such as the control of many breeding processes (feeding, reproduction, etc..) but also all applicable laws and authorizations that apply to seahorse production (CITES and Environmental Code). This study revealed the existence of an existing seahorses farm in France, the Ecurie Marine which is located in Normandy (only French seahorses farm). The discussions, with this seahorse's industry, have put in evidence both positive and negative points that could affect this kind of business. The development of Ecurie Marine is now obstructed by excessive taxes imposed by the transport companies. Indeed, these delivery costs are forcing the managers of the Ecurie Marine to perform their deliveries themselves. It would be interesting to lead a market research to determine if it is possible to develop a second seahorses farm in France without causing any competition with the other company.

Keywords: Seahorse, Breeding cycle, Feeding, Legislation, Transport, Blocking point.

Les hippocampes sont des poissons téléostéens, probablement les plus étranges et certainement ceux qui se rapprochent le moins de la silhouette « classique » d'un poisson. Ils sont très prisés en Chine, sous forme déshydratée, destinés à la médecine traditionnelle mais également à travers le monde, dans l'aquariophilie comme poisson d'ornement pour les aquariums publics ou privés ainsi que pour les particuliers. Ce projet a pour but d'étudier les possibilités de développement d'une structure de production d'hippocampes à des fins commerciales en Normandie. Dans cette présente étude, de nombreux points sont abordés comme la maîtrise de nombreux processus d'élevage (alimentation, reproduction, etc..) mais également l'ensemble des lois et autorisations qui s'appliquent à une production d'hippocampes (CITES et Code de l'environnement). Cette étude a permis de mettre en évidence l'existence d'un élevage d'hippocampes en France. L'Écurie Marine, située en Normandie, est l'unique élevage d'hippocampes français. Les échanges menés avec cette entreprise ont permis de mettre en évidence les points positifs ainsi que les points négatifs pouvant affecter ce type d'activité. Les frais de livraisons imposés par les compagnies de transports sont un frein pour l'Écurie Marine qui se voit obligée de réaliser elle-même ses transports. Une étude de marché permettrait de montrer la possibilité de développer une seconde entreprise de production d'hippocampes en France sans pour autant engendrer une concurrence pour l'Écurie Marine.

Mots clés : Hippocampe, Normandie, Cycle d'élevage, Alimentation, Législation, Transport, Point de blocage.

L'hippocampe, sans aucun doute le poisson le plus étrange des océans

Les hippocampes sont des poissons téléostéens appartenant à la famille des Syngnathidés. Cette famille est présente principalement dans les milieux marins cependant elle peut également être présente dans les milieux estuariens et dans les milieux d'eaux douces. Le genre *Hippocampus* est exclusivement présent en milieu marin et compte une cinquantaine d'espèces d'hippocampes (Kuiter, 2001). Les hippocampes sont parmi les poissons les plus étranges et ce sont probablement ceux qui sont le plus éloignés de la silhouette classique d'un poisson (Quine, 2015). Le corps d'un hippocampe est composé de trois grandes parties : la tête ; le tronc et la queue (Landy Soambola, 2009). La tête forme un angle de 90° avec le corps lui donnant ainsi une allure de cheval si caractéristique des hippocampes. Les hippocampes possèdent 17 opercules fermés où vont se loger les branchies pouvant être observé grâce aux battements en arrière des yeux (Quine, 2015). Ils possèdent un museau tubulaire dont la longueur et le diamètre varie en fonction de l'espèce. L'hippocampe est dépourvu de mâchoire mais il possède un siphon en forme de paille qui lui permet d'aspirer ses proies. La queue des hippocampes est annelée, préhensible et très robuste leur permettant de s'accrocher à diverses surfaces (Quine, 2015). L'ensemble du corps (dépourvu d'écaillles) est cuirassé d'anneaux osseux sous cutanés disposés en rangées caractéristique des hippocampes. La nageoire anale se trouve juste au-dessus de la queue chez les femelles et au-dessus de la poche incubatrice chez les mâles (Koldewey & Martin-Smith, 2010). La nageoire dorsale est composée de 17 à 18 rayons et la nageoire pectorale comporte entre 15 et 18 rayons (Quine, 2015).

Malheureusement, de nombreuses espèces d'hippocampes sont grandement affectées par l'usage des engins de pêche non sélectifs favorisant les captures accessoires d'organismes marins côtiers. En effet, depuis de nombreuses années, plusieurs études ont été réalisées dans le but de montrer que la majorité des espèces d'hippocampes (*Hippocampus spp.*) présentes dans l'ensemble des mers du globe sont fortement exploitées et par conséquent menacées de disparition. Ainsi, des mesures de conservation ont été mises en place au niveau mondial afin de réduire les pressions de pêches sur les populations d'hippocampes. D'après la liste rouge établie par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN), les hippocampes sont considérés comme des animaux présentant un risque d'extinction. Le genre *Hippocampus* est le seul à être entièrement protégé par CITES (Annexe II). Aujourd'hui, les hippocampes sont dans une situation délicate principalement à cause de la commercialisation dont ils font l'objet notamment pour la médecine traditionnelle chinoise.

Depuis quelques années, plusieurs chercheurs ont travaillé sur la maîtrise complète des cycles de vie des poissons coralliens destinés au marché de l'aquariophilie (Martin-Smith & Vincent, 2006). C'est le cas notamment des poissons clowns et des hippocampes (*Hippocampus kuda* ; *H. fuscus* et *H. barbouri*) (Martin-Smith & Vincent, 2006). Ainsi, de nombreux élevages d'hippocampes ont vu le jour comme en Asie, en Australie, en Nouvelle Zélande, au Sud de l'Afrique ainsi qu'aux Etats-Unis (Koldewey & Martin-Smith, 2010). Cependant, la majorité des élevages d'hippocampes ne sont pas parvenus à maîtriser le cycle complet de vie et ont rencontré notamment des problèmes durant la phase de reproduction (Koldewey & Martin-Smith, 2010). Ainsi, de nombreux élevages pratiquent dans les eaux côtières, la capture de juvéniles qui sont placés ensuite dans des bassins de grossissement (Koldewey & Martin-Smith, 2010). L'Ecurie Marine, située en Normandie est l'unique élevage d'hippocampes en France. Elle maîtrise parfaitement l'ensemble du cycle de production des hippocampes (alimentation, reproduction, paramètres physico-chimiques, etc...). Le but de ce projet est d'étudier les possibilités de développement d'une structure produisant des hippocampes à des fins commerciales en Normandie. Ce mémoire a été scindé en deux parties : la première concerne l'ensemble des paramètres nécessaire à la production des hippocampes (paramètres d'élevage, reproduction, alimentation, maladies, etc...) ; la seconde partie évoque le statut législatif des hippocampes (CITES, Code de l'environnement).

1. Un cycle d'élevage maîtrisé : c'est la clé de la réussite

1.1. Les paramètres d'élevage contrôlés pour une production optimale

A ce jour, seules des écloseries produisant des hippocampes pour les aquariums sont opérationnelles. C'est le cas de l'Ecurie Marine située dans la commune de « Le Fresne-Camilly » dans le département du Calvados. L'Ecurie Marine est un élevage d'hippocampes, co-dirigé par Christine et Jérôme Détienne. Ce type d'élevage implique des connaissances et des compétences indispensables pour la maîtrise de l'ensemble du cycle de vie. Chaque espèce possédant des spécificités propres lors de son cycle de développement, le choix des espèces élevées est donc un critère important à prendre en compte pour développer son entreprise de production. Par exemple, l'Ecurie Marine produit trois espèces d'hippocampes (*H. erectus* ; *H. reidi* ; *H. zosterae*) car elle

maîtrise parfaitement le cycle de vie complet de ces trois espèces. Pour la plupart des espèces d'hippocampes le cycle de vie est relativement court (environ 7 ans) (**Figure 1**).

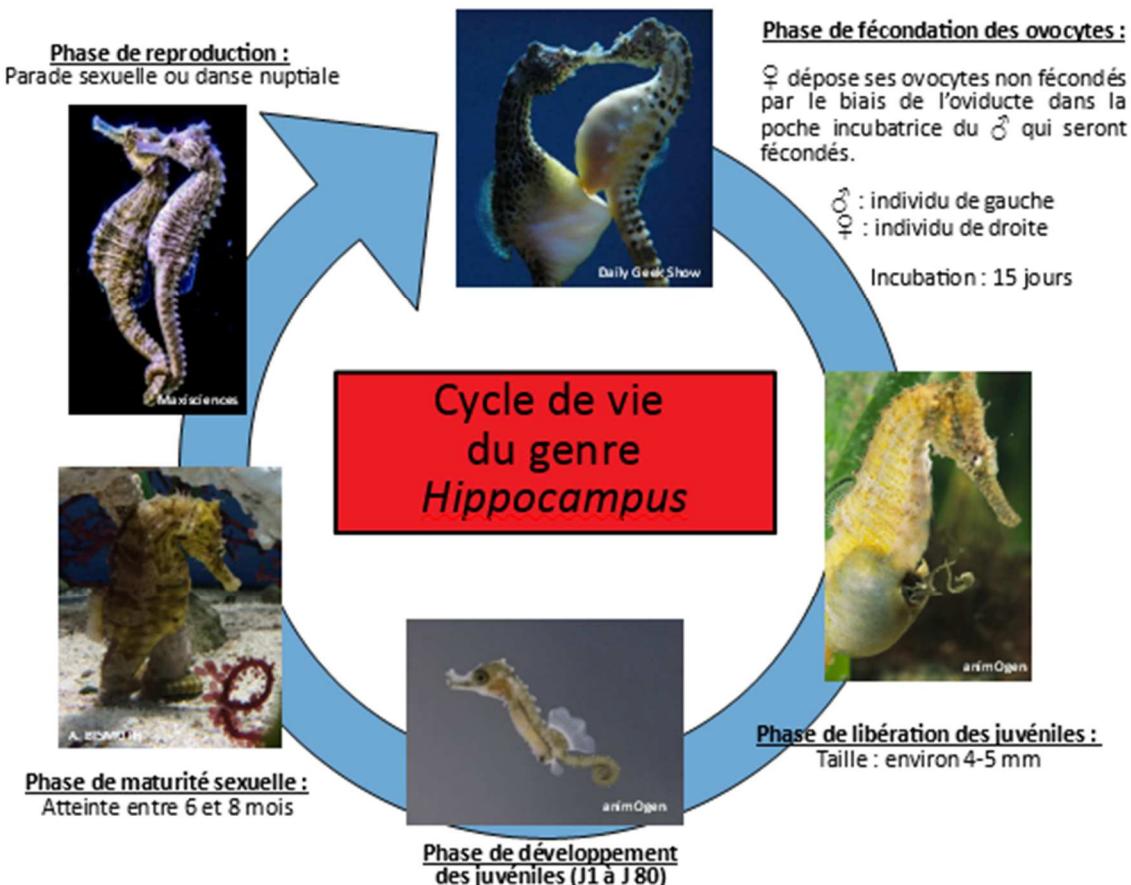


Figure 1. Cycle de vie du genre *Hippocampus*.



Figure 1. Différence de volume entre un aquarium de 200 L contenant des adultes de *H. reidi* et des aquariums de 20 à 60 L contenant des adultes de *H. zosterae* (Source : A. Bismuth).



Figure 2. Aquarium circulaire présent en zone de nurserie (Source : A. Bismuth).

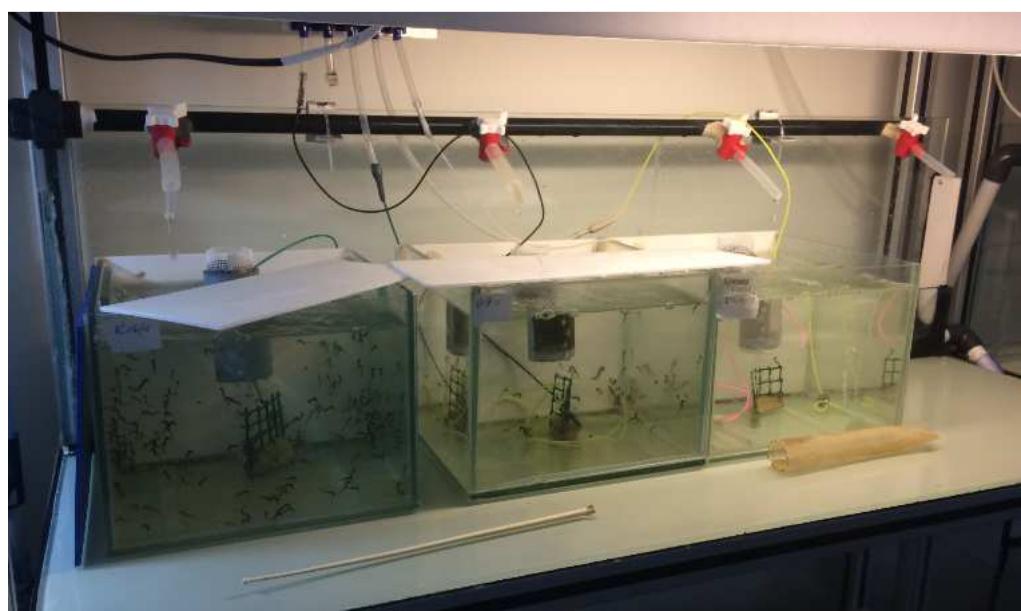


Figure 3. Aquarium cubique présent en zone de nurserie (Source : A. Bismuth).

1.1.1. Des aquariums adaptés au développement ontogénique des hippocampes

L'élevage des hippocampes nécessitent des aquariums avec des volumes différents en fonction du stade de développement des animaux. Les aquariums doivent toujours avoir une surface assez grande afin de faciliter les échanges entre le dioxyde de carbone et l'oxygène (facteur vital) (Dakin, 1996). Des petits aquariums, de 5 à 40 litres, seront utilisés pour les juvéniles (**Figure 1**) alors que pour les individus adultes seront utilisés des aquariums de plus gros volumes, de 60 à 500 litres (**Figure 2**) (Planas *et al.*, 2008). L'Ecurie Marine, expose les espèces d'hippocampes de grandes tailles (*H. erectus* et *H. reidi*) dans des aquariums rectangulaires ayant un volume se situant entre 150 et 500 litres. Les spécimens de plus petites tailles comme *H. zosterae* (hippocampe nain) sont placés dans des aquariums rectangulaires de 20 à 60 litres. D'après Dakin (1996), plus le volume de l'aquarium est important et plus les paramètres abiotiques seront stables (pH, température, etc.). Chaque aquarium doit également comporter un système d'éclairage (plaque de LED), de pompage et d'oxygénéation.

La zone de nurserie est composée d'aquariums cubiques (Payne, 2003) et d'aquariums circulaires (Woods, 2003a) (**Figures 3 & 4**). Les aquariums circulaires présentent une sortie d'eau latérale permettant un brassage moins fort des eaux et un auto-nettoyage grâce à une meilleure circulation de l'eau par rapport aux aquariums cubiques. Les aquariums contenus dans la zone de nurserie doivent impérativement être nettoyés deux fois par jour car le nourrissage et les rejets entraînent une salissure des aquariums. De plus, les aquariums présents dans la zone de nurserie sont remplacés toutes les semaines afin de réaliser une désinfection complète des aquariums.

1.1.2. La lumière, le paramètre capital pour le bien-être des hippocampes

La lumière est un facteur primordial pour le bien-être et la reproduction des hippocampes (Lin *et al.*, 2009b). L'éclairage naturel est sans aucun doute la solution la plus adéquate mais l'éclairage artificiel, s'il est bien réglé, peut substituer, sans problèmes pour les hippocampes. Cet éclairage devra être constitué de tubes fluorescents à LED de couleur blanc froid afin d'éviter un éclairage trop violent qui pourrait affecter la physiologie des hippocampes (Dixit Jérôme Détième). Concernant l'intensité lumineuse optimale, il semblerait que celle-ci soit comprise entre 1 000 et 10 000 Lux. Le cycle lumineux des aquariums se fera sous une photopériode 12/12. L'éclairage est assuré par des spots LED de 6 à 10 W GU10 en lumière blanche. Par ailleurs, d'après Wong & Benzie (2003), il est nécessaire d'exposer les hippocampes à un seuil de lumière suffisant car il a été décrit que certains individus peuvent devenir aveugles en absence de lumière (cas des espèces *Hippocampus whitei*).



Figure 4. Exemple de substrat et d'objets de fixation déployés dans les aquariums de l'Ecurie Marine (Source : A. Bismuth).



Figure 5. Exemple d'algues rouges présentes dans les aquariums de l'Ecurie Marine (Source : C. Détienne).

1.1.3. La température, l'élément déterminant dans l'élevage des hippocampes

La température est également un paramètre déterminant dans l'élevage des hippocampes. Selon les espèces, l'optimum des paramètres physico-chimiques (température, salinité, intensité lumineuse, etc....) pour la croissance des individus est différent. De manière générale, les hippocampes vivent dans des eaux où la température est comprise entre 15 et 29°C. Par exemple, *H. erectus* et *H. reidi* ont un développement optimal à 24-25°C et *a contrario*, *H. zosterae* possède un développement optimal entre 21 et 24°C. Dans un système de production, l'ensemble de l'eau est d'abord chauffé dans une cuve après filtration puis l'eau est ensuite distribuée dans chacun des aquariums. Cette technique permet ainsi d'éviter d'installer du matériel de chauffage (tapis chauffant, la résistance chauffante, etc..) dans chaque aquarium mais permet aussi d'obtenir une température de l'eau homogène dans tous les aquariums. De plus, chaque aquarium devra être équipé d'un thermomètre digital afin d'avoir une mesure précise au dixième de degrés près (Dakin, 1996). Les thermomètres à mercure sont déconseillés car ils sont fragiles et peuvent intoxiquer les poissons en cas de casse (Dakin, 1996).

1.1.4. Le substrat et les supports, des paramètres à ne pas négliger

L'hippocampe est un poisson qui vit toujours en contact étroit avec le fond ou avec un substrat particulier, jamais totalement en pleine eau. Les aquariums contenant *H. erectus* et *H. reidi* au sein de l'Ecurie Marine disposent d'un substrat de fond de 1 cm en sable calcaire (10 kg pour 100 L). De plus, ces aquariums sont caractérisés par la présence de nombreux autres supports tels que des cordes et des filets de pêche à grosses mailles, afin que les hippocampes puissent s'y attacher (**Figure 5**). Des algues marines sont également présentes dans les bacs, notamment des algues rouges permettant de sublimer la couleur des hippocampes (**Figure 6**). A l'inverse, les aquariums contenant *H. zosterae* sont totalement dépourvus de substrats de fond mais ils possèdent des supports tels que des scoubidous et également des algues rouges.

1.1.5. Eventail des maladies rencontrées chez les hippocampes

Comme pour de nombreuses espèces de poissons en élevage, les hippocampes ne réagissent pas bien au fait d'être maintenus à des densités élevées et sont sujets au stress. Cet état les rend plus vulnérables aux infections. En cas de surpopulation dans le circuit d'eau, il existe des risques de prolifération de maladies à cause de l'incapacité totale de traitements des effluents au niveau du système de filtration. Des observations en laboratoire et en aquaculture ont permis de recenser diverses maladies dont les cestodes (*H. abdominalis* : Lovett, 1969), les microsporidiens (*H. erectus* : Vincent & Clifton-Hadley, 1989), les champignons (*H. erectus* : Blazer & Wolke, 1979), les ciliés (*H. erectus* : Cheung *et al.*, 1980) et les trematodes (*H. trimaculatus* : Shen, 1982). Les maladies qui concernent plus particulièrement les hippocampes sont la vibriose (Greenwell, 2002) et la mycobactériose (Koldewey & Martin-Smith, 2010). La vibriose peut être traitée avec des antibiotiques, mais leur efficacité varie en fonction de la souche bactérienne. Les aliments vivants peuvent être source de vibriose pouvant être traiter à partir d'aliments comprenant des antibiotiques pour réduire cette infection (Rhodes, 1999). Il n'existe aucun traitement efficace contre la mycobactériose, pourtant cette maladie est considérée comme particulièrement préoccupante pour les syngnathidés (Koldewey & Martin-Smith, 2010). Un autre problème de santé majeur pour les hippocampes en culture est le piégeage des gaz également appelé la maladie des " bulles de gaz ". Des études ont montré que ces bulles apparaissaient lors de la digestion de l'aliment préalablement ingéré. Ces bulles impactent fortement la vie des spécimens car elles entraînent une mauvaise flottabilité et génèrent un effort accru lors de la nage impliquant une grande dépense d'énergie. Ainsi, des recherches sur l'alimentation ont montré que l'incorporation des micro algues dans l'alimentation aide à la régulation de la composition et de l'activité du microbiote intestinale. Ces micro algues pourraient être une solution permettant d'éviter l'apparition de bulle et ainsi d'éviter la mort de l'individu impacté. Les hippocampes sont, de plus, des individus ayant une très grande sensibilité et lorsqu'un individu se blesse (coupe lors de frottement sur des cailloux), sa chance de survie est relativement faible. Lorsque l'hippocampe devient âgé, l'os hyoïde qui est un petit os médian, convexe en avant, concave en arrière et incurvé en forme de fer à cheval d'où son nom, devient de plus en plus fragile. Il peut se bloquer ou même céder provoquant l'arrêt de la prise alimentaire et donc une mort certaine. La meilleure façon de gérer la maladie est la mise en quarantaine des nouveaux animaux qui arrivent dans l'installation d'élevage. C'est une zone très stricte où sont isolés les hippocampes blessés, malades ou ayant un comportement étrange.

Cette zone permet aussi d'isoler les hippocampes provenant du milieu naturel durant une période de 40 jours afin d'être certain que ces intrants ne risquent pas de contaminer la totalité du système de production. Il est important que les différents paramètres abiotiques soient identiques entre les aquariums de production et les aquariums de quarantaines afin que les transferts n'occasionnent que très peu de changements pour les poissons (Dakin, 1996). Les aquariums de quarantaine sont placés en circuit ouvert permettant ainsi un rejet direct des eaux usées dans les égouts afin d'éviter la contamination des autres circuits d'eau de la production par des bactéries et virus potentiels.

La mise en place de paramètres environnementaux optimaux et d'une bonne alimentation permettront également de réduire les problèmes de santé. Il paraît évident que le manque d'informations sur le traitement des maladies courantes rencontrées dans l'élevage des hippocampes marins constitue un obstacle majeur à la viabilité de l'élevage et il est donc important de poursuivre les recherches dans ce domaine (Koldewey & Martin-Smith, 2010)

1.2. La reproduction des hippocampes, un processus maîtrisé

Pour développer une entreprise, basée sur la reproduction des hippocampes, l'approvisionnement en géniteur est primordial. Les géniteurs peuvent provenir du milieu naturel ce qui nécessite une obligation de certificat, peuvent provenir d'autres fermes de production (Etats-Unis, Afrique du sud, etc...) ou peuvent aussi provenir de juvéniles qui deviendront par la suite les futurs géniteurs.

Les hippocampes sont des individus gonochorique (mâle et femelle) ayant un mode de reproduction sexuée (Lin *et al.*, 2008). Le mâle est facilement identifiable car, contrairement à la femelle, il est pourvu d'une poche (Lin *et al.*, 2008). Les hippocampes sont des poissons ovipares atteignant leur maturité sexuelle vers l'âge de huit mois ce qui correspond à des individus reproducteurs de 8 cm environ chez *H. reidi* (Kuiter, 2001). Les critères de sélection pour le choix des géniteurs dépendent essentiellement de la couleur, de la morphologie et de la facilité ou non de s'alimenter. Le sex-ratio dépend essentiellement de l'espèce d'hippocampe. La détermination de ce sex-ratio est complexe car tous les individus possèdent une phénotype femelle au début de leur vie, la différenciation se produisant au fur et à mesure de la croissance. La reproduction chez les hippocampes débute par une danse nuptiale ou une parade sexuelle (Lin *et al.*, 2008).



Figure 6. (A) La femelle dépose les ovocytes non fécondés dans la poche incubatrice du mâle par le biais de l'oviducte ; (B) Expulsion des juvéniles après 15 jours d'incubation dans la poche du mâle ; (C) Juvéniles de 4 à 5 mm fixés après l'expulsion de la poche incubatrice (Source : A : Daily Geek Show ; B & C : Animogen).

La danse nuptiale est caractérisée par un mouvement permettant un déplacement horizontal et souvent vertical du couple jusqu'à une certaine hauteur d'eau pour permettre d'entreprendre les tentatives de ponte (Lin *et al.*, 2008). Les danses nuptiales sont également accompagnées de changements de couleur. Par la suite, la femelle présente un abdomen gonflé d'ovocytes non fécondés, qu'elle va déposer dans la poche incubatrice du mâle par le biais de l'oviducte (Lin *et al.*, 2008) (**Figure 7**). La quantité d'ovocytes varie en fonction de l'espèce allant de 400 ovocytes fécondés pour *H. erectus* à 1 000 ovocytes fécondés pour *H. reidi*. Durant la gestation, les œufs sont portés par les mâles. Une fois les œufs déposés dans la poche abdominale du mâle, la femelle ne joue plus aucun rôle dans le développement des juvéniles. Ces œufs sont fécondés par les spermatozoïdes directement dans la poche incubatrice du mâle. Cette poche joue le même rôle que l'utérus chez les mammifères. Les œufs fécondés baignent dans un liquide placentaire. La poche fournit de l'oxygène à travers les réseaux capillaires et participent à l'osmorégulation des ovocytes fécondés en voie de développement (Linton & Soloff, 1964), transfère les éléments nutritifs à sa progéniture et élimine les déchets (Masonjones, 2001). Le liquide contenu dans la poche ressemble au départ à tout autre liquide biologique et se modifie au cours de la gestation (Linton & Soloff, 1964). La durée de gestation est d'environ deux semaines mais varie selon la température de l'eau et selon l'espèce. Les jeunes sont expulsés de la poche incubatrice du mâle à une taille de 4-5 mm chez *H. reidi* (Lin *et al.*, 2008) (**Figure 7**). Aucune étude n'a montré d'isolation de la part du mâle lors de l'expulsion des juvéniles. Cependant, il a été montré l'existence de cannibalisme chez les adultes envers les juvéniles mais dans une faible mesure. L'Ecurie Marine, ne récupère pas la totalité des juvéniles expulsés car ils n'ont pas la capacité d'accueil pour de fortes densités. Les cycles de gamétogenèse étant réalisés tous les 15 jours, ils génèrent ainsi de nombreuses pontes permettant d'obtenir des juvéniles régulièrement. L'optimum des paramètres abiotiques pour la croissance et la reproduction des individus est différent selon les espèces. D'après Murugan *et al.* (2009), un certain seuil de température est nécessaire pour déclencher le développement des gonades ainsi que le comportement reproducteur. Pour chaque espèce, il est donc nécessaire de connaître le comportement reproducteur ainsi que les paramètres pouvant déclencher ou inhiber la phase de reproduction.

1.3. L'alimentation : une phase cruciale dans l'élevage des hippocampes

Toutes les espèces d'hippocampes sont des animaux diurnes. Ce sont des carnassiers avec une alimentation variée, dominée par les amphipodes, les décapodes et les mysidacés (Storero & González, 2008) ainsi que des algues (Kitsos *et al.*, 2008). La phase de production alimentaire est très importante pour optimiser la croissance des juvéniles mais également pour obtenir des géniteurs ayant des réserves énergétiques optimales lors de la phase de reproduction. *Hippocampus sp* est un poisson carnivore ne pouvant avaler que des proies de petites tailles proportionnelles à leur bouche (Koldewey & Martin-Smith, 2010).

1.3.1. Des aliments destinés aux adultes

La plupart des tentatives d'élevage d'hippocampes se sont basées sur la culture d'aliments vivants tels que les artémias, les copépodes, les crevettes mysidae, les rotifères et les amphipodes (Murugan *et al.*, 2009) (**Figure 8**). La culture de grandes quantités d'aliments vivants peut être difficile, longue et coûteuse (Gardner, 2003) et peut également entraîner des problèmes de maladie (Rhodes, 1999). Des cas de sevrage réussi d'hippocampes sur mysidacés, copépodes, crevettes et artémias congelés ont été signalés (Lin *et al.*, 2009a). Le mode de présentation des régimes inertes est important, essentiellement sous la forme d'éléments en suspension (Payne, 2003). La décision de nourrir les hippocampes en vivants, inertes ou mixtes dépend de l'emplacement mais également du type d'installation de culture. Des études montrent qu'une variété de régimes alimentaires ont été mis au point pour différentes espèces, mais que les hippocampes juvéniles et adultes bénéficient tous deux d'une alimentation enrichie (Job *et al.*, 2002).

1.3.2. Des proies adaptées à la taille de la bouche des juvéniles

La taille relativement grande des juvéniles d'hippocampes (par rapport à la plupart des autres larves de poissons marins) devrait être un facteur intéressant pour faciliter l'élevage, mais leurs changements ontogénétiques impliquent une alimentation spécifique nécessitant une chaîne d'aliments vivants afin de fournir la nutrition nécessaire dans les premières semaines après leur libération du sac (Koldewey & Martin-Smith, 2010).

Par conséquent, les juvéniles sont nourris 2 à 7 fois par jour avec une combinaison d'artémias décapsulés et enrichis, de rotifères, de copépodes et/ou de larves mysides (Garcia & Hilomen-Garcia, 2009) (**Figure 8**). Le sevrage est réalisé avec la méthode co-feeding (alimentation combinée entre des proies vivantes et inertes) afin d'orienter les juvéniles vers une alimentation composée à 100 % de proies inertes (Woods, 2003b). Ce sevrage est réalisé 3 à 4 mois après la naissance car les juvéniles n'acceptent que les proies vivantes durant cette première période (Koldewey & Martin-Smith, 2010).

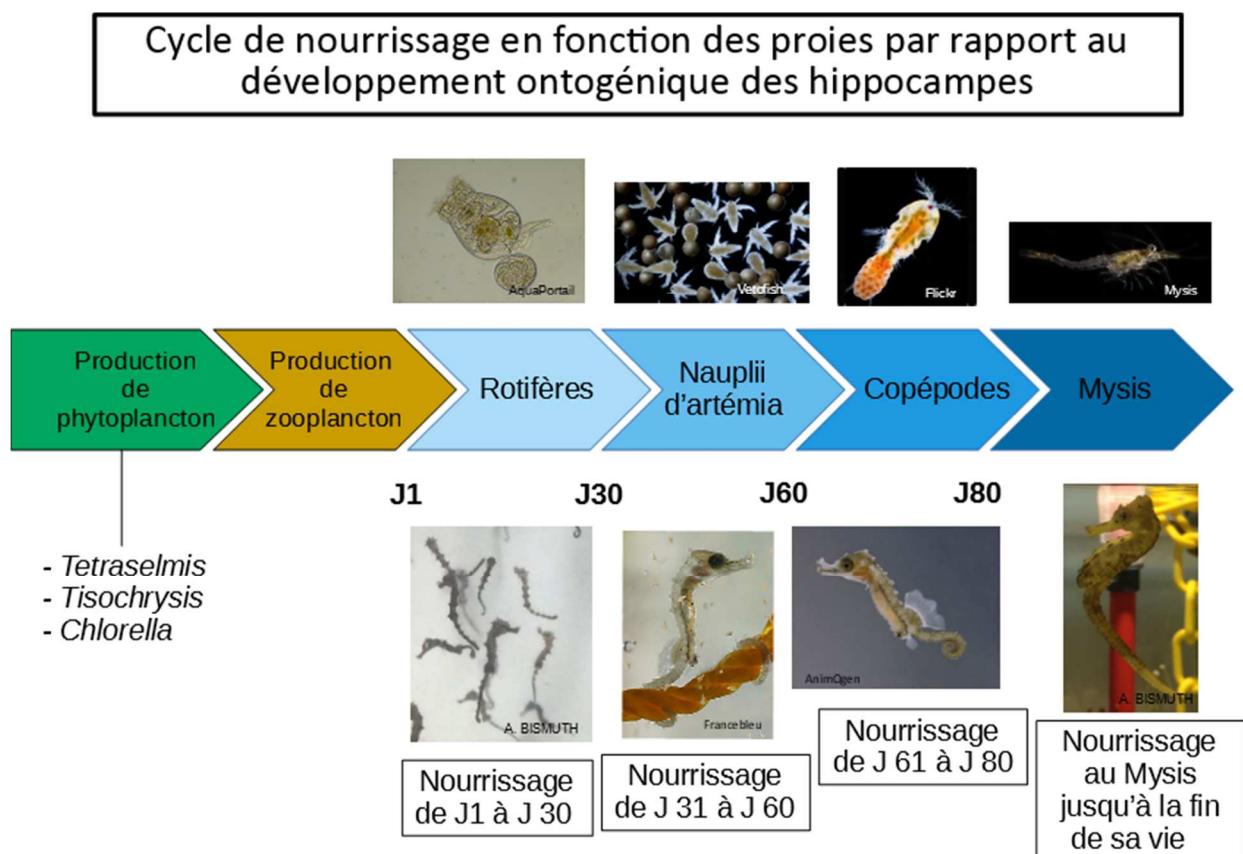


Figure 7. Cycle de nourrissage réalisé par l'Ecurie Marine en fonction des proies par rapport au développement des hippocampes.

1.3.3. Cas concret : exemple de la zone d'alimentation à l'Ecurie Marine

L'Ecurie Marine a fait le choix d'être totalement autonome en produisant directement son alimentation grâce à la maîtrise de l'ensemble de la chaîne alimentaire. Pour cela, le sous-sol du bâtiment de production est consacré exclusivement à la production d'aliments pour les hippocampes avec la mise en culture de souche de micro algues : *Tetraselmis suecica*, *Tisochrysis sp* (ex *Isochrysis sp*) (Ippoliti *et al.*, 2016) et *Chlorella sp*, provenant de sa propre bibliothèque dont il a sélectionné ces souches permettant d'obtenir un profil nutritionnel riche et optimal pour la suite de la chaîne alimentaire. Il manque, cependant, une souche de micro algue rouge dans sa bibliothèque afin de pouvoir exploiter au maximum la croissance ainsi que le profil nutritionnel des artémias. Par la suite, le phytoplancton produit permet d'alimenter les bacs contenant plusieurs souches de zooplanctons : 2 souches de Copépodes (*Tigriopus californicus* et *Tigriopus brevicornis*), des rotifères (*Brachionus plicatilis*), des nauplii artémias (*Artemia salina*) et des Mysis (*Pranus flexuosus*). L'Ecurie Marine produit différentes souches de zooplanctons, chacune d'elles pourra servir de nourriture aux hippocampes en fonction du stade de développement. En effet, le rotifère *Brachionus plicatilis* (90-200 µm) est très utilisé en début de cycle de production car sa petite taille lui permet d'être ingéré par les plus petits spécimens d'hippocampes. Puis, lors du développement de la taille de la bouche le nourrissage sera réalisé à partir de souches de nauplii d'artémia (0,5-8 mm). Ensuite, l'alimentation des hippocampes variera de nouveau avec l'apparition des deux espèces de copépodes (8,8 mm – 1 cm) comme source de nourrissage principale. Enfin, lorsque les hippocampes ont atteint le stade adulte, ils seront soumis à un servage en co-feeding et le nourrissage sera alors réalisé avec *Praunus flexuosus* qui est un mysis local (20 à 25 mm) sous forme congelés.

Le mysis est un organisme omnivore sélectif complexe à nourrir. Le nourrissage de ces organismes se réalise donc à base d'artémia, de copépodes ainsi que de micro algues. D'autre part, le mysis est élevé dans un bassin extérieur (Figure 9) qui est utilisé pour la reproduction ainsi que pour la stabulation de ces organismes. Il permet d'obtenir différentes tailles de mysis afin d'alimenter les différentes souches d'hippocampes élevées. Ce bassin est de forme rectangulaire et il est caractérisé par un volume de 7000 L et par une profondeur de 1 m. Le bassin est relié directement au sous-sol où se trouve la zone de filtration permettant de recirculer l'eau du bassin. Ce bassin fonctionne indépendamment des autres circuits car il possède son propre dispositif de filtration.



Figure 8. Cliché du bassin extérieur de l'Ecurie Marine permettant la reproduction et le maintien des mysis (Source : A. Bismuth).

En outre, le rotifère et l'artémia sont des organismes très couramment utilisés en aquaculture marine car ils possèdent un turn-over rapide leur permettant une croissance importante : 11 jours à 10°C et 2, 3 jours à 30°C (Hirayama, 1972). Chez ce rotifère, la multiplication est parthénogénétique ce qui permet une forte productivité de l'espèce (Guillaume, 1999). De nombreuses études fondamentales ont défini les conditions optimales d'élevage de ces deux organismes : 20-30 °C avec une salinité de 20-35 ‰ pour *Artemia salina* (Von Hentig, 1971) ainsi que 27°C et 2 000 lux pour *Brachionus* (Hirayama, 1972). Par ailleurs, les copépodes pélagiques ou benthiques constituent également une nourriture de choix mais leur production n'est pas toujours bien maîtrisée. Néanmoins, à l'Ecurie Marine la production de copépodes est maîtrisée pour les deux souches de *Tigriopus*. La souche de *Tigriopus californicus* provient de la

façade pacifique des États Unis alors que la souche *Tigriopus brevicornis* est issue de la Manche et plus précisément de Cherbourg.

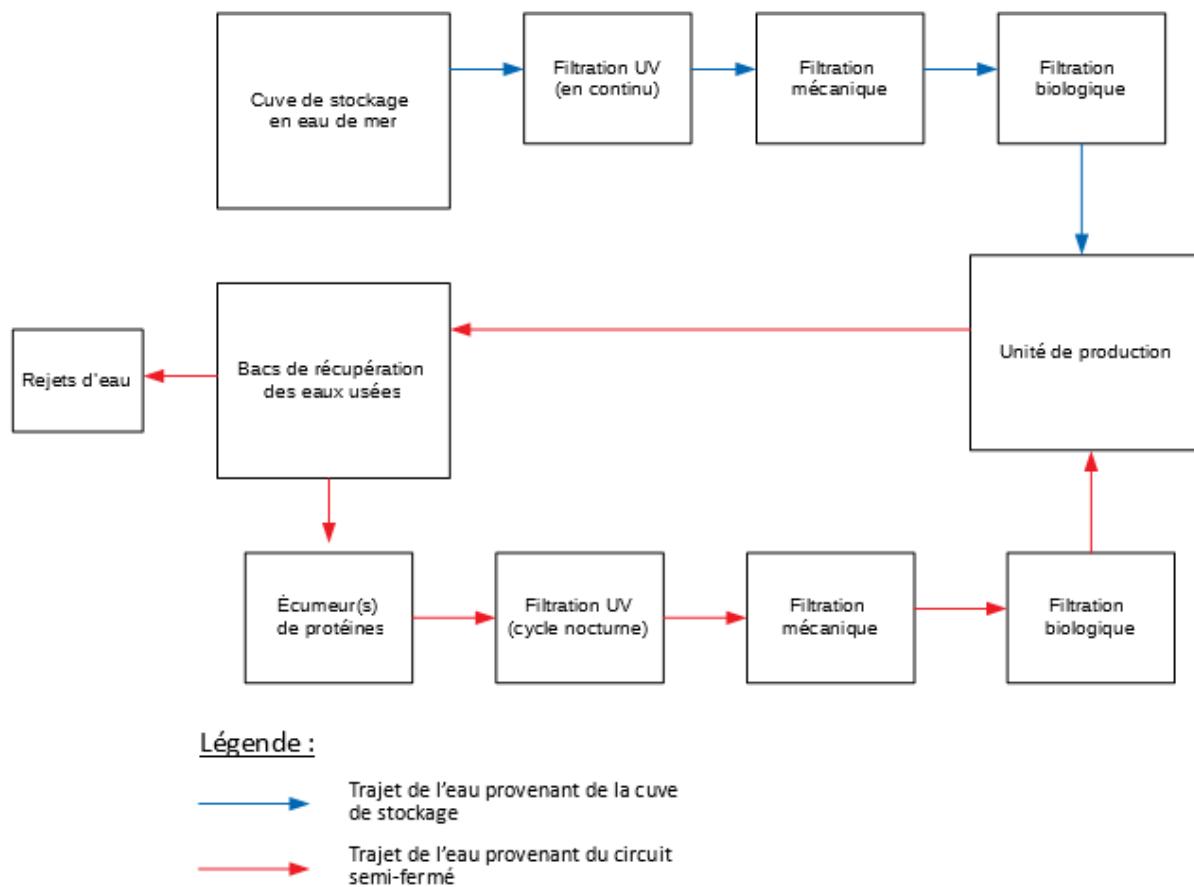


Figure 9. Exemple d'un circuit d'eau en système semi-fermé (d'après l'Ecurie Marine).

1.4. Le système en circuit semi-fermé dimensionné pour une production d'hippocampes

1.4.1. De nombreux avantages existent pour ce système

Un système semi-fermé permet de réaliser l'élevage des poissons dans des sites où les quantités disponibles d'eau sont limitées. Ce système possède de nombreux avantages par rapport à un circuit ouvert :

- Meilleure stabilisation et meilleur contrôle des paramètres de l'eau d'élevage
- Réduction des besoins d'eau
- Réduction des volumes de rejets
- Meilleur contrôle des différents intrants (conditions de bio sécurisation)

1.4.2. Un fonctionnement complexe dont l'efficacité n'est plus à prouver

Les traitements par filtration concernent les déchets particulaires (principalement des fèces) et dissous (gaz carbonique et azote ammoniacal) produits par les poissons et dont l'accumulation dans l'eau est toxique. Elles concernent également le traitement des virus et des bactéries. Dans une production d'hippocampes, le système de filtration se trouvera dans une pièce dédiée aux traitements de l'ensemble des eaux usées permettant ainsi de dimensionner les différents filtres énumérés plus bas en fonction du volume d'eau présent dans le circuit. Les figures suivantes (**Figures 11 & 12**) présentent des exemples des différents systèmes de filtration cependant leur taille sera susceptible de varier en fonction du volume d'eau présent dans le circuit de production (**Figure 10**).

Tout d'abord, un ou plusieurs écumeurs (selon la qualité des eaux de rejets) seront installés dans la cuve qui récupère l'ensemble des eaux usées de tous les aquariums afin d'enlever les substances polluantes de l'eau avant qu'elle ne soit traitée biologiquement (Dakin, 1996). Ce processus mécanique permet de créer une interface eau-air très important dans l'écumeur et ainsi permet de produire des millions de petites bulles dans un espace limité vers lesquelles les surfactants sont attirés (Dakin, 1996). Les bulles remontent naturellement produisant ainsi une écume à la surface. Par la suite, la mousse est poussée vers le haut par la pression de la colonne d'écumage et déborde pour se retrouver piégée dans un collecteur. Les bulles vont alors éclater et un liquide résiduel peut alors être retiré.

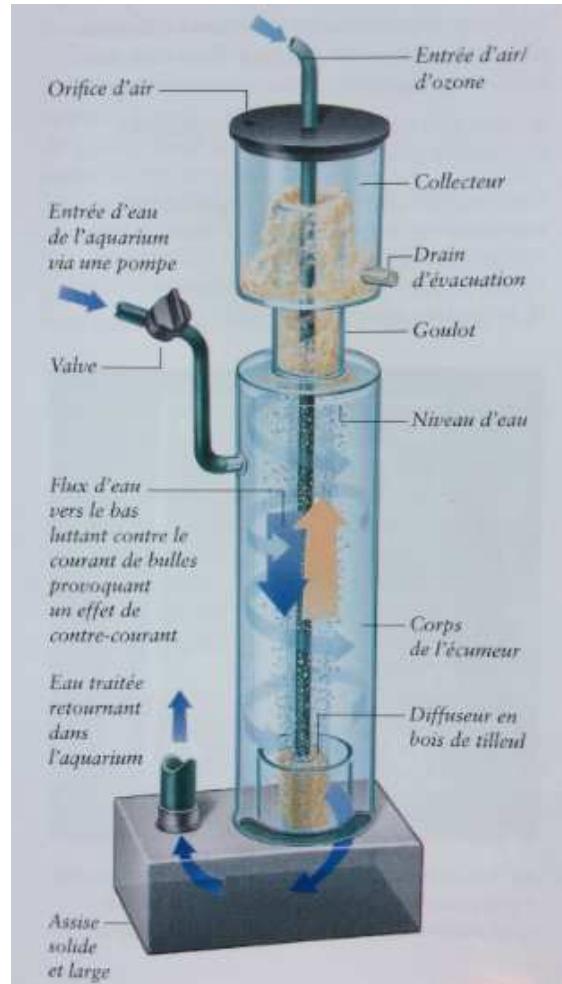


Figure 10. Principe de fonctionnement d'un écumeur de protéines (d'après Dakin, 1996).

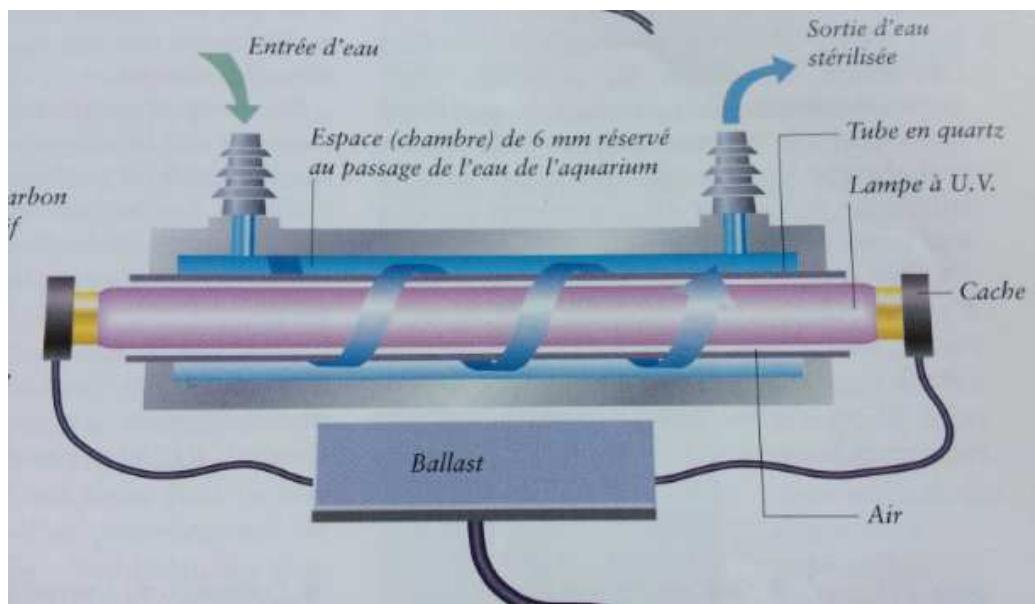


Figure 11. Principe de fonctionnement d'un filtre U.V. (d'après Dakin, 1996).

Le nombre de bulles ainsi que le temps resté en suspension va fortement impacter l'efficacité du processus d'écumage. Plus celui-ci sera long est meilleur sera l'efficacité mécanique de l'écumeur (Dakin, 1996).

Ensuite, la « filtration » U.V. (ou stérilisateur U.V.) est placée à l'entrée du système de filtration afin de détruire de nombreux micro-organismes comme les bactéries, les spores de moisissures, les algues nageuses, les virus ainsi que les dinoflagellés (Dakin, 1996). Des conditions doivent être réunies pour une stérilisation efficace : le débit d'eau passant dans le filtre U.V. doit être adapté, la lampe U.V. doit être suffisamment puissante pour le volume d'eau à traiter (**Tableau 1**), la chambre de radiation doit rester propre et le tube d'eau être remplacé régulièrement (Dakin, 1996). Les stérilisations U.V. destinées à un grand volume d'eau possèdent une chambre à radiation large (12 mm ou plus) qui est adaptée au renouvellement de grands volumes d'eau (Dakin, 1996). Le cycle de fonctionnement de la stérilisation U.V. devra être nocturne et non en continu comme dans de nombreux circuit recirculé car les hippocampes n'ont pas besoin de se trouver dans une eau sur stérilisé car les densités d'élevages sont faibles. De plus, une eau sur-stérilisée peut entraîner des déséquilibres au niveau des paramètres de la qualité des eaux et donc impacter directement les hippocampes pouvant alors devenir fragile. Un système de stérilisation U.V. tournant en continu est également installé sur la cuve de stockage, l'eau contenu dans cette cuve provenant du milieu naturel peut contenir des agents pathogènes pouvant infecter l'ensemble du système recirculé et principalement les poissons. De plus, un système de filtration mécanique et biologique est également présent sur le circuit d'eau provenant de la cuve de stockage. Cette cuve est utilisée pour les renouvellements d'eau dans le circuit lors des vidanges de bacs pour le nettoyage des aquariums. Les renouvellements d'eau sont de l'ordre de 15 à 20 % tous les 15 jours avec de l'eau présentant les mêmes caractéristiques que l'eau sortant (Dakin, 1996).

Après le passage de l'eau dans la colonne UV, les particules grossières sont éliminées de l'eau par filtration mécanique permettant le piégeage de ces particules au travers de différentes couches contenant des substrats différents. L'eau passera tout d'abord à travers une couche composée de morceaux de céramique ou de sable jouant le rôle de préfiltre. Puis, l'eau arrivera au niveau d'une couche composée de ouate perlon, traversera ensuite une grille à maillage fin avant de poursuivre sa course vers un autre type de filtration (**Figure 13**). De plus, la filtration mécanique permet de retenir les intrants pouvant arriver de la cuve tampon comme les anémones qui sont fatales pour les hippocampes.

Tableau 1. Recommandations d'utilisations des lampes U.V. (d'après Dakin, 1996).

Puissance de la lampe	Taille de l'aquarium	Débit par heure
8 watts	Plus de 180 L	Près de 725 L
15 watts	Plus de 370 L	Près de 1 360 L
25 watts	Plus de 450 L	Près de 1 820 L
30 watts	Plus de 680 L	Près de 2 045 L
50 watts	Plus de 900 L	Près de 2 275 L

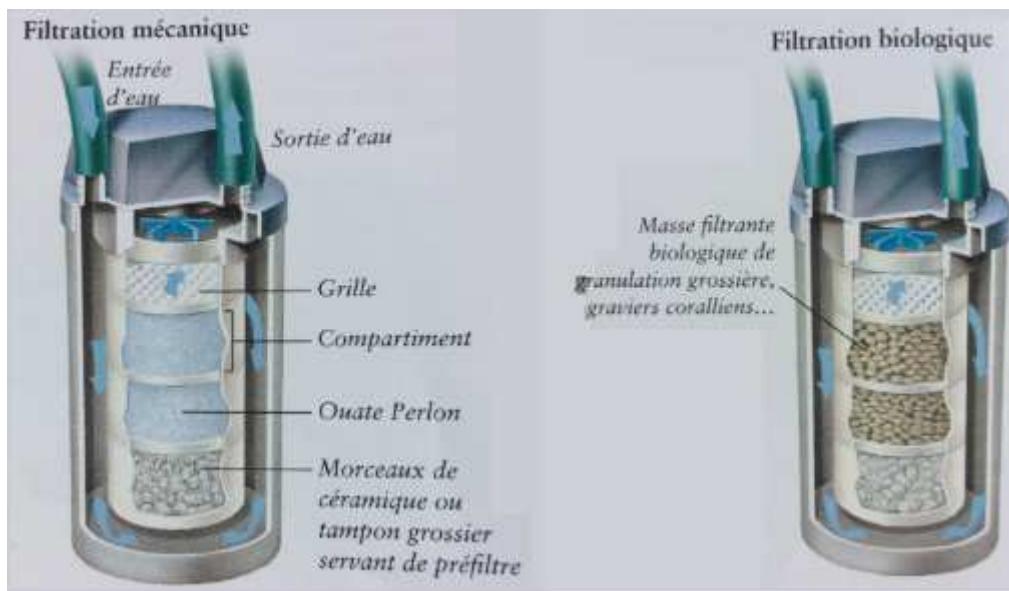


Figure 12. Principe de filtration mécanique et biologique (d'après Dakin, 1996).

L'eau arrive ensuite dans l'unité permettant la filtration biologique qui est constituée d'un média de filtration également appelé matériel poreux permettant aux bactéries de pénétrer et de s'installer dans le substrat de filtration. Le média de filtration doit posséder une surface de colonisation optimal de $70 \text{ m}^2/\text{L}$ car la taille des pores y est parfaitement adaptée à la taille des bactéries (Dakin, 1996). Les bactéries hétérotrophes convertissent les aminoacides en ammoniaques puis les bactéries nitrifiantes aérobies comme *Nitrobacter*, *Nitrospira* et *Nitrosomonas* qui ont un rôle majeur dans la qualité de l'eau transformant les sous-produits de l'azote comme l'ammoniaque en nitrites puis en nitrates dans le cycle de l'azote. Les bactéries anaérobies facultatives comme *Thiobacillus* de la dénitrification dégradent ensuite les nitrates et libèrent de l'azote gazeux. La nitrification est l'oxydation biologique d'ammoniac ou d'ammonium en nitrite suivie de l'oxydation des nitrites en nitrates. La dénitrification est un processus de réduction des ions nitrates NO_3^- en azote gazeux N_2 par des bactéries dénitrifiantes. Par la suite, l'eau ayant subi le processus de filtration est réinjectée dans le système afin d'alimenter les différents aquariums de production.

2. Une espèce fragilisée à cause de l'Homme

2.1. Un tour d'horizon sur le commerce et l'exploitation des hippocampes

2.1.1. Le marché mondial

Depuis le 15 mai 2004, le genre *Hippocampus* a été inclus dans l'annexe II CITES. Cette décision a donné aux hippocampes la place de premier genre de poissons commercialement important et totalement inclus en CITES. En effet, l'état de vulnérabilité dans lequel ils se trouvent qui a conduit à leur inclusion dans l'annexe II CITES, est le résultat de la surexploitation et de la commercialisation dont ils font l'objet notamment pour alimenter la demande des Chinois, qui les utilisent dans leurs pratiques de médecine traditionnelle. Ils sont également vendus vivants pour les aquariums. D'après Quine (2015), en 1995, environ 32 pays étaient concernés par le commerce des hippocampes et autres syngnathidés, et le seul commerce vers l'Asie représentait 45 tonnes d'individus secs (représentant 16 millions d'individus). Dans l'année 2000, 82 pays étaient concernés par le commerce des hippocampes avec une quantité d'individus secs exportés qui s'est élevé à 70 tonnes rien qu'en Asie, ce qui représente 24,5 millions d'hippocampes. Les quantités d'individus vendus vivants se comptent par centaines de milliers de spécimens.

Entre 1988 et 2000, les principaux pays exportateurs étaient l'Inde, le Mexique, les Philippines, la Thaïlande et le Vietnam (Lourie *et al.*, 2005). En 2000, les hippocampes représentaient 80 à 100% des revenus des pêcheurs des Philippines et de l'Inde. La surexploitation en Asie du Sud-Est ainsi que l'augmentation de la demande ont ouvert ce commerce à d'autres pays qui sont devenus exportateurs, c'est le cas de certains pays d'Afrique et d'Amérique latine. Par ailleurs, les principaux importateurs sont la Chine continentale, Hong-Kong, Singapour et Taiwan. Les hippocampes sont utilisés dans la composition des médicaments traditionnels en Indonésie, aux Philippines, en Inde, en Chine et en Amérique du Nord où au moins huit médicaments à base d'hippocampes étaient vendus (Baum & Vincent, 2005).

En Amérique latine, le commerce a commencé dans les années 1980 afin de satisfaire la demande asiatique. En effet, en 2004, le Pérou a exporté 761 kg d'hippocampes secs vers la Chine et vers Hong Kong. Le marché chinois apprécie énormément les spécimens *d'Hippocampus ingens* et *Hippocampus erectus* pour leur taille et leur texture (Baum & Vincent, 2005). Dans d'autres régions, la pêche commerciale de l'hippocampe est interdite. Par exemple, au Mexique seuls les individus capturés accidentellement peuvent être commercialisés (Kuiter, 2001)

Les spécimens vivants sont exportés principalement vers l'Amérique du Nord, l'Europe, le Japon et Taiwan, où les hippocampes sont placés dans des aquariums.

Au départ, les hippocampes demandés par le marché mondial étaient caractérisés par une taille supérieure à 10 cm. Cependant, actuellement, le marché accepte des spécimens dont la taille est supérieure à 5 cm. Cette diminution importante de la taille a des répercussions importantes sur les juvéniles et sur l'état général des populations d'hippocampes.

La pêche des espèces non ciblées ou non sélectives, est la principale source d'approvisionnement du marché international des hippocampes. En effet, environ 72 000 hippocampes sont capturés chaque année dans la baie de Floride (Quine, 2005). Les hippocampes se trouvent parmi les espèces les plus affectées par le type de pêche non sélective, ce qui les rend très vulnérables à la surexploitation (Baum & Vincent, 2005). Les habitats préférés des hippocampes comprennent les herbiers marins, les récifs de corail et les mangroves. Ces habitats sont situés dans des régions côtières fortement peuplées et donc sujettes à la pollution, à une dégradation et à une pêche excessive. De plus, leur distribution fragmentée et leur faible mobilité ralentissent le processus de recolonisation d'aires épuisées (Baum & Vincent, 2005).

2.1.2. En France : l'Ecurie Marine référence dans l'élevage des hippocampes

L'Ecurie Marine seule entreprise française à produire des hippocampes destinés à la vente en vivant et non destiné à la consommation ou à la fabrication de produits thérapeutiques, est une référence en France. Les gérants n'ont certes pas de concurrent français, mais la concurrence mondiale est élevée avec de très forte production du côté des États Unis. L'Ecurie Marine arrive toutefois à se démarquer des autres concurrents grâce à une sélection des géniteurs leur permettant d'obtenir une descendance possédant les meilleures caractéristiques de croissance qui intéressent de très près les aquariums. En France, ce commerce n'autorise pas la vente à des fins thérapeutiques ou à destination de préparation alimentaire. En effet, les hippocampes produits dans cette production sont destinés principalement aux professionnels dans un but de présentation au public. Les professionnels sont composés des plus grands aquariums de France (Océanopolis à Brest ; La cité de la mer à Cherbourg ; Aquarium de la Rochelle ; etc...) sans oublier les structures plus petites. D'autre part, les particuliers peuvent aussi se procurer, pour leurs propres aquariums, des hippocampes en passant par cette filière. Le marché de vente pour les particuliers concerne la France mais peut également alimenter le marché mondial. En effet, l'Ecurie Marine expédie des hippocampes en Allemagne. Tous les hippocampes sont vendus obligatoirement après sevrage afin de garantir à l'acheteur que l'hippocampe accepte de la nourriture congelée. Ce principe permet de diminuer la mortalité des hippocampes. Le prix de vente fluctue en fonction du statut de la personne (professionnel ou particulier) mais également en fonction de la quantité demandée. Toutefois, un prix standard est affiché de l'ordre de 100 euros pour un hippocampe sevré.



Figure 13. Cliché de l'espèce *Hippocampus reidi* (Source : ORAFARM).



Figure 14. Cliché de l'espèce *Hippocampus erectus* (Source : IUCN).



Figure 15. Cliché de l'espèce *Hippocampus zosterae*

(Source : Advanced Aquarist).

Cette entreprise a décidé de se consacrer à la production et à la vente de trois espèces d'hippocampes différentes. Chacune de ces espèces possède des caractéristiques différentes. Tout d'abord, *Hippocampus reidi* nommé l'Hippocampe à long nez (**Figure 14**) est une espèce fréquentant les eaux de l'Atlantique ouest (de la Floride au Brésil). Elle colonise de nombreux habitats à fond mou, en général accroché à des éponges ou des gorgones aux couleurs identiques. C'est une espèce de grande taille (15 à 19 cm) dont la ponte peut comporter jusqu'à 1000 ovocytes non fécondés (Kuiter, 2001). La seconde espèce est *Hippocampus erectus* que l'on appelle communément l'hippocampe dressé (**Figure 15**). Elle fréquente les eaux de l'Atlantique ouest de la Floride jusqu'au Golfe du Mexique (Kuiter, 2001). C'est une espèce de grande taille (hauteur de 15 à 19 cm) caractérisée par un corps très haut ainsi qu'un abdomen plus large que celui de *H. reidi* (critère d'identification principal). La ponte est estimée à environ 400 œufs pour les géniteurs les plus productifs. Enfin, *Hippocampus zosterae* ou l'hippocampe nain (**Figure 16**) fréquente les eaux de l'Atlantique occidental, Floride, Bahamas, Bermudes et Golfe du Mexique (Kuiter, 2001). Cette espèce est retrouvée principalement dans les estuaires de faible profondeur. Une caractéristique propre à cette espèce concerne la taille des spécimens qui atteignent une taille adulte entre 30 et 45 mm de hauteur d'où leur nom d'hippocampes nains. La ponte comprend un nombre d'ovocytes moindre par rapport aux deux autres espèces citées précédemment (environ 10 – 50). La raison de ce nombre restreint d'ovocytes par ponte est dû à la taille de ces derniers. De plus, chez cette espèce l'incubation est très courte, une dizaine de jours permettant ainsi aux mâles d'incuber deux pontes par mois (Koldewey & Martin-Smith, 2010). Enfin, il est important de noter qu'une telle diversification au niveau des espèces demande de nombreuses connaissances et compétences pour mener à bien ces productions.

2.1.3. Existence de fraudes chez les hippocampes

Depuis plusieurs années, de nombreux cas de fraudes ont été constatés. En effet, en 2016, les douaniers de Chilly-Mazarin (Essonne) ont saisi dans des colis postaux environ 2 000 hippocampes déshydratés provenant de Guinée (Conakry) à destination du Vietnam (Hanoï). Cependant cette saisie n'est pas un cas unique, en effet, d'après le chef divisionnaire des douanes de Paris-ouest, en 2015, les douanes de l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle ont saisi 19 000 hippocampes à destination de Hong-Kong (montant : 200 000 euros). De même, en 2015, à Lima (Pérou), plus de 25 000 hippocampes déshydratés voués à l'exportation illégale vers l'Asie ont été saisis (montant : 220 000 euros) alors que la pêche des hippocampes est totalement interdite au Pérou depuis 2004.

Tableau 2. Statut lié au classement CITES appliquer au genre *Hippocampus*.

Nom scientifique	Nom commun	Annexes CITES	Annexes UE
<i>Hippocampus reidi</i>	Hippocampe long-nez	II	B
<i>Hippocampus erectus</i>	Hippocampe rayé	II	B
<i>Hippocampus zosterae</i>	Hippocampe nain	II	B

2.2. Une législation stricte pour préserver la ressource naturelle des océans

2.2.1. Les hippocampes, une espèce protégée car menacée par l'Homme

La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, dite CITES ou Convention de Washington, est un accord international entre les Etats. Elle a pour but de veiller à ce que le commerce international des espèces inscrites dans les annexes CITES, ne nuit pas à la conservation de la biodiversité et repose sur une utilisation durable des espèces sauvages.

D'après la CITES, *Hippocampus spp* figurent dans l'annexe II de la CITES (**Tableau 2**). L'annexe II est la liste des espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce n'était pas contrôlé. Ainsi, ces espèces sont classées comme « vulnérable » par la liste rouge de l'IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Cette liste rouge est un indicateur du suivi de l'état de la biodiversité dans le monde. D'autre part, le commerce international des espèces inscrites à l'annexe II peut être autorisé et doit être couvert par un permis d'exportation ou un certificat de réexportation. La CITES n'impose pas de permis d'importation pour ces espèces.

Il existe également un règlement européen relatif à la protection des espèces de faune et de flore sauvages par le contrôle de leur commerce, c'est le « Règlement (CE) n°338/97 modifié du Conseil du 9 décembre 1996 ». L'objectif de ce règlement est de protéger les espèces de faune et de flore sauvages et d'assurer leur conservation en contrôlant leur commerce conformément aux différents articles exposés dans ce texte réglementaire. D'après ce règlement européen, *Hippocampus spp* figurent dans l'annexe B du règlement (CE) n°338/97 (**Tableau 2**).

L'annexe B du règlement (CE) n°338/97 autorise le commerce réglementé des espèces d'hippocampes nés en captivité. Ainsi, les hippocampes, reproduits et élevés au sein de l'Ecurie Marine, n'ont pas besoin de CITES mais ils sont fournis avec une facture de vente ainsi qu'un certificat de cession afin de garantir la traçabilité des hippocampes. En outre, la facture de vente permet de certifier que les hippocampes sont nés en captivité et ne proviennent pas du milieu naturel.

2.2.2. Une production d'hippocampes oblige l'obtention d'autorisations

La production et la vente de spécimens d'hippocampes imposent de nombreuses contraintes législatives et comme pour toutes les entreprises de production animale, des autorisations devront être délivrées. De plus, la situation actuelle des différentes espèces d'hippocampes citées précédemment constraint les professionnels à devoir démontrer leur capacité à détenir des spécimens en captivité.

Dès lors qu'un professionnel souhaite fonder un élevage d'animaux d'espèces non domestiques, il doit impérativement effectuer une demande de certificat de capacité. L'obtention du certificat de capacité constitue la première formalité à remplir pour établir le dossier de demande d'autorisation d'ouverture. En effet, d'après l'article L.413-2 du code de l'environnement, « au sein d'un établissement d'élevage d'animaux d'espèces non domestiques, il est obligatoire qu'au moins une personne soit titulaire d'un certificat de capacité pour l'entretien de ces animaux ». Il est obligatoire qu'une personne de l'établissement, au moins, doit détenir ce certificat de capacité. D'après l'article R.413-3 du code de l'environnement, « le certificat de capacité est personnel ». Afin d'obtenir le certificat de capacité, le requérant doit présenter au préfet du département de son domicile une demande précisant ses nom, prénom, domicile et le type de qualification générale ou spéciale à reconnaître. La demande de certificat de capacité doit également être accompagnée : (1) « des diplômes ou certificats justifiant des connaissances du candidat ou de son expérience professionnelle » ; (2) « de tout document permettant d'apprécier la compétence du candidat pour assurer l'entretien des animaux ainsi que l'aménagement et le fonctionnement de l'établissement qui les accueille » (cf article R.413-4 du code de l'environnement). Le certificat de capacité est délivré par le Préfet du département du domicile du demandeur, après avis de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites siégeant dans la formation « faune sauvage captive ».

Tableau 3. Récapitulatif des prescriptions applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement.

N°	Désignation de la rubrique	Régime	Rayon
2130	1. Piscicultures d'eau douce (à l'exclusion des étangs empoissonnés, où l'élevage est extensif, sans nourrissage ou avec apport de nourriture exceptionnel)		
	la capacité de production étant supérieure à 20 t/an	A	3
	2. Piscicultures d'eau de mer, la capacité de production étant :		
	a) supérieure à 20 t/an	A	3
	b) supérieure à 5 t/an, mais inférieure ou égale à 20 t/an (*)	D	-

(*) **Régime de la déclaration :** [Arrêté du 5 décembre 2016](#) relatif aux prescriptions applicables à certaines installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration (rubrique 2130.2)

A = Autorisation ; D = Déclaration ; 3 = 3 km de rayon autour de la pisciculture

Le certificat de capacité peut être accordé pour une durée indéterminée ou limitée mais il peut également être suspendu ou retiré. Cette durée dépend de l'opinion de la commission face aux compétences du demandeur. En effet, toutes les pièces requises pour justifier l'effectivité des diplômes obtenus et des expériences professionnelles acquises permettront d'établir la solidité des compétences du demandeur ainsi que la viabilité de son projet au regard des exigences réglementaires et physiologiques des animaux. Pour chaque espèce ou groupe d'espèces détenues et entretenues dans les mêmes conditions, il y a lieu de préciser dans le dossier les éléments suivants : (1) espèce ou groupe d'espèces non domestiqués ; (2) installations d'hébergement des animaux ; (3) alimentation ; (4) reproduction ; (5) prévention des maladies et (6) mesures d'hygiène. Dans le cas de l'Ecurie Marine, Christine Détienne occupe le poste de responsable de la structure et Jérôme Détienne est titulaire du certificat de capacité.

Les installations destinées à produire une espèce animale devront être classées en tant qu'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE). Par définition, l'ICPE est considérée comme une installation classée, toute installation exploitée ou détenue par une personne physique ou morale, publique ou privée, qui peut présenter des dangers ou des inconvénients pour :

- La commodité du voisinage ;
- La santé, la sécurité, la salubrité publiques ;
- L'agriculture ;
- La protection de la nature, de l'environnement et des paysages ;
- L'utilisation rationnelle de l'énergie ;
- La conservation des sites, des monuments ou du patrimoine archéologique.

Dans le cas de l'Ecurie Marine, la production d'hippocampes ne correspond en aucun cas à la rubrique « Piscicultures » établie par l'ICPE. En effet, l'Ecurie Marine n'est pas soumise à au décret concernant l'ICPE car sa production d'hippocampes est significativement inférieure aux 5 tonnes par an énoncée dans la rubrique (**Tableau 3**). L'Ecurie Marine produit environ 400 hippocampes par an, le poids moyen d'un hippocampe étant de 17 g, cette entreprise produit donc chaque année 6,8 kg d'hippocampes. Une production dérisoire par rapport notamment aux élevages de saumons ou encore de bars communs.

Ensuite, d'après l'article L.413-3 du code de l'environnement, « tous les établissements doivent faire l'objet d'une autorisation préfectorale d'ouverture ». Cette autorisation est délivrée par le Préfet du département dans lequel se situe l'établissement.

Enfin, l'arrêté ministériel du 8 octobre 2018 fixe les règles générales de détention d'animaux d'espèces non domestiques. Dans tous les lieux où sont détenus des animaux d'espèces non domestiques, le détenteur doit tenir un registre des entrées et sorties de ces animaux, à l'exception :

- Des établissements d'élevage, de vente et de transit des espèces de gibier dont la chasse est autorisée ;
- Des établissements de pisciculture et d'aquaculture

L'élevage d'hippocampes étant une activité piscicole marine, elle n'est pas concernée par ce registre d'entrée et de sortie de ces animaux d'espèces non domestiques.

2.3. L'Ecurie Marine subit de plein fouet le coût du transport

2.3.1. Transport : maîtrise de la technique de maintien des hippocampes

Pour le transport des hippocampes, la technique de maintien des animaux est totalement maîtrisée. Les hippocampes sont transportés dans des caisses en polystyrène contenant plusieurs

sacs permettant le maintien des hippocampes. Chaque hippocampe est placé dans un sac contenant 1L d'eau et 2L d'oxygène. Ce sac est ensuite placé dans un second sac avant d'être emballé dans du papier afin de protéger des éventuels chocs et d'améliorer également l'isolation thermique. Pendant la période hivernale, des chaufferettes sont ajoutées dans la caisse en polystyrène afin de maintenir une température suffisante pour le bien-être des hippocampes lors du transport. La caisse de polystyrène prête pour le transport est ensuite fermée. Grâce à cette technique, aucun problème de mortalité n'a été recensé lors des différentes livraisons réalisées par les éleveurs ou transporteurs.

2.3.2. Point de blocage : les compagnies de transport

L'Ecurie Marine fait face à un important problème lié aux transporteurs lors de la vente. En effet, étant donné que l'Ecurie Marine n'est pas considéré comme une grande structure de VPC (vente par correspondance), les compagnies de transport de colis tels que France Express, l'ont classée comme structure à petit contrat. Au cours de l'année 2018, l'Ecurie Marine n'a effectué que 8 expéditions alors que le contrat de transport proposé par France Express impose un minimum de 300 expéditions par an.

Cette situation engendre donc de nombreuses taxes (taxe de frais fixe (12 euros) + tarif au kilomètre) qui sont incompatibles à la pérennité de l'Ecurie Marine. Christine et Jérôme Détienne sont donc amenés à réaliser, eux même, la plupart du temps leurs livraisons. L'élevage des hippocampes nécessitent un entretien quotidien et il est pour eux difficile et pénalisant de s'absenter. La livraison par leur propre moyen, engendre une perte de temps considérable pour la maintenance de la structure mais il n'existe pas actuellement de circuit de distribution. Afin de régler ce point de blocage, il serait intéressant de réaliser une étude de marché afin de déterminer s'il serait intéressant de développer de manière plus importante l'Ecurie Marine. Un agrandissement de l'élevage d'hippocampes pourrait ainsi permettre d'employer du personnel supplémentaire mais également d'augmenter la production d'hippocampes au sein de l'Ecurie Marine. La présence d'un ou deux techniciens aquacoles permettrait ainsi à Christine et Jérôme Détienne de pouvoir effectuer leur livraison sans pour autant délaisser leur activité.

Conclusion

Pendant des siècles, les hippocampes ont suscité la curiosité ainsi que l'imagination des Hommes avec leur forme caractéristique qui les différencie des autres poissons présents dans les mers du globe. Les hippocampes sont devenus, ainsi, populaires et, de ce fait, très courtisés à travers le monde. Les hippocampes déshydratés sont vendus, encore actuellement, dans un grand nombre de pays comme des souvenirs mais ils sont également utilisés par la médecine traditionnelle en Asie. Les hippocampes sont considérés comme des poissons d'ornements dans des aquariums publics ou privés ainsi que chez des particuliers passionnés par ces spécimens. Depuis de nombreuses années, l'aquariophilie marine est devenue une industrie à part entière, permettant de maintenir des poissons et des invertébrés dans des aquariums.

En collaboration avec l'Ecurie Marine, unique élevage d'hippocampes présent en France, cette étude a permis de mettre en évidence un grand nombre d'aspects de l'élevage d'hippocampes en Normandie. L'intégralité du processus de production des hippocampes a été décrit et d'identifier les différents points de blocages rencontrés par l'Ecurie Marine au cours du développement de leur activité. Les hippocampes sont concernés par une législation très stricte à la fois par la convention de Washington mais également par le code de l'environnement.

Cette étude a permis de montrer que la mise en place d'un élevage d'hippocampes en Normandie était possible. Il est, toutefois, important d'insister sur les grandes connaissances et sur le dévouement total à ces spécimens que l'élevage d'hippocampes nécessite. Deux aquariums reconnus sur le territoire français : Océanopolis à Brest et La Cité de la mer à Cherbourg ont été contactés mais malgré de nombreuses relances, ils n'ont pas souhaité répondre à nos sollicitations. Il aurait pourtant été intéressant d'analyser les méthodes utilisées pour maintenir les hippocampes dans des volumes plus grands.

Enfin, cette étude a permis de constater que la création d'un autre élevage d'hippocampes en Normandie ou en France ne serait pas judicieuse. L'Ecurie Marine domine le marché des hippocampes en France et est très implantée dans le réseau des aquariums français. La création d'une autre entreprise de production d'hippocampes en France engendrerait une concurrence directe envers l'Ecurie Marine.

Références Bibliographiques

Articles scientifiques

- Baum, J. K., & Vincent, A. C. (2005). Magnitude and inferred impacts of the seahorse trade in Latin America. *Environmental Conservation*, 32(4), 305-319.
- Blazer, V. S., & Wolke, R. E. (1979). An Exophiala-like fungus as the cause of a systemic mycosis of marine fish. *Journal of Fish Diseases*, 2(2), 145-152.
- Cheung, P. J., Nigrelli, R. F., & Ruggieri, G. D. (1980). Studies on the morphology of Uronema marinum Dujardin (Ciliata: Uronematidae) with a description of the histopathology of the infection in marine fishes. *Journal of Fish Diseases*, 3(4), 295-303.
- Dakin, N. (1996). Le guide de l'aquarium marin tropical, Delachaux et Niestlé, Lausanne, p. 208.
- Garcia, L. M. B., & Hilomen-Garcia, G. V. (2009). Grow-out of juvenile seahorse Hippocampus kuda (Bleeker; Teleostei: Syngnathidae) in illuminated sea cages. *Aquaculture research*, 40(2), 211-217.
- Gardner, T. (2003). The copepod/Artemia tradeoff in the captive culture of. *Hippocampus erectus*.
- Greenwell, M. (2002). Health and Well Being—“the Buzz about Fuzz”. *Labyrinth. April*, 8-9.
- Guillaume, J. (1999). *Nutrition et alimentation des poissons et crustacés*. Editions Quae.
- Hirayama, K. (1972). Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture-II. Influence of water temperature on population growth of rotifer. *Nippon Suissan Gakkaishi*, 38, 1357-1363.
- Ippoliti, D., González, A., Martín, I., Sevilla, J. M. F., Pistocchi, R., & Acién, F. G. (2016). Outdoor production of Tisochrysis lutea in pilot-scale tubular photobioreactors. *Journal of applied phycology*, 28(6), 3159-3166.
- Job, S. D., Do, H. H., Meeuwig, J. J., & Hall, H. J. (2002). Culturing the oceanic seahorse, Hippocampus kuda. *Aquaculture*, 214(1-4), 333-341.
- Kitsos, M. S., Tzomos, T. H., Anagnostopoulou, L., & Koukouras, A. (2008). Diet composition of the seahorses, Hippocampus guttulatus Cuvier, 1829 and Hippocampus hippocampus (L., 1758)(Teleostei, Syngnathidae) in the Aegean Sea. *Journal of Fish Biology*, 72(6), 1259-1267.
- Koldewey, H. J., & Martin-Smith, K. M. (2010). A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture*, 302(3-4), 131-152.
- Kuiter, R. H. (2001). Hippocampes, poissons-aiguilles et espèces apparentées. Editions Eugen Ulmer.
- Landy Soambola, A. (2009). Bioécologie des Hippocampes dans le lagon du grand récif de Toliara. Essai d'élevage experimental des Hippocampes, des syngnathes et des amphiprions de l'océan indien et/ou de la Méditerranée.
- Lin, Q., Lin, J., & Zhang, D. (2008). Breeding and juvenile culture of the lined seahorse, Hippocampus erectus Perry, 1810. *Aquaculture*, 277(3-4), 287-292.

- Lin, Q., Lin, J., Zhang, D., & Wang, Y. (2009a). Weaning of juvenile seahorses *Hippocampus erectus* Perry, 1810 from live to frozen food. *Aquaculture*, 291(3-4), 224-229.
- Lin, Q., Zhang, D., & Lin, J. (2009b). Effects of light intensity, stocking density, feeding frequency and salinity on the growth of sub-adult seahorses *Hippocampus erectus* Perry, 1810. *Aquaculture*, 292(1-2), 111-116.
- Linton, J. R., & Soloff, B. L. (1964). The physiology of the brood pouch of the male sea horse *Hippocampus erectus*. *Bulletin of Marine Science*, 14(1), 45-61.
- Lourie, S. A., Green, D. M., & Vincent, A. C. J. (2005). Dispersal, habitat differences, and comparative phylogeography of Southeast Asian seahorses (Syngnathidae: *Hippocampus*). *Molecular ecology*, 14(4), 1073-1094.
- Lovett, J. M. (1969). An introduction to the biology of the seahorse *Hippocampus abdominalis*. *Unpublished Honours thesis. University of Tasmania*, 19.
- Martin-Smith, K. M., & Vincent, A. C. (2006). Exploitation and trade of Australian seahorses, pipehorses, sea dragons and pipefishes (family Syngnathidae). *Oryx*, 40(2), 141-151.
- Masonjones, H. D. (2001). The effect of social context and reproductive status on the metabolic rates of dwarf seahorses (*Hippocampus zosterae*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 129(2-3), 541-555.
- Murugan, A., Dhanya, S., Sreepada, R. A., Rajagopal, S., & Balasubramanian, T. (2009). Breeding and mass-scale rearing of three spotted seahorse, *Hippocampus trimaculatus* Leach under captive conditions. *Aquaculture*, 290(1-2), 87-96.
- Payne, M. F. (2003). Rearing the coral seahorse, *Hippocampus barbouri*, on live and inert prey. *Marine Ornamental Species: Collection, Culture & Conservation*, 289-296.
- Planas, M., Chamorro, A., Quintas, P., & Vilar, A. (2008). Establishment and maintenance of threatened long-snouted seahorse, *Hippocampus guttulatus*, broodstock in captivity. *Aquaculture*, 283(1-4), 19-28.
- Quine, M. (2015). Les Hippocampes de l'imaginaire à la réalité: biologie et statut de conservation d'un genre particulier. *Les Amis du Muséum National d'Histoire Naturelle*, (262), ePUB.
- Rhodes, K. (1999). Investigation into the use of enrofloxacin to eliminate *Vibrio* spp. found on brine shrimp (*Artemia*), a live food source for the knysna seahorse (*Hippocampus capensis*). *Royal Veterinary College London, Elective Project*.
- Shen, J. (1982). Two new digenetic trematodes from the sea horse –*Hippocampus trimaculatus*. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 3.
- Storero, L. P., & González, R. A. (2008). Feeding habits of the seahorse *Hippocampus patagonicus* in San Antonio Bay (Patagonia, Argentina). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(7), 1503-1508.
- Vincent, A. C., & Clifton-Hadley, R. S. (1989). Parasitic infection of the seahorse (*Hippocampus erectus*)—a case report. *Journal of Wildlife Diseases*, 25(3), 404-406.

Von Hentig, R. (1971). Einfluß von salzgehalt und temperatur auf entwicklung, wachstum, fortpflanzung und energiebilanz von Artemia salina. *Marine Biology*, 9(2), 145-182.

Wong, J. M., & Benzie, J. A. H. (2003). The effects of temperature, Artemia enrichment, stocking density and light on the growth of juvenile seahorses, Hippocampus whitei (Bleeker, 1855), from Australia. *Aquaculture*, 228(1), 107-121.

Woods, C. M. (2003a). Growth and survival of juvenile seahorse Hippocampus abdominalis reared on live, frozen and artificial foods. *Aquaculture*, 220(1-4), 287-298.

Woods, C. M. (2003b). Effects of varying Artemia enrichment on growth and survival of juvenile seahorses, Hippocampus abdominalis. *Aquaculture*, 220(1-4), 537-548.

Textes réglementaires relatifs à la faune sauvage captive

Arrêté ministériel du 8 octobre 2018 fixant les règles générales de détention d'animaux d'espèces non domestiques.

Code de l'environnement – Partie législative : Livre IV Faune et Flore : Titre 1^{er} : protection de la faune et de la flore – Articles L.411-1 A à L.415-8.

Code de l'environnement – Partie réglementaire : Livre IV Protection de la nature : Titre 1^{er} : protection de la faune et de la flore – Chapitre III : détention en captivité et cession d'animaux d'espèces non domestiques – Articles R.413-1 à R.413-51.

Convention de Washington (ou CITES). Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, signée à Washington le 3 mars 1973.

Règlement (CE) n° 338/97 modifié du Conseil du 9 décembre 1996 relatif à la protection des espèces de faune et de flore sauvages par le contrôle de leur commerce.

Sites internet

Advanced Aquarist, consulté le 18/01/2019 : <https://www.advancedaquarist.com/blog/smallest-seahorse-in-the-us-gulf-considered-for-protection>

Animogen, consulté le 04/01/2019 : <http://www.animogen.com/?s=hippocampes>

CITES, consulté le 15/01/2019 : <http://cites.application.developpement-durable.gouv.fr>

Daily Geek Show, consulté le 04/01/2019 : <https://dailygeekshow.com/reproduction-hippocampe-male/>

Douanes et Droits indirects, consulté le 22/01/2019 : <http://www.douane.gouv.fr/>

IUCN, consulté le 18/01/2019 : <https://www.iucnredlist.org/species/10066/20191442>

ORAFARM, consulté le 18/01/2019 : <https://www.orafarm.com/product/brazilian-seahorse/>