switchmed

Financé par l'Union européenne

ONUDI ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

Promouvoir l'économie circulaire bleue de la chaîne de valeur de l'aquaculture en Tunisie

Rapport de cartographie des acteurs de la chaîne de valeur de l'aquaculture.
Analyse et domaines potentiels de développement circulaire

www.switchmed.eu

Dr. Mohamed S. Azaza / Prof. Dr. Harry Palm, Dr. Adrian Bischoff-Lang, Martin Schüring
INSTM / Steinbeis / ttz Bremerhaven

Contenu

Contenu 2
Liste des figures 3
Liste des tableaux 4
1 Rappel des objectifs du programme SwitchMed 5
2 Approche méthodologique 7
2.1 Implication des parties prenantes nationales 7
2.2 Sélection des sous-secteurs prioritaires 7
2.3 Consultations bilatérales 8
2.4 Enquêtes 9
2.4.1 Enquête préliminaire 9
2.4.2 Campagne d'interviews 9
3 Résultats de l'enquête par sous-secteur 11
3.1 Pisciculture 11
3.2 Aliments pour l'aquaculture 24
3.3 Ecloseries 31
3.4 La conchyliculture 33
4 Conclusions et questions clés des sous-secteurs prioritaires 39
4.1 Pisciculture 39
4.1.1 Traitement des déchets 39
4.1.2 Circularité des chaînes de valeur et options d'optimisation 39
4.2 Aliments pour l'aquaculture 41
4.2.1 Traitement des déchets 41
4.2.2 Économie d'énergie 41
4.2.3 Circularité des chaînes de valeur et options d'optimisation 42
4.3 Ecloseries 43
4.3.1 Économie d'énergie 43
4.4 La conchyliculture 44
4.4.1 Traitement des déchets 44
4.4.2 Circularité des chaînes de valeur et options d'optimisation 44
5 Annexe 45

Liste des figures

FIGURE 1: SCHÉMA DES INTERACTIONS ENTRE LES DIFFÉRENTS SOUS-SECTEURS DU SECTEUR DE L'AQUACULTURE 8
FIGURE 2 LA CARTE DE LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ENTREPRISES INTERROGÉES 10
FIGURE 3. PRODUCTION ANNUELLE MOYENNE AU COURS DES TROIS DERNIÈRES ANNÉES (BARRES BLEUES) PAR RAPPORT À LA CAPACITÉ DE PRODUCTION DES EXPLOITATIONS PISCICOLES INTERROGÉES (BARRES ORANGE). 12
FIGURE 4: COÛTS VARIABLES DE LA PRODUCTION DE DORADES ET DE BARS 12
FIGURE 5: STRATÉGIE DES FERMES AQUACOLES À COURT ET MOYEN TERME. 13
FIGURE 6: ORIGINE DES ALIMENTS AQUACOLES (A) ET JUVÉNILES (B) UTILISÉS EN PISCICULTURE MARINE AU COURS DES CINQ DERNIÈRES ANNÉES. 14
FIGURE 7: DIFFICULTÉS RENCONTRÉES LORS DE L'ACHAT D'INTRANTS. 14
FIGURE 8: LES PRINCIPAUX OBSTACLES À L'INNOVATION / À L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES 15
FIGURE 9: LA CONNAISSANCE DES INCITATIONS FINANCIÈRES À INVESTIR DANS LA MAÎTRISE ET L'INTRODUCTION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES 15
FIGURE 10: CRITICAL STAGES OF FINFISH PRODUCTION 16
FIGURE 11: LA SAISON LA PLUS CRITIQUE DE LA PRODUCTION PISCICOLE 17
FIGURE 12: FRÉQUENCE MOYENNE DE CHANGEMENT DE FILETS AU COURS D'UN CYCLE DE PRODUCTION POUR FAIRE FACE AU PHÉNOMÈNE DE FOULING 18
FIGURE 14: RELATIONS ENTRE LES FERMES AQUACOLES ET LES INSTITUTS DE RECHERCHE : FIG A : OUI/NON : RELATION DE COOPÉRATION TECHNIQUE EXISTANTE/NON EXISTANTE. (B) : INSTITUTS LES PLUS CONTACTÉS POUR TRAITER LES PROBLÈMES RENCONTRÉS. 18
FIGURE 15: LA RAISON DES DERNIERS INVESTISSEMENTS RÉALISÉS PAR LES FERMES AQUACOLES 21
FIGURE 16: INTERACTION DU SOUS-SECTEUR DE L'ÉLEVAGE DE POISSONS EN CAGE AVEC D'AUTRES SOUS-SECTEURS 21
FIGURE 17: SCÉNARIO D'UTILISATION DE SMART POUR OPTIMISER LA GESTION DES ALIMENTS AQUACOLES . 23
FIGURE 18: STRATÉGIE DE L'ENTREPRISE À COURT ET MOYEN TERME 25
FIGURE 19 : DIFFICULTÉS RENCONTRÉES LORS DE L'APPROVISIONNEMENT EN INTRANTS POUR L'ALIMENTATION AQUATIQUE. 25
FIGURE 20: LES PRINCIPAUX OBSTACLES À L'INNOVATION / À L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES SMART 26
FIGURE 21: LA PRISE DE CONSCIENCE DES INCITATIONS FINANCIÈRES DANS LA MAÎTRISE ET L'INTRODUCTION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES. 26
FIGURE 22 : RELATIONS ENTRE LES ENTREPRISES D'ALIMENTATION AQUACOLE ET LES INSTITUTS CONTACTÉS POUR TRAITER LES PROBLÈMES RENCONTRÉS. 27
FIGURE 23: LA RAISON DES DERNIERS INVESTISSEMENTS RÉALISÉS PAR LES FERMES AQUA. 28
FIGURE 24 : INTERACTION DU SOUS-SECTEUR DE LA PRODUCTION D'ALIMENTS POUR ANIMAUX AQUATIQUES AVEC D'AUTRES SOUS-SECTEURS 29
FIGURE 25: SCÉNARIO D'IDENTIFICATION DES INGRÉDIENTS ALTERNATIFS DANS LES ALIMENTS AQUACOLES .. 30
FIGURE 26 : INTERACTION DU SOUS-SECTEUR DE L'ÉLEVAGE DE POISSONS EN CAGE AVEC D'AUTRES SOUS-SECTEURS 32
FIGURE 27 : STRATÉGIE DES FERMES AQUACOLES À COURT ET À MOYEN TERME 33
FIGURE 28 : LES PRINCIPAUX FACTEURS LIMITANT L'EXPANSION DES ACTIVITÉS. 34
FIGURE 29: LES PRINCIPAUX OBSTACLES À L'INNOVATION / À L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES 34
FIGURE 30 :. CONNAISSANCE DES INCITATIONS FINANCIÈRES À INVESTIR DANS LA MAÎTRISE ET L'INTRODUCTION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES 35
FIGURE 31: PRÉSENCE (OUI) OU ABSENCE (NON) DE CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES POUR LES EXPLOITATIONS CONCHYLICOLES 35
FIGURE 32: LA SAISON LA PLUS CRITIQUE DE LA PRODUCTION DE COQUILLAGES 36
FIGURE 33: FRÉQUENCE DE LA MALADIE RENCONTRÉE DANS LA PRODUCTION DE COQUILLAGES 36
FIGURE 34: RELATIONS ENTRE LES FERMES AQUACOLES ET LES INSTITUTS DE RECHERCHE : FIG A : COULEUR ORANGE :OUI/COULEUR BLEUE :NON : RELATION DE COOPÉRATION TECHNIQUE EXISTANTE/NON EXISTANTE. (B) : INSTITUTS LES PLUS CONTACTÉS POUR TRAITER LES PROBLÈMES RENCONTRÉS. 37
FIGURE 35 : INTERACTION DU SOUS-SECTEUR DE LA CONCHYLICULTURE AVEC D'AUTRES SOUS-SECTEURS ... 38

Liste des tableaux

TABLE 1. CARACTÉRISTIQUES DES FERMES AQUACOLES SÉLECTIONNÉES. 11
TABLE 2: ESTIMATION DE LA QUANTITÉ D'ÉNERGIE UTILISÉE ET INITIATIVE POUR RÉDUIRE LEURS COÛTS 19
TABLE 3: ESTIMATION DE L'UTILISATION DE L'EAU DOUCE 19
TABLE 4: DÉCHETS GÉNÉRÉS PAR LES SYSTÈMES DE PRODUCTION. 20
TABLE 5: LES DERNIERS INVESTISSEMENTS RÉALISÉS PAR LES FERMES AQUACOLES. 21
TABLE 6: LES ENTREPRISES D'AQUACULTURE SÉLECTIONNÉES 24
TABLE 7: ESTIMATION DE LA QUANTITÉ D'ÉNERGIE UTILISÉE ET INITIATIVES POUR RÉDUIRE LES COÛTS. 27
TABLE 8: ESTIMATION DE L'UTILISATION DE L'EAU DOUCE 27
TABLE 9: DÉCHETS GÉNÉRÉS PAR LES SYSTÈMES DE PRODUCTION. 28
TABLE 10: LES DERNIERS INVESTISSEMENTS RÉALISÉS PAR LES DEUX ENTREPRISES D'AQUACULTURE. 28
TABLE 11: LES EXPLOITATIONS CONCHYLICOLES PARTICIPANT AU QUESTIONNAIRE. 33

Clause de non-responsabilité

Ce rapport a été produit avec le soutien financier de l'Union Européenne. Le contenu et opinions présentées est de l'entière responsabilité de ses auteurs et ne reflète pas nécessairement celles de l'ONUDI et/ou de l'Union Européenne.

1 Rappel des objectifs du programme SwitchMed

L'initiative SwitchMed, financée par l'Union européenne et mise en œuvre par l'ONUDI, vise à stimuler la création de nouvelles opportunités commerciales et la création d'emplois tout en réduisant les impacts environnementaux des activités économiques existantes dans le sud de la Méditerranée. SwitchMed s'inscrit dans la continuité des résultats de la première phase pour soutenir et intensifier la transition vers des pratiques de consommation et de production durables (SCP : Sustainable and Cleaner Pro-duction) qui contribuent à une économie verte et circulaire dans la région.

L'intégration de la composante économie bleue circulaire au sein de SwitchMed en 2020 vise en particulier à contribuer à la préservation des écosystèmes marins et côtiers dans le sud de la Méditerranée. L'application des pratiques de SCP, y compris la méthodologie TEST de l'ONUDI, aux activités économiques liées aux zones marines et côtières est cruciale dans les efforts visant à développer le concept d'économie bleue dans la région méditerranéenne. Cette approche consiste à stimuler le développement de projets industriels orientés vers l'économie bleue afin de réduire l'impact environnemental négatif sur l'écosystème marin (épuisement des ressources naturelles et pollution), ainsi que d'augmenter l'efficacité et la compétitivité des secteurs établis et issus de l'économie bleue. Pour atteindre cet objectif, le projet SwitchMed se déroulera en plusieurs phases à travers :

i. Identifier les projets / initiatives ayant un fort potentiel pour le développement durable et en accord avec les priorités sectorielles de la Tunisie,

ii. La mise en œuvre d'un certain nombre de projets pilotes en démontrant via la méthodologie TEST et / ou en promouvant l'économie circulaire via des technologies innovantes et enfin en

iii. Disséminant les résultats et les meilleures pratiques pour les étendre au niveau national.

Dans le cadre de cette première phase, prévue pour 2021, le projet se concentrera sur la réalisation d'une étude approfondie de la chaîne de valeur de l'aquaculture en Tunisie, en relation avec les acteurs clés de la filière, afin d'analyser les barrières réglementaires et commerciales, le potentiel d'optimisation pour réduire l'impact environnemental des sites industriels ainsi que l'étude des opportunités de transfert de technologies innovantes (SMART) dans la mise en œuvre de solutions circulaires. Une attention particulière sera accordée aux flux nationaux afin de proposer une analyse de scénarios et de modèles économiques alternatifs visant à leur valorisation et à la création de valeur ajoutée au niveau national et local.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du programme SwitchMed II et comprend une analyse de la chaîne de valeur du secteur de l'aquaculture en Tunisie. La production et la transformation de poissons marins peuvent être considérées comme ayant un potentiel futur dans l'industrie de la production alimentaire. Switched est une action clé menée dans le cadre de la coopération régionale financée par l'UE avec la région méditerranéenne.

L'intégration d'une composante d'économie bleue dans la deuxième phase de SwitchMed II contribuera à préserver la santé des écosystèmes marins et côtiers et à garantir la fourniture continue de biens et de services aux générations actuelles et futures. Ces principes doivent

être établis et mis en avant sous la forme de 4 à 5 projets pilotes, qui seront un résultat majeur de cette étude.

L'aquaculture est une activité très prometteuse dans le secteur émergent de l'économie bleue, étant actuellement le secteur de production alimentaire à la croissance la plus rapide avec un taux d'expansion annuel de 8 % au cours des trois dernières décennies, contribuant maintenant à environ 44 % de tous les produits de la mer. Cependant, l'aquaculture est encore une technologie sous-utilisée dans les pays du sud de la Méditerranée comme la Tunisie. Le projet actuel doit identifier les domaines clés pour l'optimisation vers la SCP.

Le principal résultat de cette étude sera la définition de 4 à 5 projets pilotes à la suite de l'enquête et de l'identification des domaines clés. Ces projets pilotes sont destinés à servir d'exemple à l'ensemble du secteur sur la voie de méthodes de production plus durables et plus intelligentes.

Sur la base d'une compilation et d'une évaluation de l'état actuel de la situation du secteur aquacole tunisien, une enquête représentative parmi les acteurs clés du secteur sera menée pour identifier les domaines clés mentionnés ci-dessus.

2 Approche méthodologique

2.1 Implication des parties prenantes nationales

Les parties prenantes nationales sont impliquées par les mesures suivantes :

- Evénement de pré-ouverture, événement d'ouverture et Atelier Technique
- Consultations bilatérales (voir 2.c)
- Une enquête quantitative en deux étapes (voir 2.d).

L'approche quantitative est réalisée par échantillonnage représentatif, en tenant compte des critères suivants :

- Appartenance aux sous-secteurs prioritaires identifiés.
- Représentation géographique
- Représentativité en termes de taille d'entreprise
- Qualité des données potentiellement importantes

Les entreprises ont été sélectionnées en fonction de ces critères.

2.2 Sélection des sous-secteurs prioritaires

L'analyse des différents sous-secteurs du secteur de l'aquaculture selon les critères susmentionnés met en évidence quatre sous-secteurs prioritaires :

- la pisciculture marine offshore pour la dorade, le bar et le maigre (12 entreprises).
- Sociétés de fabrication d'aliments : (3 entreprises)
- Écloseries de poissons marins (2 écloseries)
- Conchyliculture (6 entreprises)

Ces sous-secteurs ne sont pas isolés. Il existe diverses interactions comme le montre la figure 1.

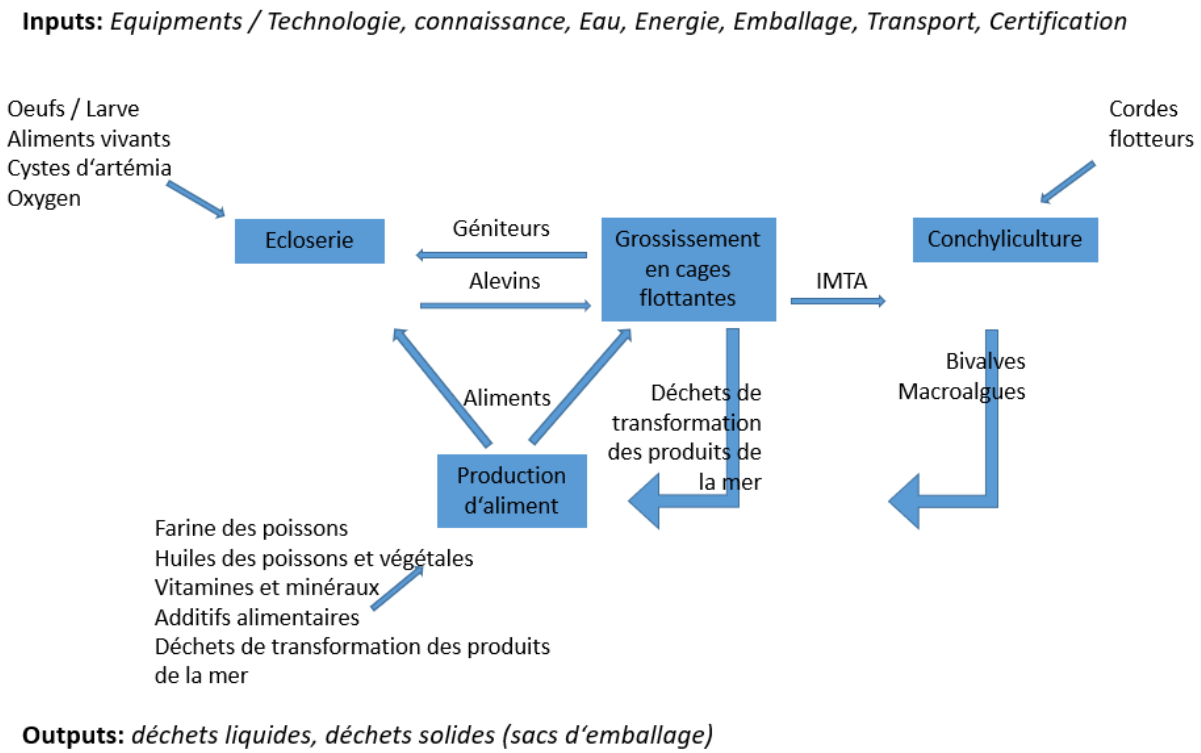


Figure 1: Schéma des interactions entre les différents sous-secteurs du secteur de l'aquaculture

L'enquête a porté plus particulièrement sur les questions suivantes :

- Augmentation potentielle de la production
- Amélioration de l'efficacité de la conversion des aliments et de la gestion des aliments (réduction du TCA)
- Diversification des espèces
- Réduction de l'impact sur l'environnement
- Réduction des coûts de l'alimentation
- Développement des écloseries
- Utilisation de l'énergie
- Application de nouvelles technologies

2.3 Consultations bilatérales

Outre les trois réunions officielles (événement de préouverture, atelier technique, événement d'ouverture), une consultation bilatérale avec la direction générale de la pêche et de l'aquaculture (DGPA) a permis d'accéder à la base de données sur l'aquaculture pour vérifier certaines données collectées auprès des aquaculteurs par le biais du questionnaire (phase II). En fait, cette consultation nous a permis d'ajuster certaines données qui semblaient biaisées de manière à être considérées comme inexactes.

Les réunions officielles constituent une excellente occasion de discuter avec toutes les parties prenantes de tous les sous-secteurs et tous les partenaires impliqués tels que l'administration, la recherche, les institutions professionnelles, les services de vulgarisation, les institutions techniques et les ONG. Cela nous permet d'adapter le questionnaire en fonction de l'interaction pertinente avec les participants. Les points les plus pertinents ont été pris en

compte dans l'élaboration du questionnaire. Voici les principales conclusions des réunions en termes de priorités thématiques.

- Augmentation des conflits entre les parties prenantes dans les régions côtières, ce qui affecte négativement la sensibilisation du public au secteur de l'aquaculture.
- Dépendance des prix des produits locaux vis-à-vis des marchés internationaux.
- Des prix bas sur les marchés locaux, moins compétitifs par rapport aux produits de la pêche ordinaire, et donc des coûts de production élevés et des revenus faibles pour les exploitations.
- Problèmes croissants de maladies et de parasites des poissons
- Problèmes environnementaux croissants
- Le secteur de l'aquaculture n'a pas été en mesure de développer des capacités d'écloserie suffisantes et des sources d'alimentation locales, tous deux considérés comme les principaux facteurs de coûts qui limitent les revenus et les bénéfices du secteur.
- L'utilisation de la technologie SMART est faible dans le secteur de l'aquaculture.

2.4 Enquêtes

2.4.1 Enquête préliminaire

L'enquête préliminaire a été adressée à toutes les exploitations et entreprises de tous les sous-secteurs. Cela permet de dresser une carte du secteur de l'aquaculture avec les principales lacunes et insuffisances. De plus, grâce à cette enquête préliminaire, nous avons sélectionné les fermes aquacoles et les entreprises les plu2s pertinentes pour la campagne d'entretiens plus aprfondis.

Les résultats de cette enquête ont été présentés lors d'une réunion officielle afin d'obtenir un retour des parties prenantes et nous avons pris en compte tous les points pertinents pour la deuxième enquête.

2.4.2 Campagne d'interviews

Pour la campagne d'interviews, nous avons procédé par l'approche de sélection :

- Pour le sous-secteur des poissons, nous avons sélectionné 12 exploitations aquacoles, 11 des 12 exploitations interviewées ont par-ticipé (91,66%). Pour la sélection, deux critères principaux ont été pris en compte : la position géo-graphique et la capacité de production.
- Pour les entreprises d'alimentation aquatique, nous avons sélectionné 3 fabricants et finalement, 2 ont participé à l'enquête.
- Pour les écloseries, actuellement une seule écloserie est en activité, qui a participé à cette enquête.
- Pour le sous-secteur conchylicole, 8 exploitations ont été sélectionnées pour la 2ème phase, 5 exploitations conchylicoles (soit 62,5 %) ont participé.

Le taux de participation moyen des entreprises sélectionnées est de 79 %, ce qui donne un aperçu représentatif de l'ensemble du secteur.

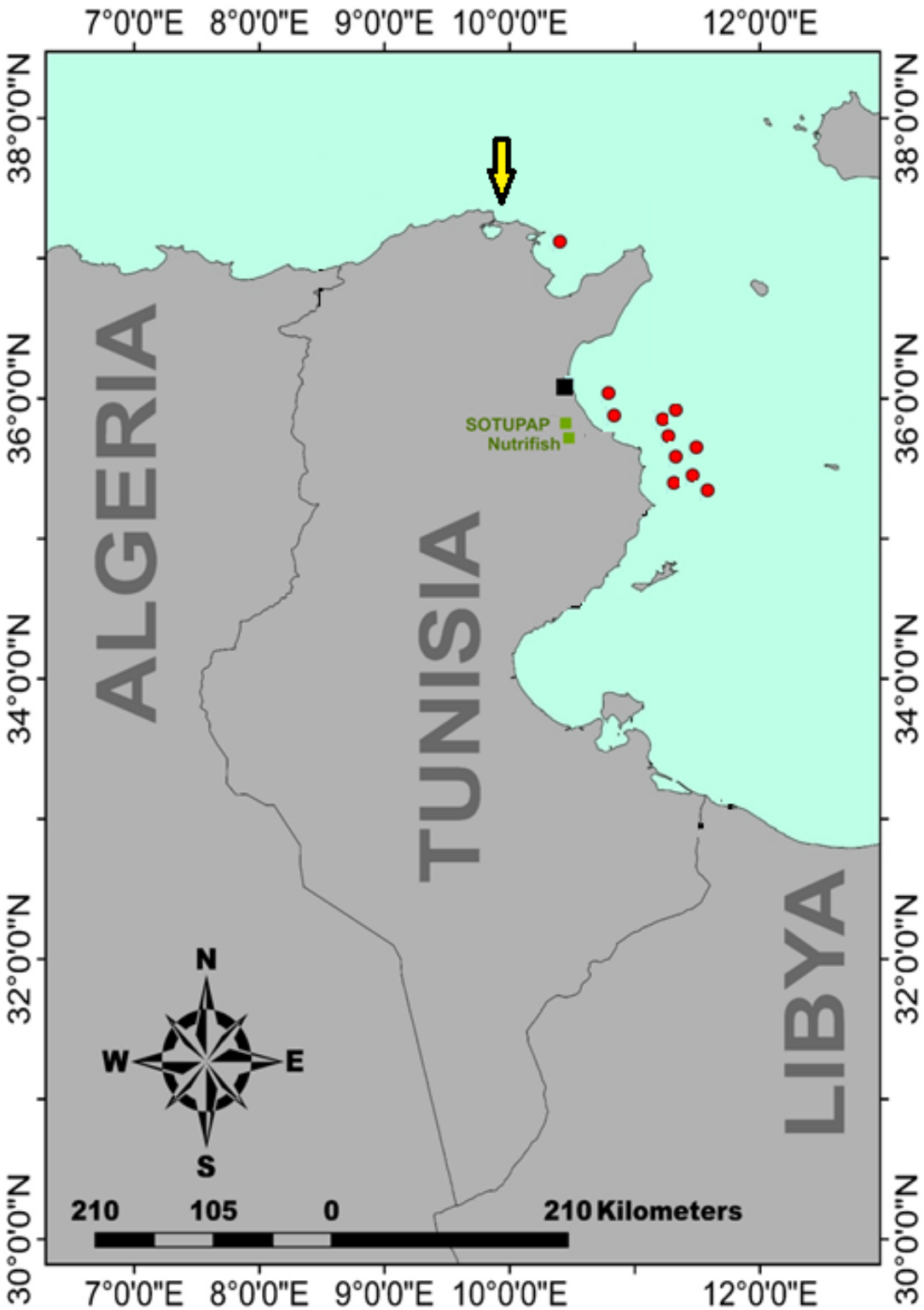


Figure 2 La carte de la répartition géographique des entreprises interrogées

3 Résultats de l'enquête par sous-secteur

3.1 Pisciculture

Actuellement, en Tunisie il existe 25 fermes piscicoles marines productives. À la suite du questionnaire préliminaire de la première phase, nous avons sélectionné 12 fermes piscicoles pour la 2ème phase. Les critères de choix de ces fermes ont été les suivants :

- Leur position géographique : nous avons choisi des entreprises fermes situées dans toutes les zones de production (Nord et Est).
- Leur capacité de production : nous avons choisi les fermes aquacoles en fonction de leurs capacités de production (petite, moyenne et grande capacité de production) afin de couvrir toutes les catégories.

Les fermes aquacoles sélectionnées ont été contactées par e-mail et elles ont reçu le questionnaire. Après un mois de collecte de données, une seule ferme, sur 12, n'a pas participé à cette évaluation. Ainsi, le taux de participation est de 91,66% (11 des 12 fermes interrogées). Certaines réponses de quelques fermes n'étaient pas suffisamment claires ou manquantes, elles ont été contactées par téléphone/courriel et/ou par entretien direct, afin d'améliorer la précision de leurs réponses. Les 12 exploitations piscicoles sélectionnées ont une capacité de production totale d'environ 17850 tonnes. Elles sont classées, selon leurs capacités de production, en trois groupes comme suit : (i : de 400 à 800 tonnes, ii : de 1000 à 1600 tonnes et iii : de 2000 à 3500 tonnes). La capacité de production de ces fermes représente 78 % de la production tunisienne effective de poissons.

Table 1. Caractéristiques des fermes aquacoles sélectionnées.

Ferme piscicole	Abréviation	Capacité de production
Sea Food	AF1	400
Pirate Fish	AF2	750
STEP	AF3	800
Porto Farina	AF4	1000
TTF	AF5	1300
AquaSud	AF6	1500
Hanchia Fish	AF7	1600
Aquafish	AF8	2000
Ruspina	AF9	2500
Rafaha	AF10	2500
Prima Fish	AF11	3500

L'analyse des données de production annuelle moyenne sur les 3 dernières années pour les exploitations piscicoles interrogées (Fig. 1) a montré que seules 3 exploitations sur 11 ont atteint leurs capacités de production potentielles (AF1, AF2, AF5). Cependant, pour les autres fermes (8), leurs productions annuelles moyennes varient entre 25 et 87,5% de leurs capacités de production potentielles.

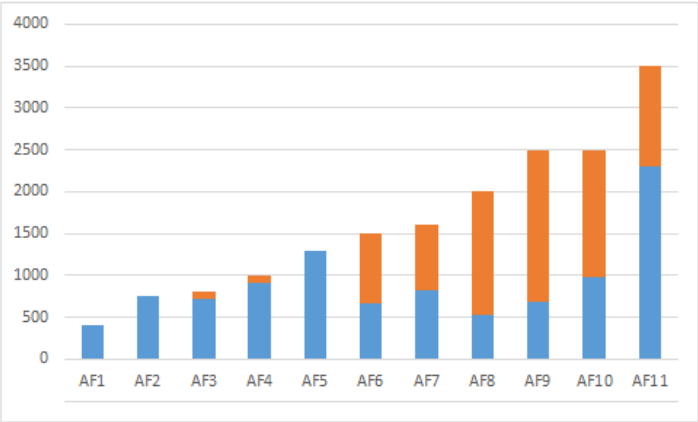


Figure 3. Production annuelle moyenne au cours des trois dernières années (barres bleues) par rapport à la capacité de production des exploitations piscicoles interrogées (barres orange).

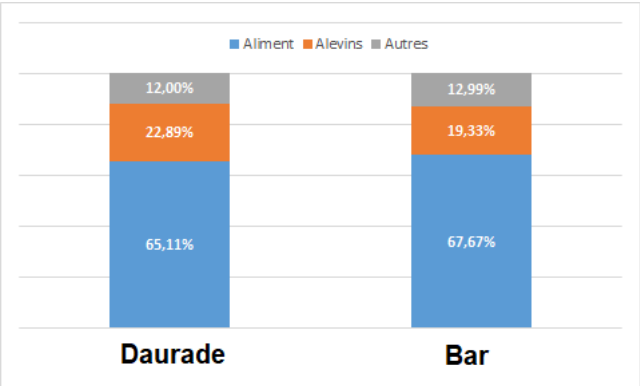


Figure 4: Coûts variables de la production de dorades et de bars

Comme l'indique la figure 3, nous avons remarqué que la production des dernières années des fermes interviewées est inférieure à leurs capacités de production potentielles.

La figure 4 montre la répartition des coûts variables de la production de dorade et de bar. Les données recueillies montrent que l'alimentation représente une part importante du coût de production et peut atteindre 65 et 68 %, respectivement, pour la dorade et le bar. La stratégie des fermes aquacoles à court et moyen terme de priorité sont présentés dans la figure suivante (Fig.5).

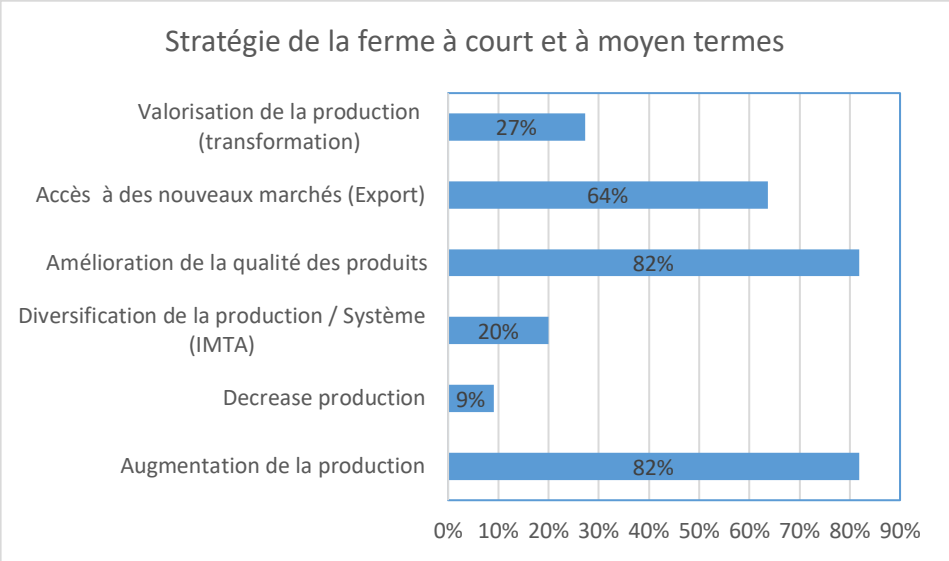


Figure 5: Stratégie des fermes aquacoles à court et moyen terme.

Les fermes interrogées s'accordent que les principaux facteurs limitant l'expansion de leur activité sont les suivants :

- Le coût élevé des investissements (indiqué par 63,63 % des exploitations aquacoles interrogées).
- Limitation de la capacité du marché local et concurrence sur les marchés étrangers
- Coût élevé des intrants
- Coût de production par rapport au prix de vente

La pisciculture marine est basée sur deux intrants principaux : L'aliment et les juvéniles. La figure 4 indique leurs origines (importée ou produits localement). En ce qui concerne l'aliment aquacole (Fig 6 A), les résultats indiquent une tendance à la baisse au cours des dernières années de la quantité importée, bien qu'elle reste encore élevée (48,71 % en 2020).

Pour les juvéniles, les résultats (Fig. 6 B) montrent qu'au cours des dernières années (2016-2020), la plupart des alevins nécessaires sont importés et atteignent 87,45 %. Cependant, les écloseries tunisiennes ne contribuent pas plus de 13 % du besoin total (année 2020).

Puisque la plupart des intrants ne sont pas produits localement et sont donc importés, les producteurs ont rencontré des difficultés pour se procurer des aliments pour poissons et des juvéniles. Ces difficultés sont résumées dans la figure 7. 73% des fermes aquacoles interrogées indiquent que le prix élevé est considéré comme le principal problème rencontré pour leur aqusition, suivi par le fait que leur qualité n'est pas toujours assurée. En outre, la procédure administrative compliquée (par exemple, l'autorisation) est indiquée par 45 % des aquaculteurs interrogés.

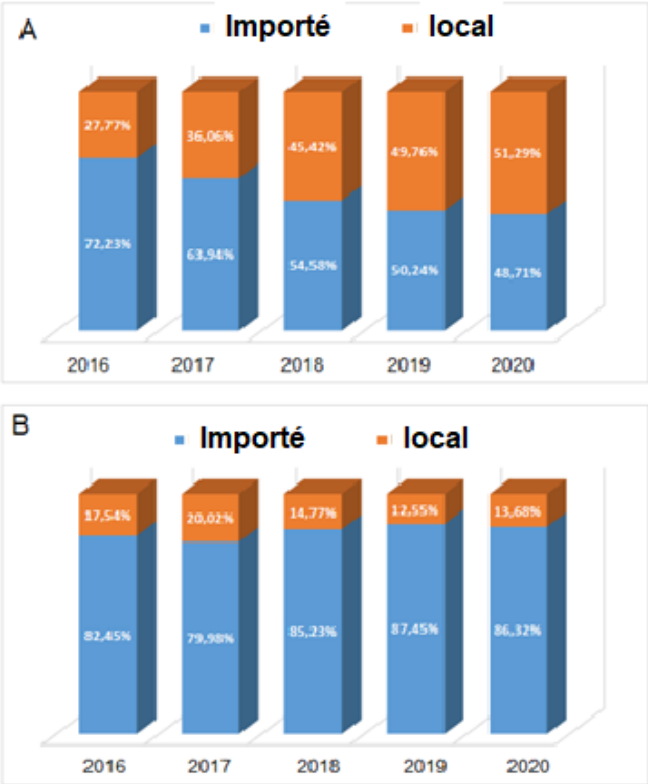


Figure 6: Origine des aliments aquacoles (A) et juvéniles (B) utilisés en pisciculture marine au cours des cinq dernières années.

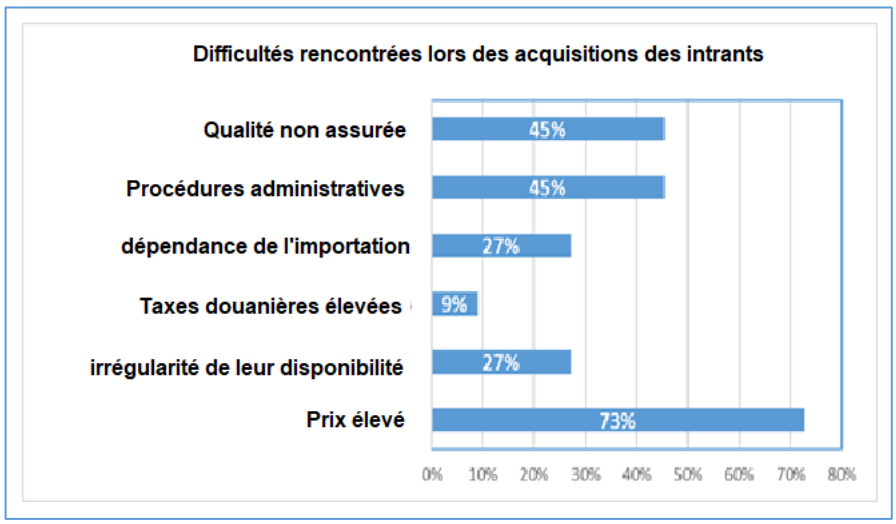


Figure 7: Difficultés rencontrées lors de l'achat d'intrants.

Dans le questionnaire précédent (questionnaire préliminaire de la première phase), nous avons remarqué le manque d'utilisation des technologies/outils d'innovation et donc les systèmes d'élevage appliqués peuvent être considérés comme basiques.

Selon les producteurs, les principaux obstacles à l'innovation/utilisation des technologies sont indiqués dans la figure suivante (Fig. 8). Le coût élevé des investissements pour mettre en œuvre les technologies SMART reste le principal problème (90 % des aquaculteurs interrogés). De même, le manque d'incitations gouvernementales est indiqué par 45 % des producteurs/aquaculteurs.

Le gouvernement et l'autorité compétente sont conscients de l'importance de l'utilisation des nouvelles technologies pour améliorer l'efficacité de la production à travers le décret N° 2017-389 du 9 mars 2017 d'incitation financière lors de l'introduction de technologies nouvelles/innovantes. L'APIA (Agence pour la promotion des investissements agricoles) est l'institution qui intervient dans les mécanismes financiers. Les critères d'éligibilité et les procédures de demande sont indiqués à la fin de ce document dans la partie annexe. Cependant, comme l'indique la figure 7, 64 % des exploitations interrogées ne sont pas au courant de cette incitation. Un effort doit donc être déployé pour sensibiliser les aquaculteurs à cette opportunité.

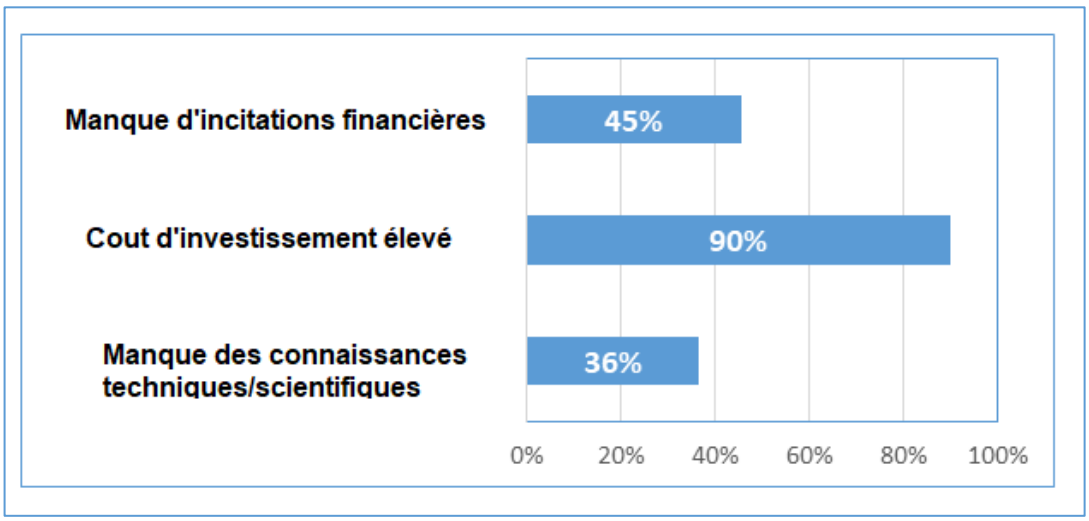


Figure 8: Les principaux obstacles à l'innovation / à l'utilisation des technologies

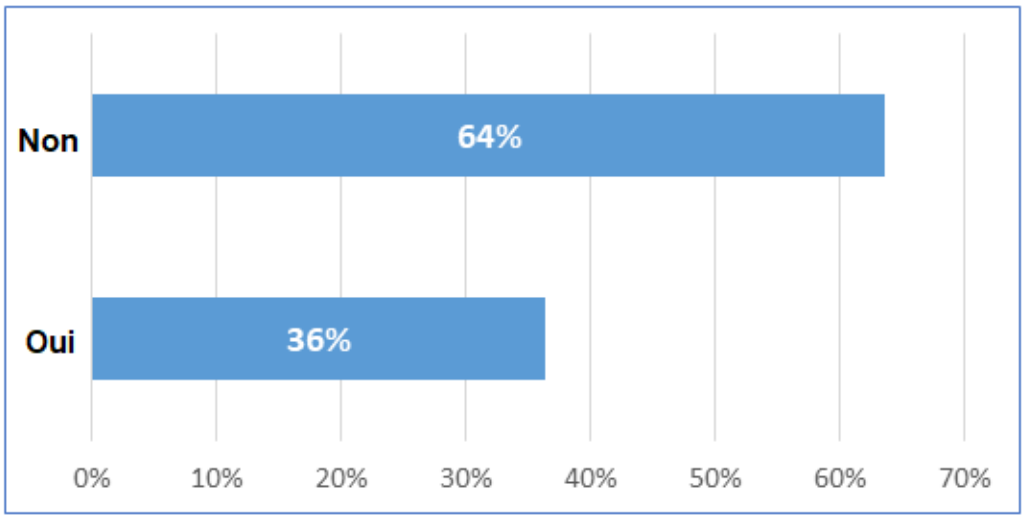


Figure 9: La connaissance des incitations financières à investir dans la maîtrise et l'introduction de nouvelles technologies.

Pour identifier les SMART Technologies les plus pertinentes qui peuvent améliorer et renforcer la rentabilité des élevages et réduire les impacts environnementaux, nous avons suggéré les systèmes technologiques suivants :

- T1 : Système de contrôle environnemental
- T2 : nettoyage des cages en filet
- T3 : Système optique pour surveiller et ajuster la ration alimentaire en fonction des conditions environnementales et du comportement des poissons.
- T4 : Système de collecte des poissons morts

- T5 : Système de distribution d'aliments en surface (distribution homogène)
- T5 : Système d'alimentation sous-marin : Amélioration de l'efficacité de la conversion alimentaire
- T6 : Systèmes d'étourdissement et d'abattage

En termes de pertinence, les exploitations interrogées ont sélectionné en priorité les systèmes de technologies SMART suivants :

T3 (systèmes optiques) a été classé TOP 1 par 63 % des exploitations interrogées, suivi respectivement par T5 (distribution d'aliments étalés) et T1 (système de contrôle environnemental). Il est évident que les deux technologies choisies en priorité concernent la gestion de l'alimentation. Ce paramètre est de la plus haute importance en aquaculture, particulièrement dans les systèmes intensifs. En fait, cette importance est confirmée par les données collectées dans ce questionnaire comme l'indique la Figure 4 qui montre que la part significative de l'aliment dans le coût de production peut atteindre 65 % et 68 %, respectivement pour la dorade et le bar. D'autre part, selon les fermes interrogées, les taux de conversion alimentaire (FCR) du système de production des fermes interrogées peuvent atteindre 2,3. Selon la FAO, les systèmes intensifs pour la daurade ont un meilleur TCA de 1,5. Par conséquent, le TCR élevé de la pisciculture marine tunisienne peut être amélioré par l'optimisation de la gestion de l'alimentation, ce qui améliorera non seulement la rentabilité financière de la ferme aquacole, mais réduira également l'impact environnemental des activités aquacoles.

En plus de la question de la gestion de l'alimentation et de la possibilité d'améliorer l'efficacité, 78 % des agriculteurs interrogés confirment que la phase de pré-engraissement (première étape après l'ensemencement des cages) est l'étape la plus critique (Fig. 10).

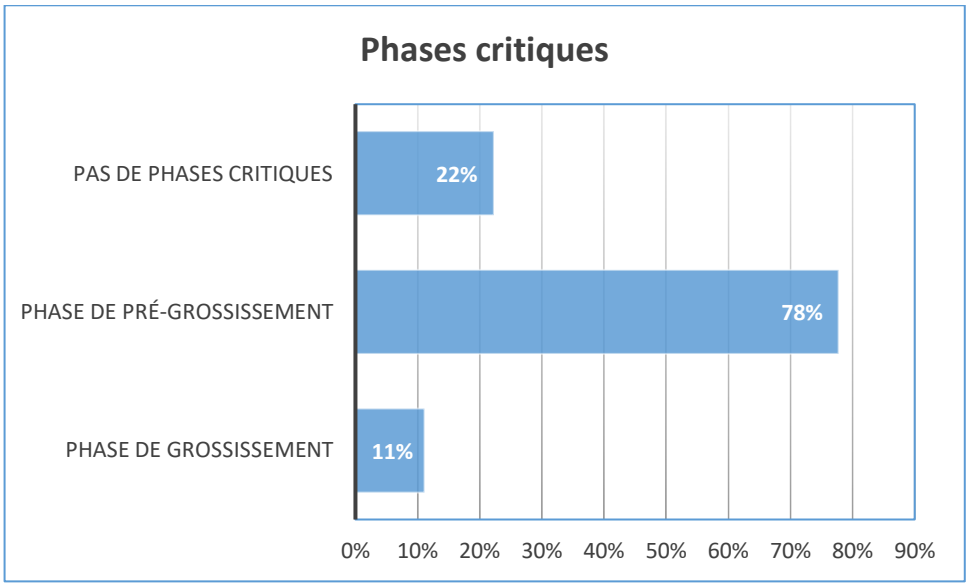


Figure 10: critical stages of finfish production

En ce qui concerne la saison la plus problématique, 73 % des exploitations interrogées indiquent la saison d'automne au cours de laquelle les maladies et la mortalité des poissons se sont produites (Fig. 11).

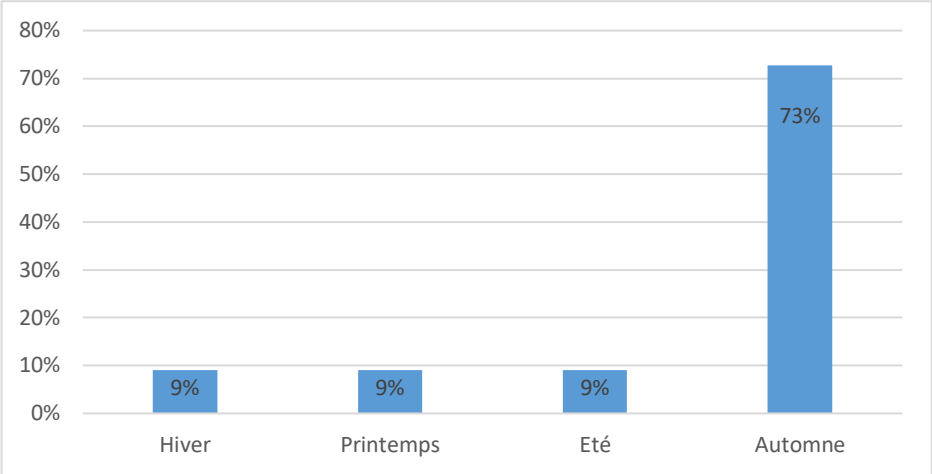


Figure 11: la saison la plus critique de la production piscicole

Dans la production intensive de poissons en cages offshore, deux aspects principaux peuvent affecter la mortalité et le stress des poissons (bien-être des poissons) : les maladies des poissons et les phénomènes d'encrassement.

En ce qui concerne les maladies des poissons, toutes les fermes sont d'accord pour dire que les maladies les plus rencontrées sont les suivantes :

- Virus : Nodavirus, Lymphocystis.
- Bactéries : Pasteurellose, Vibriose
- Parasites : Enteromyxum (Myxozoa), Sparicotyle (Monogenea)

Pour les phénomènes d'encrassement des filets des cages, les aquaculteurs procèdent régulièrement au changement des filets. Comme l'indique la figure suivante (Fig. 12), 91% des exploitations changent les filets plus de 4 fois, et 55% des exploitations changent les filets plus de 6 fois au cours d'un cycle de production, entraînant des coûts de manutention élevés.

Les événements de mortalité associés à cette pratique sont relativement faibles, comme le montre la figure 13. En effet, seulement 27% des fermes interrogées indiquent une mortalité des poissons associée au changement de filet. Selon toutes les fermes aquacoles interrogées, la mortalité cumulée associée au processus de changement de filet au cours d'un cycle de production ne dépasse pas 5% dans toutes les fermes.

Au cours du cycle de production, lorsque les producteurs sont confrontés à des problèmes techniques/environnementaux, 82 % des aquacultures contactent des instituts de recherche pour traiter ces problèmes (Fig. 14 a). Comme l'indique la figure 14 b, les instituts les plus contactés sont : INSTM (contacté par 73 % des fermes aquacoles), suivi de l'ISBM (contacté par 27 % des fermes). La position géographique de ces deux institutions (toutes deux dans la région de Monastir) et leur proximité avec les zones potentielles de production aquacole en Tunisie facilitent et justifient ces contacts de coopération avec les fermes aquacoles marines. Il est à noter qu'outre les instituts de recherche, les aquaculteurs contactent le CTA (Centre Technique d'Aquaculture) pour régler certains problèmes techniques.

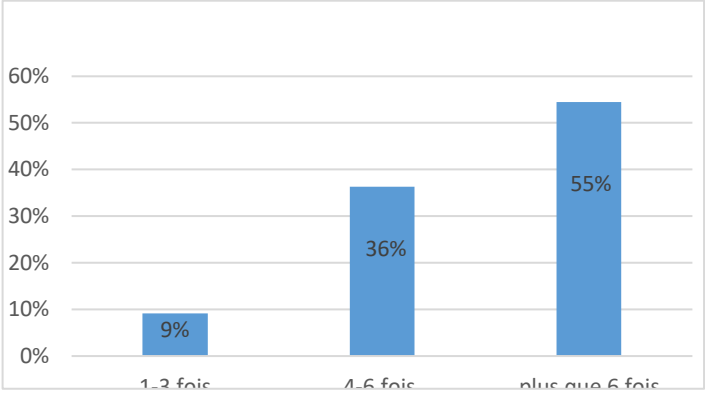
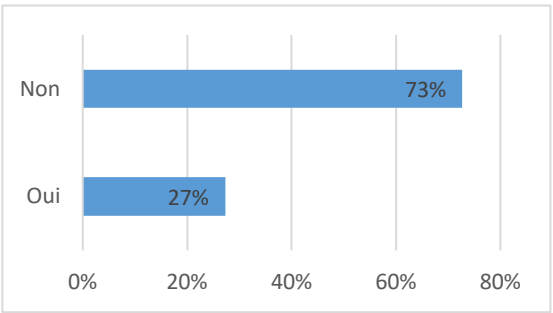
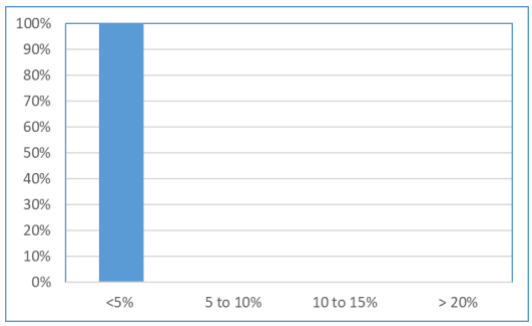


Figure 12: Fréquence moyenne de changement de filets au cours d'un cycle de production pour faire face au phénomène de fouling

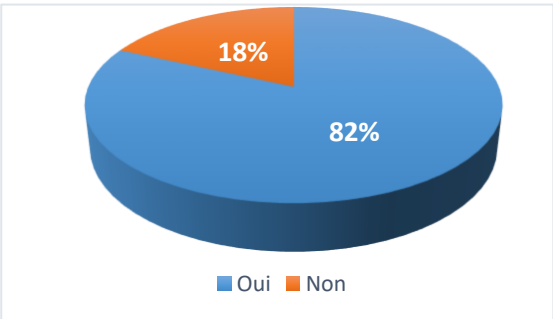


(a)

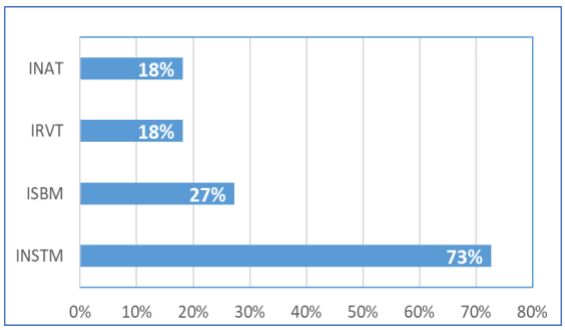


(b)

Figure 13: Mortalité rencontrée (a) et taux de mortalité (b)



(a)



(b)

Figure 13: Relations entre les fermes aquacoles et les instituts de recherche : Fig a : Oui/Non : relation de coopération technique existante/non existante. (b) : instituts les plus contactés pour traiter les problèmes rencontrés.

En ce qui concerne la quantité et les coûts de l'énergie utilisée par les aquacultures, les résultats sont indiqués dans le tableau suivant (Tableau 2). En général, il n'y a pas de tendance claire dans la quantité d'énergie utilisée et la capacité de production des exploitations aquacoles. Comme l'indique le tableau ci-dessous, 33% des aquaculteurs interrogés sont conscients de la forte consommation d'énergie et suggèrent d'utiliser une installation photovoltaïque pour réduire les coûts de l'énergie.

Pour l'utilisation de l'eau douce (Tableau 3), il n'y a pas de tendance claire concernant la capacité de production ou la production actuelle avec la quantité utilisée ou les coûts. Il est

intéressant de noter que, à l'exception d'une ferme aquacole (ferme 10), les eaux utilisées sont traitées selon des procédés normalisés par l'Office National d'Assainissement (ONAS) avant d'être rejetées dans les écosystèmes naturels. De plus, l'élevage se fait en eau de mer, donc l'utilisation d'eau douce est réduite.

Table 2: Estimation de la quantité d'énergie utilisée et initiative pour réduire leurs coûts

Ferme aquacole	**Quantité (KW/ mois)**	**Coût (Dt)**	**Initiative visant à réduire le coût**
Farme 1		92 000	Aucune initiative
Farme 2	30 955	149 533	Aucune initiative
Farme 3			
Farme 4	11616	44 367	installation photovoltaïque
Farme 5		141 404	panneaux solaires
Farme 6	6000	80 000	Aucune initiative
Farme 7			
Farme 8	27948	71 500	installation photovoltaïque
Farme 9	32052	82 000	Aucune initiative
Farme 10	19200	60 000	Aucune initiative
Farme 11	240 Tons de fuel	250 000	Aucune initiative

Table 3: Estimation de l'utilisation de l'eau douce

Ferme aquacole	**Quantité**	**Source**	**Annuel Coût (DT)**	**Destination**	**Initiative visant à réduire la consommation**
Farme 1		SONEDE	17 000	ONAS	Actuellement : Non/ le traitement sera mis en place
Farme 2*					
Farme 3	337	SONEDE	18 358	ONAS	Les processus de traitement seront bientôt mis en œuvre
Farme 4		SONEDE	2 645,4	ONAS	Utilisation du puits d'eau
Farme 5	1550	SONEDE	2 690,0	ONAS	Aucune initiative
Farme 6	100	SONEDE	3 600,0	ONAS	Aucune initiative
Farme 7*					
Farme 8	4059	SONEDE	10 000	ONAS	Aucune initiative
Farme 9	8441	SONEDE	20 800	ONAS	Aucune initiative
Farme 10	2940	SONEDE	2 646,0	Système septique terrestre	Le traitement et la réutilisation
Farme 11*					

* fermes aquacole ne dispose pas d'informations fiables à ce sujet.

Selon les aquaculteurs interrogés, la quantité de déchets générés varie entre 3 et 10 tonnes par ferme aquacole. Les principaux déchets générés sont les sacs en plastique utilisés pour l'alimentation aquatique. En général, les fermes aquacoles n'attribuent aucun coût à la collecte et au traitement des déchets générés, puisque des entreprises spécifiques sont intéressées

par la collecte des sacs plastiques pour l'alimentation aquatique afin de les réutiliser dans d'autres secteurs industriels.

Table 4: Déchets générés par les systèmes de production.

Aquafarm	**Quantité (Tonnes par an)**	**Coût du traitement/coût de la collecte (DT)**	**Initiative visant à réduire la quantité**
Farme 1	10	Not estimated	
Farme 2	*Pas de réponse*		
Farme 3	10		Entreprises spécifiques (collecteurs de déchets)
Farme 4	*Pas de réponse*		
Farme 5	4	0	Accord avec les entreprises de recyclage du plastique
Farme 6	3		Vente de déchets à des entreprises de recyclage
Farme 7	*Pas de réponse*		
Farme 8	5		Recyclage du plastique
Farme 9	5		Recyclage du plastique
Farme 10		2000	Vente de déchets à des entreprises de recyclage
Farme 11	20		

Les derniers investissements réalisés par les aquaculteurs interrogés sont indiqués dans le tableau suivant (Tableau 5). Les principaux investissements réalisés sont :

- L'extension de la capacité de production par l'ajout de nouvelles cages
- Acquisition d'un nettoyeur de filet
- Acquisition d'un distribiteur d'aliments

Selon les fermes aquacoles interrogées, les raisons de ces investissements sont indiquées dans la figure 15. Les résultats montrent que pour 80% des fermes aquacoles, la raison principale est d'améliorer la rentabilité économique et seulement 20% pour des raisons environnementales (épandeur d'aliments pour réduire les aliments non consommés qui constituent une source potentielle de pollution).

Table 5: Les derniers investissements réalisés par les fermes aquacoles.

Ferme aquacole	Type	Coût (Milliers de Dinars)
Farme 1	Pas de réponse	
Farme 2	Extension de la production (ajout de cages)	1200
Farme 3	Achat de filets et d'une unité de congélation	400
Farme 4	Achat de bottes et de fourrage	300
Farme 5	Pas de réponse	
Farme 6		
Farme 7		
Farme 8	Epandage d'aliments et nettoyage des filets	
Farme 9	Nettoyage net	
Farme 10	Extension de la production (ajout de cages)	1000
Farme 11	Extension de la production (ajout de cages)	1100

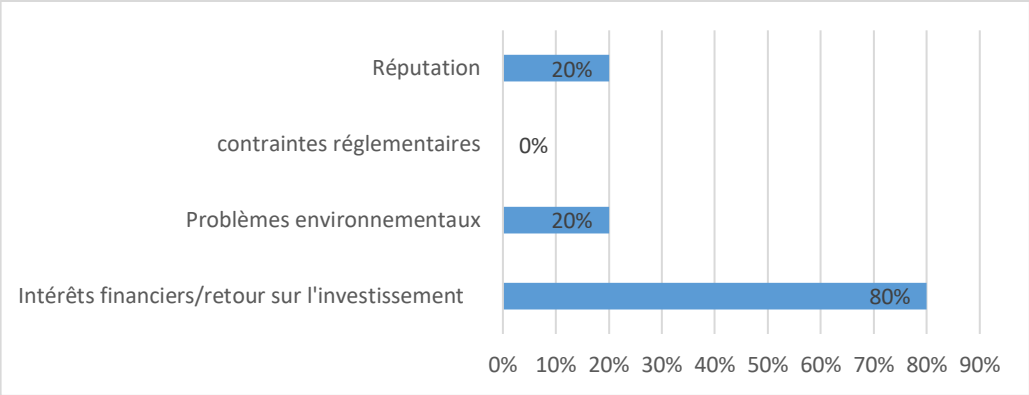


Figure 14: La raison des derniers investissements réalisés par les fermes aquacoles

Scénario d'amélioration de la durabilité

La figure 16 synthétise les différents flux d'entrées et de sorties au sein du sous-secteur, ainsi que les interrelations avec les sous-secteurs amont/aval.

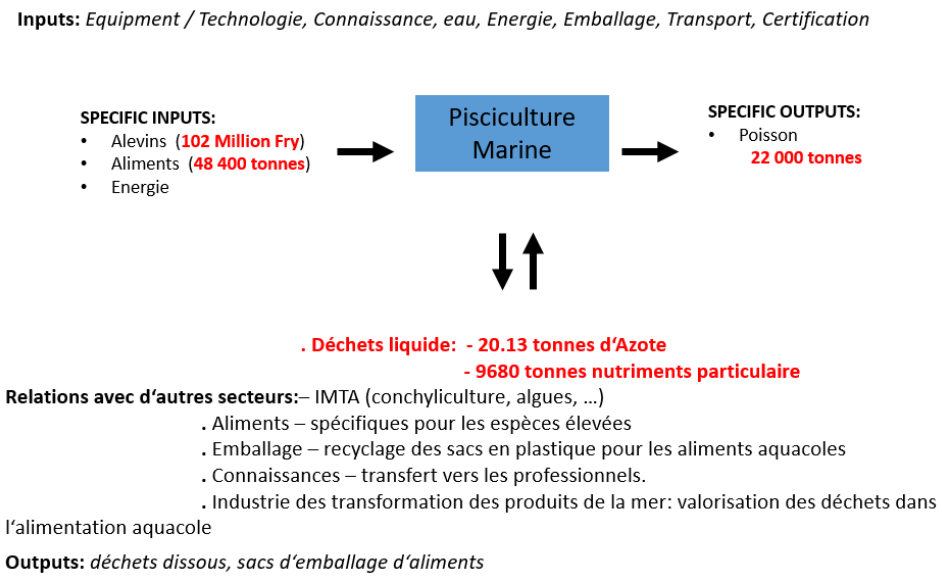


Figure 15: Interaction du sous-secteur de l'élevage de poissons en cage avec d'autres sous-secteurs

Les principaux résultats quantitatifs de ce sous-secteur sont résumés comme suit : Le TCA moyen des fermes aquacoles tunisiennes se situe entre 2,1 et 2,4 contre 1,5-1,8 (benchmarking).

Ceci conduit à :

- Une perte économique importante (L alimentation est le principal facteur de coût de production).
- Un impact environnemental important (les aliments non consommés efficacement sont considérés comme des sources de pollution environnementale).

Le TCA (FCR) est influencé et peut être optimisé par les technologies / approches suivantes:

- Surveillance de l'environnement (Catalogue T1/T2)
- Systèmes de surveillance optique (T5)
- Systèmes d'alimentation (T6)
- Composition des aliments, additifs alimentaires (T7)

Chacune de ces mesures offre un potentiel d'optimisation du TCA de ~ 5 à 10 %. La mise en œuvre de ces mesures permet d'augmenter les quantités produites jusqu'à 78 % avec le même apport d'aliments et le même impact environnemental sans explorer de nouvelles zones pour les aquacultures, ce qui évite également les conflits potentiels entre les parties prenantes. Ou l'inverse : Dans le cas idéal, la même production pourrait être obtenue avec seulement ~ 56 % de l'alimentation actuellement utilisée.

En outre, un TCA optimisé permettrait une plus grande indépendance vis-à-vis des importations et réduirait di-rectement le facteur de coût le plus élevé.

Pour améliorer le TCA, la recommandation est l'optimisation de la gestion de l'alimentation, ceci par :

- Ajustement de la ration alimentaire en fonction de la nouvelle biomasse.
- Ajustement en fonction des paramètres environnementaux

Ceci est assuré par l'utilisation des technologies SMART suivantes :

- Système optique de contrôle et d'ajustement de la ration alimentaire en fonction des conditions environnementales et du comportement des poissons.
- Système de contrôle environnemental

Scénario d'amélioration de la durabilité : Utilisation des technologies SMART pour optimiser la gestion des aliments et améliorer ainsi le taux de conversion des aliments (TCA).

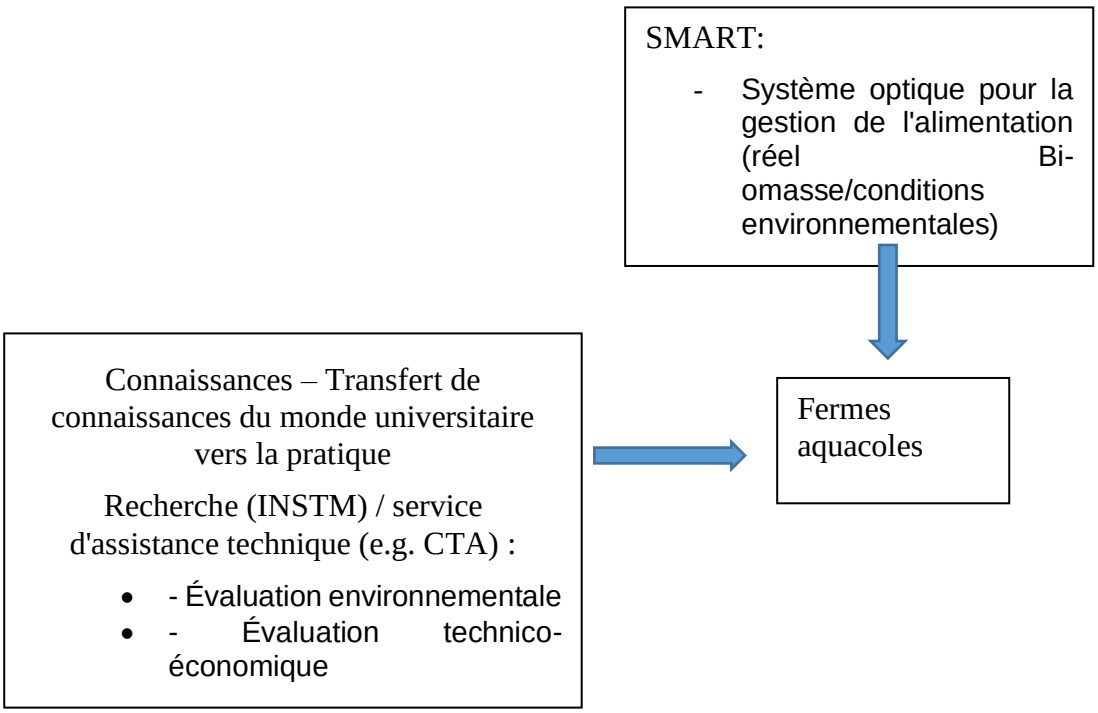


Figure 16: Scénario d'utilisation de SMART pour optimiser la gestion des aliments aquacoles

L'aquaculture tunisienne devrait se développer grâce à l'intensification et à l'augmentation des systèmes d'élevage en cages pour les deux espèces de poissons les plus importantes, la daurade (*Sparus aurata*) et le bar (*Dicentrachus labrax*). Cependant, actuellement, les conflits entre les parties prenantes et la sensibilisation croissante du public à l'environnement exigent la participation de tous les utilisateurs potentiels des zones côtières à adopter une approche de concertation pour le developpement de ce secteur. Une surveillance environnementale stricte dans le cadre de l'application des meilleures pratiques possibles peut contribuer à réduire les conflits entre les parties prenantes et à augmenter la durabilité de la pisciculture marine.

3.2 Aliments pour l'aquaculture

En Tunisie, Il existe actuellement 3 fabricants d'aliments aquacoles (voir Rapport 1ère phase). Leur capacité totale de production est d'environ 90.000 tonnes. À la suite du questionnaire de la phase précédente, nous avons sélectionné les 3 usines existantes pour ce questionnaire. Finalement, seules 2 entreprises ont participé à ce questionnaire : La société SOTUPAP et la société NutriFish (Tableau 6).

Table 6: Les entreprises d'aquaculture sélectionnées

usines	Capacité de production (Tonnes/an)	Production réelle (Tonnes/an)	% de la production réelle
Nutrifish	30 000	11175	37,2%
Sotupap	30 000	10530*	35,1%

- Means of the five last years.

Comme l'indique le tableau ci-dessus, les deux entreprises produisent bien en dessous de leur capacité de production (37 et 35 %, respectivement pour les entreprises Nutrifish et SOTUPAP). Ces valeurs corroborent avec la figure 4A, dans laquelle 49 % de l'alimentation aquatique nécessaire est importée. Cette situation réduit l'efficacité des deux entreprises. Dans ce contexte, la stratégie future des deux entreprises à court et moyen terme est résumée dans la figure suivante (Fig. 18).

Les deux entreprises ont les mêmes objectifs :

- Augmenter la production d'aliments.
- Identifier les ingrédients locaux comme alternative aux sources conventionnelles
- Améliorer la qualité des produits
- Explorer de nouveaux marchés étrangers (exportation)

Ces trois objectifs contribuent potentiellement à une augmentation de la durabilité de ces entreprises. En effet, l'augmentation de la production d'aliments aquacoles peut améliorer la rentabilité financière de ces entreprises et ainsi valoriser l'investissement élevé. En ce qui concerne les deux autres objectifs, il est évident que l'amélioration de la qualité de la production est une condition préalable à l'exploration de nouveaux marchés étrangers pour l'exportation.

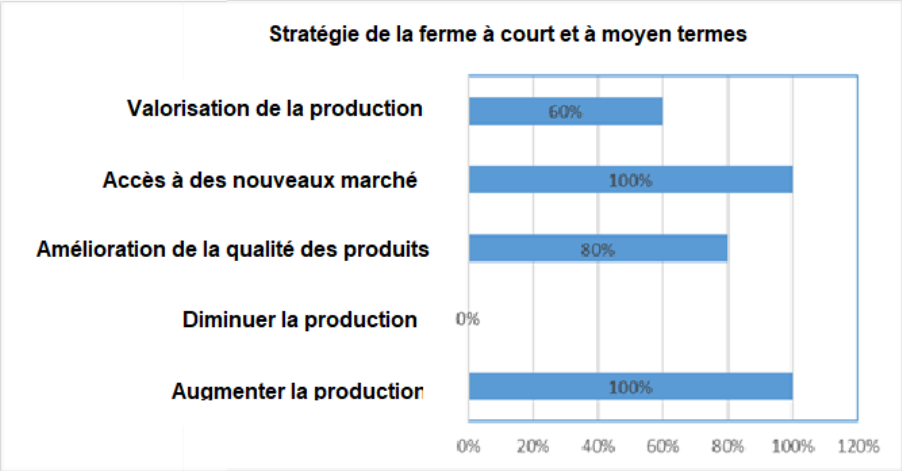


Figure 17: Stratégie de l'entreprise à court et moyen terme

Pour atteindre ces objectifs, les entreprises aquacoles doivent surmonter les problèmes rencontrés pour étendre leurs activités en augmentant la production actuelle et ainsi augmenter le taux de leurs contributions aux besoins en alimentation des fermes aquacoles tunisiennes.

Selon les entreprises aquacoles interrogées, les principaux problèmes qui entravent l'expansion de leurs activités sont les suivants :

- Les droits de douane et la TVA élevés pour certaines matières premières
- Limitation des matières premières locales (sous-produits ; sources animales et végétales) autorisées par la réglementation
- Augmentation du coût des matières premières
- Augmentation du coûts de production
- La concurrence des importations d'aliments aquacoles

Outre les facteurs susmentionnés, les producteurs d'aliments ont rencontré d'autres difficultés lors de l'achat des ingrédients (ingrédients tels que : farine de poisson, huile de poisson, farine de soja, etc.) Certains de ces ingrédients sont importés, ce qui peut compliquer encore leur acquisition. Ces difficultés sont résumées dans la figure suivante (Fig 19).

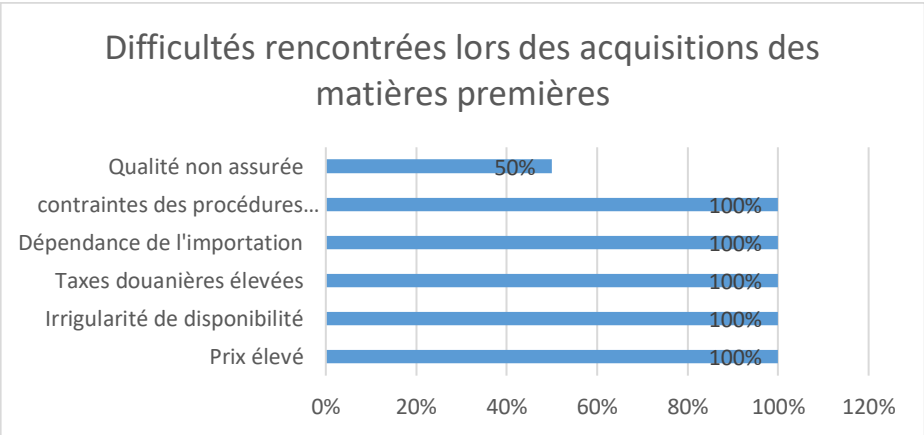


Figure 18 : Difficultés rencontrées lors de l'approvisionnement en intrants pour l'alimentation aquatique.

Selon les producteurs d'aliments aquacoles, les principaux obstacles à l'innovation/utilisation des technologies sont indiqués dans la figure suivante (Fig. 20). Les coûts d'investissement élevés pour mettre en œuvre les technologies restent le principal problème (sélectionné par

les deux entreprises aquacoles interrogées). Dans ce contexte, les deux entreprises interrogées ne sont pas informées du décret d'incitation (N° 2017-389 du 9 mars 2017) dédié à l'introduction de technologies nouvelles/innovantes (Fig. 21). Les domaines potentiels pour les entreprises aquacoles dans l'application de l'innovation liée aux questions environnementales est de réduire la pollution atmosphérique libérée au cours du processus de fabrication des aliments.

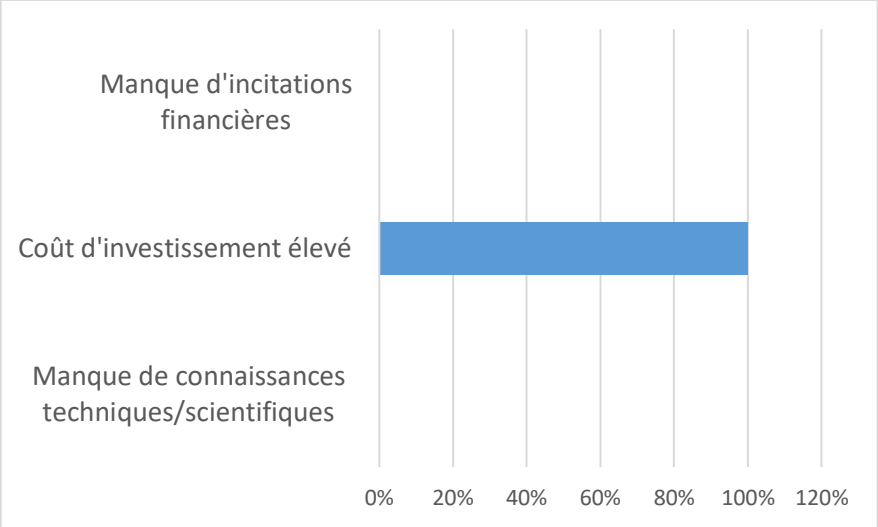


Figure 19: Les principaux obstacles à l'innovation / à l'utilisation des technologies SMART

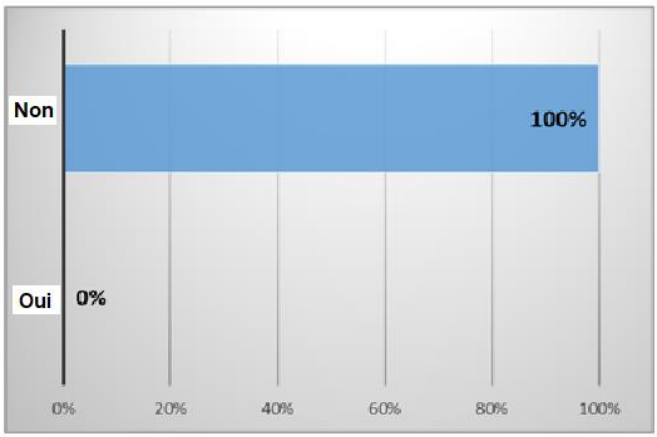


Figure 20: La prise de conscience des incitations financières dans la maîtrise et l'introduction de nouvelles technologies.

Lorsque les producteurs d'aliments aquacoles sont confrontés à certains aspects techniques/scientifiques, les deux entreprises interrogées ont déjà établi une relation scientifique avec l'INSTM et l'ISBM (Fig. 22). Il est intéressant de noter que les deux entreprises et les deux instituts de recherche se trouvent tous dans la même région (Monastir). Cette proximité joue un rôle important dans l'établissement de la coopération entre les entreprises et les deux instituts de recherche.

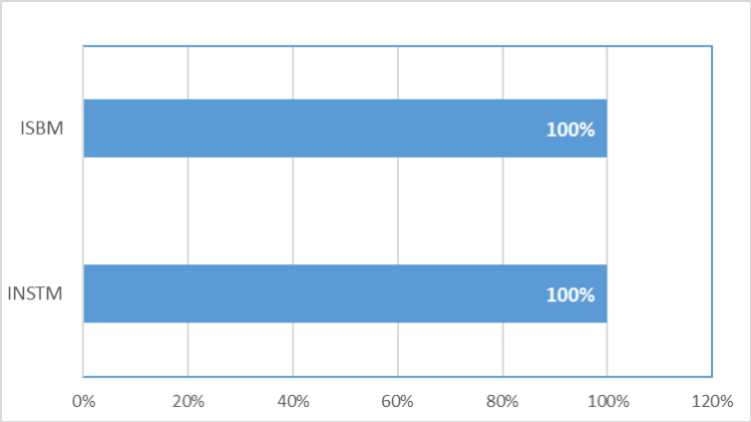


Figure 21 : Relations entre les entreprises d'alimentation aquacole et les instituts contactés pour traiter les problèmes rencontrés.

En ce qui concerne la quantité et les coûts de l'énergie utilisée par les entreprises, les résultats sont indiqués dans le tableau suivant (Tableau 7). En général, les deux entreprises sont conscientes de l'importance du montant financier alloué à l'énergie utilisée, et certaines initiatives visant à réduire les coûts de l'énergie sont en cours. La quantité et les coûts estimés de l'eau douce sont indiqués dans le tableau 8. Il convient de noter qu'il n'y a pas de rejet d'eau usée dans l'environnement puisqu'elle s'évapore au cours des processus de fabrication des aliments aquacoles. Le processus d'évaporation s'accompagne d'une odeur désagréable.

Table 7: Estimation de la quantité d'énergie utilisée et initiatives pour réduire les coûts.

Entreprises	**Quantité d'énergie**	**Coûts (DT)**	**Initiative visant à réduire les coûts**
Entreprise 1	Électricité: 3360000 kwh / an Gaz: 264000 m^3/ an	145000	- Installation d'un système de contrôle de la consommation d'énergie par groupe de machines. - Ajout de variateurs de vitesse sur les machines d'une puissance supérieure à 15 KW. - Amélioration du facteur de puissance (COS phi) vers 1 : ajout d'une batterie de condensateurs.
Entreprise 2		90 218	Qui

Table 8: Estimation de l'utilisation de l'eau douce

	quantité m^3 / an	**Source**	**Coût (Dt)**	**Destination**	**Initiative**
Entreprise 1	15 000	Water from Sonede	12 000	Evaporation	No
Entreprise 2	16 000	Water from Sonede	17 823	Evaporation	No

Dans les deux entreprises d'alimentation aquacole, la quantité de déchets générés se situe entre 6 et 8 tonnes par an et concerne exclusivement les sacs en plastique (tableau 9). Selon les producteurs d'aliments, aucun coût n'a été attribué au traitement des déchets générés, car certaines entreprises souhaitent collecter les sacs en plastique pour l'alimentation aquatique afin de les réutiliser dans d'autres secteurs industriels.

Table 9: Déchets générés par les systèmes de production.

	quantité /an	**Coût du traitement**	**Initiative**
Entreprise 1	6-8 tonnes de sacs en plastique	0	Non
Entreprise 2	7 tonnes de sacs en plastique	0	Non

Les derniers investissements réalisés par les deux entreprises d'aquaculture sont indiqués dans le tableau suivant (tableau 10). Les principaux investissements réalisés sont :

- Installation de silos de stockage
- Unité de traitement des odeurs

Selon les aquaculteurs interrogés, les raisons de ces investissements sont indiquées dans la figure 23. Les résultats démontrent que dans les deux entreprises aquacoles, les raisons de ces investissements sont :

- Réputation
- Contraintes réglementaires
- Questions environnementales

Les deux entreprises confirment qu'elles voient déjà les bénéfices attendus de ces investissements.

Table 10: Les derniers investissements réalisés par les deux entreprises d'aquaculture.

	Investissement	**Coût**
Entreprise 1	- Installation de silos de stockage - unité de traitement des odeurs	1,320 million de Dt
Entreprise 2	- unité de traitement des odeurs	265 000 Dt

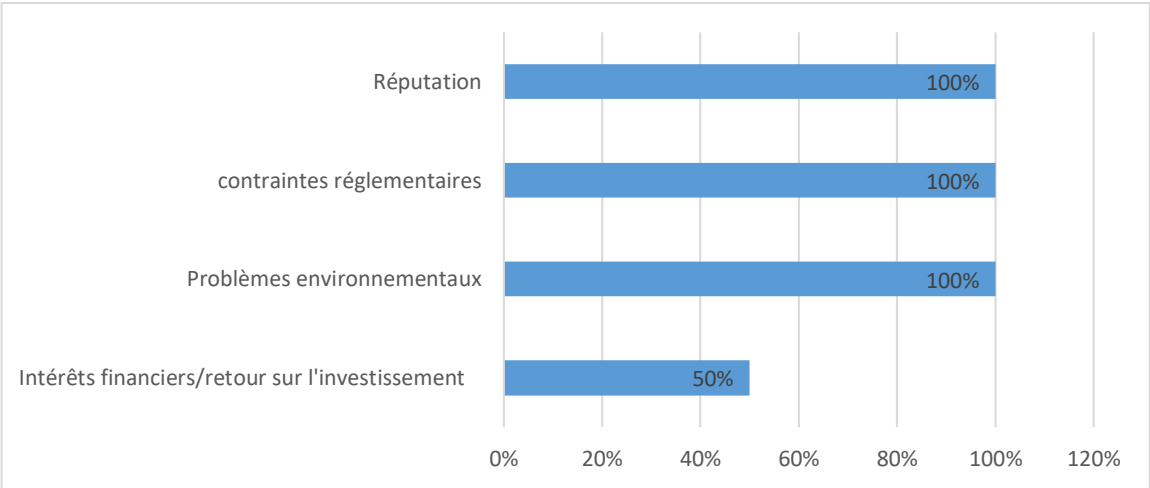


Figure 22: La raison des derniers investissements réalisés par les fermes aqua.

Scénario d'amélioration de la durabilité : Améliorer les ingrédients produits localement pour réduire la dépendance aux importations et créer une chaîne d'approvisionnement durable en aliments pour poissons en Tunisie.

La figure 24 synthétise les différents flux d'entrées et de sorties au sein du sous-secteur, et les interrelations avec le sous-secteur en amont et en aval.

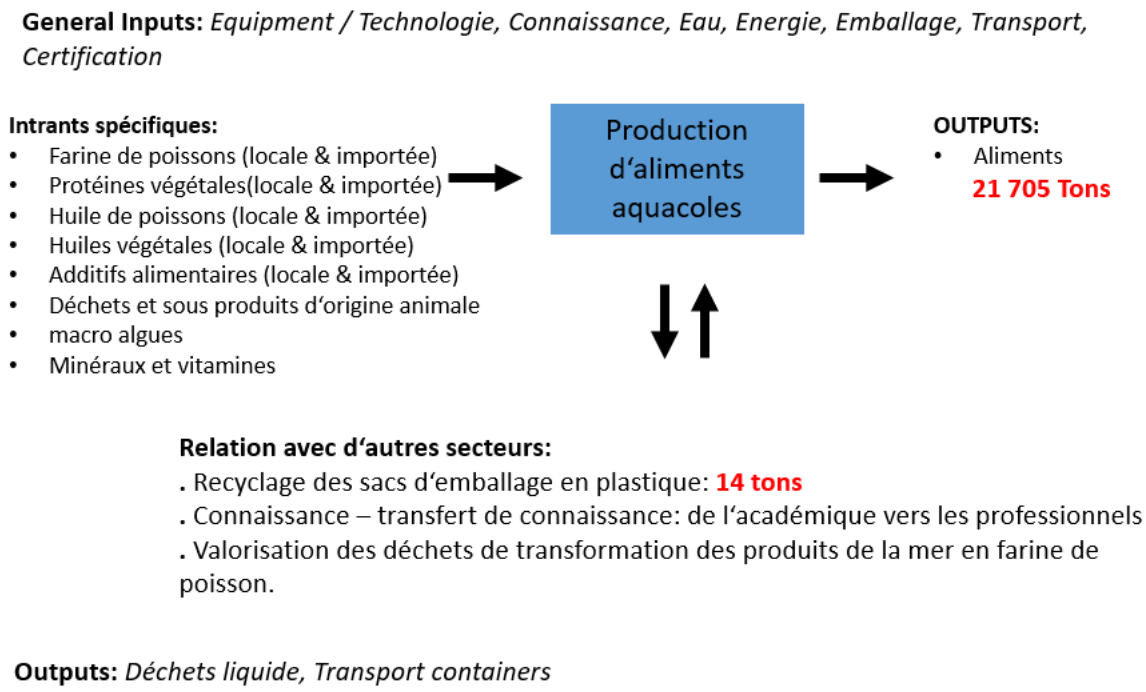


Figure 23 : Interaction du sous-secteur de la production d'aliments pour animaux aquatiques avec d'autres sous-secteurs

- La nourriture représente une part importante du coût de production (60%)
- 50% des besoins en alimentation aquatique sont importés
- Les 50% des aliments produits localement sont basés sur des ingrédients importés (et non produits localement).

Ceci conduit à :

- Une augmentation du coût de production
- Une faible compétitivité du secteur aquacole

Pour surmonter ces problèmes :

- Substituer (totalement, si possible ou partiellement) les ingrédients coûteux et importés par des matières premières locales et / ou des sous-produits riches en protéines (par exemple, farine de sous-produit de thon / farine d'insectes).
- Utilisation d'additifs alimentaires (antioxydants, immunostimulants etc.)

Ceci permet de :

- La valorisation des déchets issus des unités de transformation des produits de la mer (Thon, Crevette, etc.).
- Valoriser les déchets par leur transformation (recyclage) pour produire des protéines issues des insectes.
- Réduire l'impact de ces déchets sur l'environnement
- Extension de la chaîne de valeur pour produire des protéines animales à haute valeur nutritionnelle

- Valorisation des sous-produits de la transformation des produits de la mer en vue de leur intégration dans l'alimentation aquacole
- Réduire le coût des aliments pour l'aquaculture
-
-

Scénario alternatif : Substitution des ingrédients conventionnels par des sources alternatives de nutriments, telles que les protéines à base d'insectes.

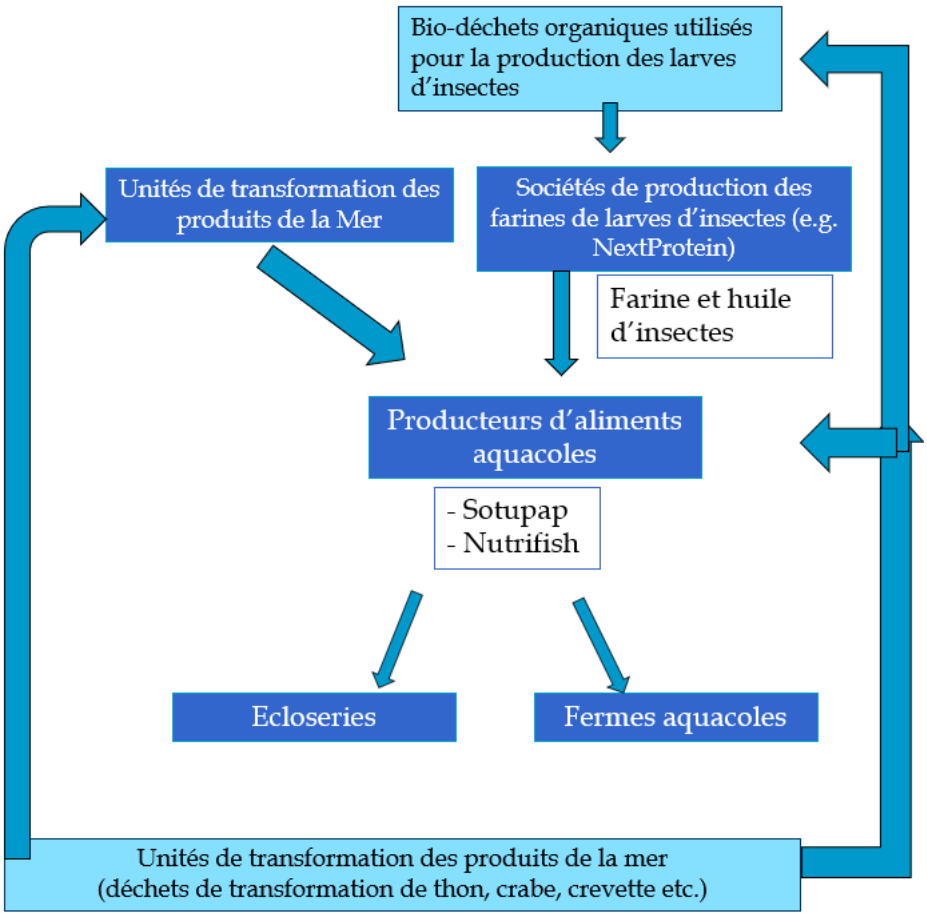


Figure 24: Scénario d'identification des ingrédients alternatifs dans les aliments aquacoles

La capacité de production annuelle réelle de l'industrie tunisienne de l'alimentation aquacole pourrait atteindre 90.000 tonnes selon les profils des entreprises répertoriées. Néanmoins, à ce jour, les aquaculteurs importent environ 30 000 tonnes d'aliments pour la pisciculture, et l'apport d'aliments combiné à l'importation des alevins représente 80 à 85% des coûts totaux de production. Il est évidemment incohérent qu'une quantité significative des aliments aquacoles soient importés malgré les capacités de production nationales qui peuvent satisfaire le besoin des aquaculteurs.

Outre la disponibilité des matières premières, la qualité des aliments pourrait être un facteur important qui oblige encore les pisciculteurs à s'en remettre à des entreprises internationales pour s'approvisionner en aliments. Par conséquent, il est important de permettre à l'industrie tunisienne de l'alimentation des poissons de développer des produits alimentaires de haute qualité, produits localement en fonction des besoins des producteurs.

3.3 Ecloseries

En Tunisie, actuellement, une seule écloserie est en activité, qui a répondu à notre questionnaire.

L'écloserie interviewée est "l'Aquaculture Tunisienne", elle a une capacité de production de 25 millions d'alevins.

Selon cette écloserie, ses stratégies à court et moyen terme sont les suivantes :

- Augmenter la production
- Diversification de la production
- Amélioration de la qualité de la production
- Prospection de nouveaux marchés (exportation)

Comme indiqué dans la réponse ci-dessus, la priorité absolue de cette écloserie est d'augmenter la production. Ceci est nécessaire pour étendre leur activité. Cependant, selon cette écloserie, les difficultés qui limitent cette extension sont indiquées ci-dessous :

- Aspects financiers
- Capacité de production au niveau du sevrage et de la nurserie
- Prix compétitif des alevins

L'écloserie est consciente des incitations financières pour investir dans la maîtrise et l'introduction de nouvelles technologies et l'amélioration de la productivité. Cependant, elle considère que le coût élevé de l'investissement et le manque de connaissances techniques et scientifiques sont les principaux obstacles à l'utilisation de ces outils précieux.

Selon le personnel responsable de l'écloserie, les premiers stades larvaires et le sevrage sont les plus problématiques dans la production. Cette première partie du cycle de vie s'accompagne de fortes mortalités et de malformations (morpho-anatomiques). En effet, à la fin de ce stade, les taux de survie sont les suivants :

- 35% pour la Daurade
- 25% pour le bar

Les malformations morpho-anatomiques rencontrées sont indiquées ci-dessous :

- Déformations squelettiques (fusion des vertèbres, lordose et scoliose) : taux = 5 à 10%.
- Absence de la vessie natatoire : taux = 5 à 10%.
- Opercule court: Taux = 12 à 15%

Si l'écloserie est confrontée à des problèmes techniques/environnementaux, il y a une coopération et un contact permanent de l'écloserie avec les instituts de recherche à travers des accords et des MoU. Selon le personnel responsable, les instituts l'INSTM et l'IRVT sont les instituts les plus contactés.

En ce qui concerne l'utilisation de l'énergie, bien que nous ne disposions pas d'un outil de comparaison, étant donné que nous n'avons qu'une seule écloserie interrogée, nous considérons que le niveau d'énergie consommée (5 106 KWh/an) est relativement élevé puisque les coûts ont atteint 1,5 million de dinars. Les responsables de cette écloserie sont conscients de cette consommation élevée d'énergie et ont donc planifié certaines initiatives comme mesures urgentes pour réduire la consommation d'énergie autant que possible. Ces mesures concernent essentiellement :

- Une politique interne de sensibilisation pour rationaliser la consommation d'énergie
- Un audit énergétique externe par un bureau d'étude

- la mise en place de projets photovoltaïques pour réduire la consommation d'énergie à 50%.

Scénario d'amélioration de la durabilité : Réduction de la consommation d'énergie via un programme d'efficacité des ressources et/ou une source d'énergie renouvelable.

La Tunisie ne dispose que de 2 écloseries productives qui ne fournissent pas plus de 15 millions d'alevins. Les aquaculteurs doivent donc importer 87 millions d'alevins pour atteindre la production annuelle actuelle. L'alevin est le deuxième part de coût de la production (après l'aliment). La stratégie nationale vise à augmenter la production d'alevins à l'échelle nationale à travers l'encouragement à la mise en place d'écloseries. Les deux espèces principales, la daurade (*Sparus aurata*) et le bar (*Dicentrachus labrax*) sont largement produites autour de la Méditerranée et sont les candidats les plus prometteurs pour une future augmentation de la production piscicole marine. Il est intéressant de noter que l'écloserie consommait beaucoup d'énergie, ce qui peut augmenter considérablement le coût de production des alevins. Par conséquent, la réduction de la consommation d'énergie ou l'identification de sources alternatives plus durables est un défi à relever.

Inputs: *Equipment / Technologie, Connaissance, Eau, Energie, Emballage, Transport, Certification*

Intrants spécifiques:
- Géniteurs
- Oeufs / Larve
- Aliment
  - Proies vivantes
  - Conventionnelle
- Artémia
- Oxygène
- Energie

→ Ecloserie →

OUTPUTS :
- Alevins

13-15 Millions d'alevins

Relation avec d'autres sous-secteurs:
. Déchets liquide – IMTA (conchyliculture, Macro-algue, …)
. Aliment – Proies vivantes/Aliments inertes
. Transport – re-utilisation des sacs en plastique d'emballage.
. Connaissance – Transfert des connaissances : de l'académique vers les professionnels

Outputs: *Déchets liquide, Transport, Emballage*

Figure 25 : Interaction du sous-secteur de l'élevage de poissons en cage avec d'autres sous-secteurs

3.4 La conchyliculture

Grâce au questionnaire préliminaire de la première phase, nous avons sélectionné 8 exploitations conchylicoles pour la deuxième phase. Nous avons reçu des réponses de 5 exploitations conchylicoles (soit 62,5 %) comme indiqué dans le tableau ci-dessous (Tableau 11).

Table 11: Les exploitations conchylicoles participant au questionnaire.

Aquafarms	Capacité de production
Promer	180
Prodmer	180
Biomarine	350
Sté Cosirenne	200
Aquacompany	80

Les stratégies de ces exploitations à court et moyen terme sont indiquées dans la figure 27. Comme l'indique cette figure, l'augmentation de la production et l'exploration de nouveaux marchés sont les principales priorités des exploitations interrogées, suivies par l'amélioration de la qualité de la production.

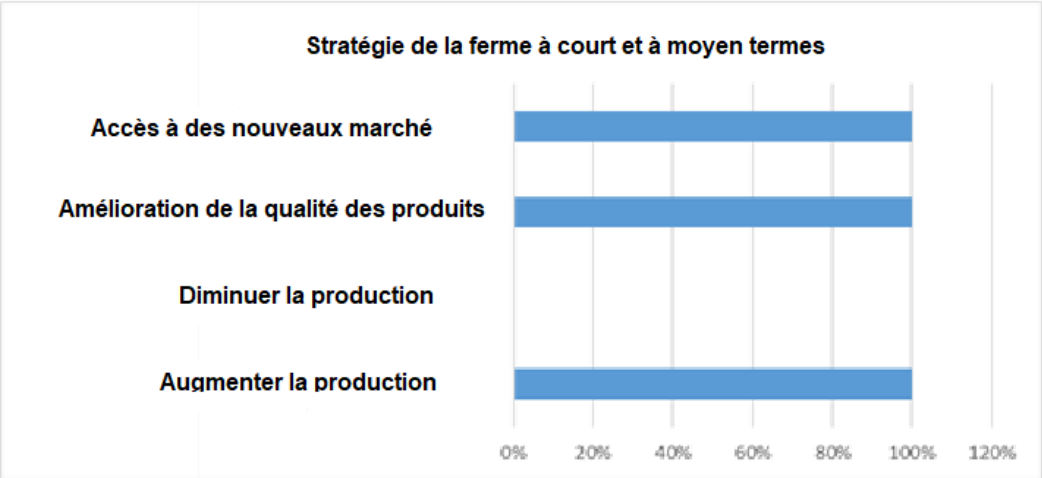


Figure 26 : Stratégie des fermes aquacoles à court et à moyen terme

Les exploitations interrogées ont expliqué que les principaux facteurs limitant l'expansion de leur activité sont indiqués dans la figure suivante (Fig. 28).

- Coût d'investissement élevé (indiqué par toutes les fermes aquacoles interrogées)
- Limitation de la capacité du marché local (également indiqué par toutes les fermes)
- Manque d'investissement financier (indiqué par 80 % des exploitations)

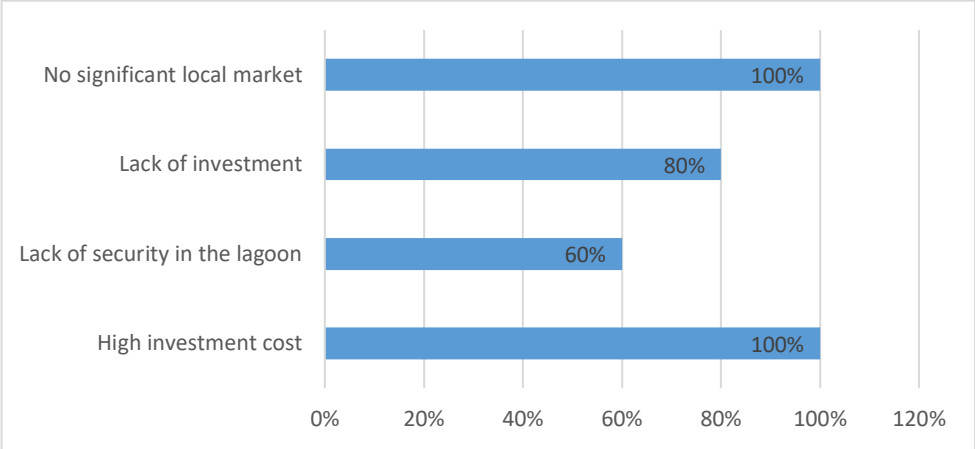


Figure 27 : Les principaux facteurs limitant l'expansion des activités.

Il est intéressant de noter qu'à travers le premier questionnaire, nous avons remarqué le manque d'utilisation des technologies/outils d'innovation par les exploitations conchylicoles. Selon les données obtenues au cours la présente enquête, les principaux obstacles à l'innovation/utilisation des technologies sont indiqués dans la figure suivante (Fig 29). Selon tous les aquaculteurs, le coût élevé des investissements pour mettre en œuvre de nouvelles technologies reste le principal problème (100 % des producteurs interrogés), notamment en ce qui concerne les techniques de récolte et de tri des produits. De même, le manque d'incitations gouvernementales est indiqué par 20 % des producteurs de coquillages.

Le gouvernement est conscient des nouvelles technologies qui sont utiles pour améliorer l'efficacité de la production. Pour cette raison, une incitation financière (le décret N° 2017-389 du 9 mars 2017 d'incitation financière lors de l'introduction de technologies nouvelles/innovantes) a été disposée aux aquaculteurs. Cependant, comme l'indique la figure 23, 80 % des exploitations conchylicoles interrogées n'étaient pas informés de cette incitation. Ainsi, un effort doit être fait sur la sensibilisation des aquaculteurs pour bénéficier de cette opportunité.

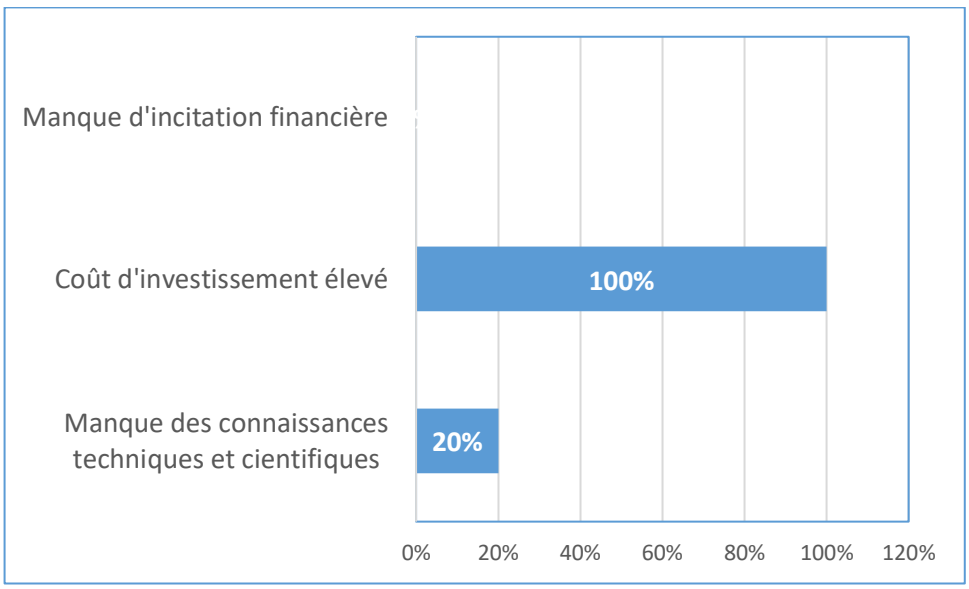


Figure 28: Les principaux obstacles à l'innovation / à l'utilisation des technologies

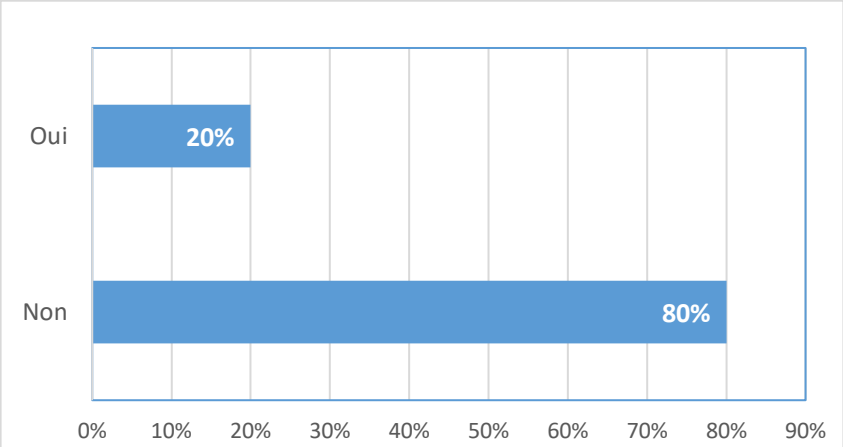


Figure 29 :. Connaissance des incitations financières à investir dans la maîtrise et l'introduction de nouvelles technologies.

La production de moules et d'huîtres se fait dans la lagune de Bizerte. Cette grande lagune est abritée et présente de grandes zones peu profondes, des températures plus élevées et des apports importants de nutriments. Cette activité reste peu développée en raison de fortes pressions anthropiques sur la lagune et de contraintes sanitaires. Dans ce contexte spécifique, 80 % des conchyliculteurs indiquent que les conditions environnementales des sites de production constituent une contrainte sérieuse pour leurs exploitations (Fig. 31).

En ce qui concerne l'auto-surveillance des paramètres environnementaux par les conchyliculteurs et la disponibilité de la base de données environnementales de leurs sites de production, seulement 20 % des exploitations aquacoles disposent déjà d'une base de données. Dans ce contexte, il est utile de sensibiliser les producteurs à la mise en place d'une base de données environnementales spécifique à chaque exploitation pour une meilleure gestion de leurs fermes en anticipent les événements critiques rencontrés tout au long du cycle de production.

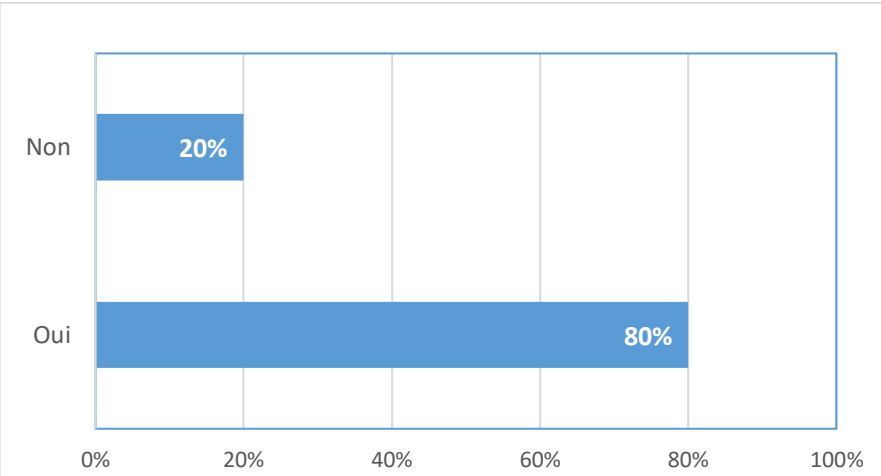


Figure 30: Présence (Oui) ou absence (Non) de contraintes environnementales pour les exploitations conchylicoles

Selon les fermes interrogées, les étapes les plus problématiques du cycle de production sont

- Le captage/fixation des naissains naturels
- La récolte et la commercialisation des produits récoltés
- La commercialisation des produits récoltés en raison de blocages par les vétérinaires lorsque les analyses sanitaires ne sont pas conformes au niveau approprié pour la consommation humaine.

D'après les exploitations conchylicoles interrogées, 80 % des producteurs considèrent que la saison chaude est la plus problématique, car elle est associée à une mauvaise qualité de l'eau et à un niveau de moralité élevé (Figure 32).

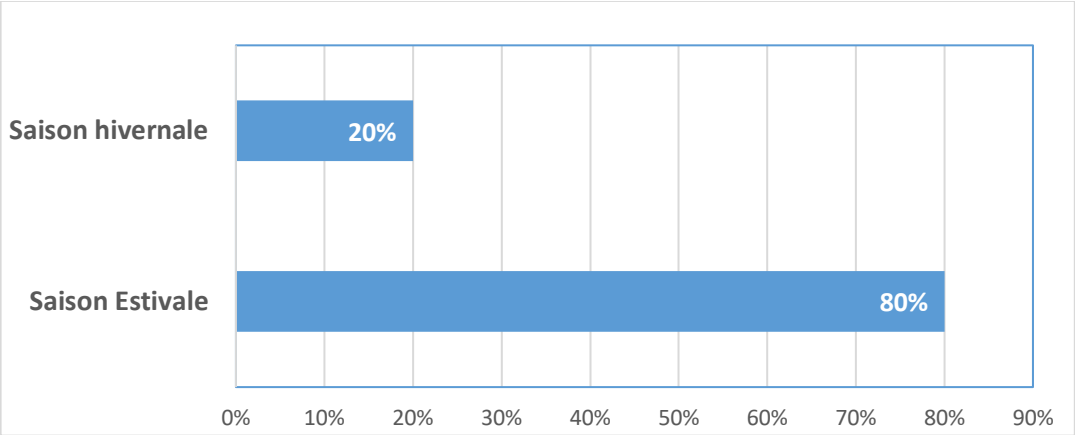


Figure 31: La saison la plus critique de la production de coquillages

Dans la production de coquillages, seuls 20% des producteurs ont rencontré des maladies (Fig. 33). Les parasites de l'huître sont le principal obstacle, qui peut affecter l'efficacité de la production.

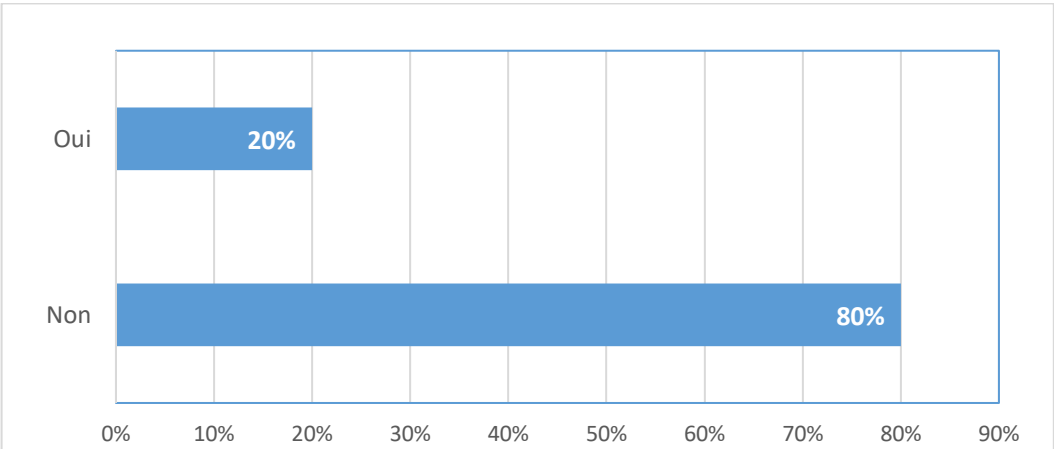


Figure 32: Fréquence de la maladie rencontrée dans la production de coquillages

Au cours du cycle de production, lorsque les producteurs sont confrontés à certains problèmes techniques/environnementaux, 80 % des exploitations conchylicoles contactent les instituts de recherche pour traiter ces problèmes (figure 34 a). Comme l'indique la figure 34 b, l'INSTM et l'Institut Pasteur (IP) sont les principaux instituts de recherche contactés.

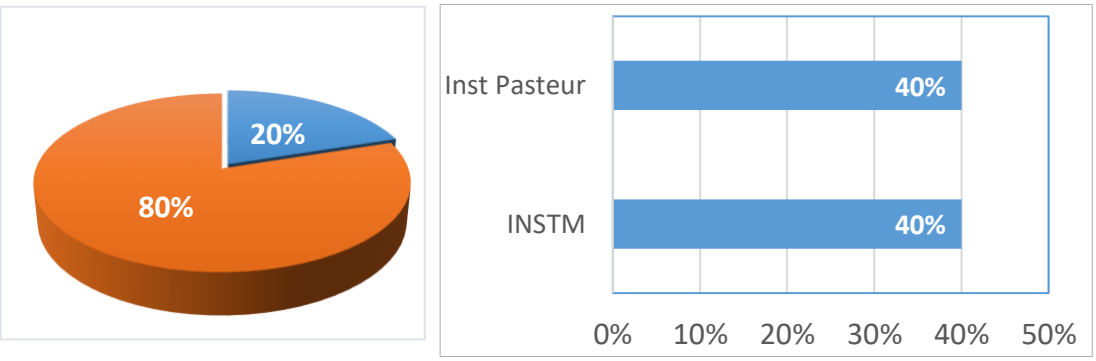


Figure 33: Relations entre les fermes aquacoles et les instituts de recherche : Fig a : couleur orange :Oui/couleur bleue :Non : relation de coopération technique existante/non existante. (b) : instituts les plus contactés pour traiter les problèmes rencontrés.

Selon les exploitations conchylicoles interrogées, nous avons essayé d'estimer la quantité totale de déchets générés. Cette quantité est classée comme suit :

- Filets : 3 tonnes / an
- Lanternes et sacs pour l'ostréiculture : 300 Kg / an
- Écubiers et cordages : 2 tonnes / an
- Flotteurs : 2 tonnes / an

La quantité de déchets susmentionnée a été collectée et traitée par des entreprises spécifiques pour le recyclage des matières plastiques.

Scénario d'amélioration de la durabilité : Favoriser la symbiose avec les aquacultures via l'aquaculture multitrophique intégrée (AMTI)

La production de moules et d'huîtres en Tunisie est actuellement assurée par 7 entreprises avec une capacité totale de 880 tonnes par an (Rapport 1)). Bien que la production actuelle, en particulier de *Mytilus galloprovincialis*, ait diminué au cours des 10 dernières années, les huîtres peuvent contribuer à une augmentation de la valeur totale du secteur aquacole tunisien. Les moules et les huîtres sont des organismes extracteurs qui réduisent l'eutrophisation et peuvent éliminer la pollution organique issue de la pisciculture intensive de poissons. Les huîtres, en particulier, ont une valeur commerciale et une demande du marché élevées. La combinaison des mollusques avec l'intensification des activités de pisciculure en cages à filet pour la production des deux espèces principales, la daurade (*Sparus aurata*) et le bar (*Dicentrachus labrax*), permet une aquaculture plus durable des poissons le long des côtes tunisiennes. L'aquaculture multi-trophique intégrée peut aider à réduire l'impact environnemental, l'acceptation sociale et augmenter la capacité de charge des sites aquacoles déjà en production.

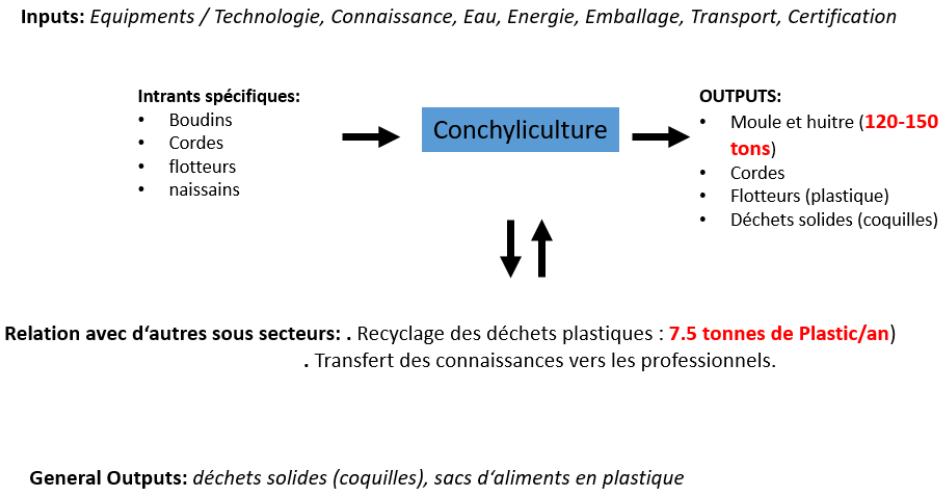


Figure 34 : Interaction du sous-secteur de la conchyliculture avec d'autres sous-secteurs

Les principaux problèmes de ce sous-secteur sont les suivants : La production tunisienne de coquillages est confrontée à des problèmes environnementaux dans la lagune de Bizerte et une mortalité relativement élevée se produit pendant la saison estivale en raison de l'écosystème d'eutrophisation et du manque d'oxygène.

Une opportunité alternative serait de déplacer cette activité en pleine mer avec une eau de bonne qualité et un bon niveau d'oxygène. Cependant, la faible performance de croissance (écosystème oligotrophe : moins de nutriments et de matière organique) constitue le principal problème. Pour surmonter ce problème, le transfert en pleine mer devrait être associé à la production en cage des poissons pour constituer un système d'aquaculture multitrophique intégré (AMTI) en tant que production symbiotique : Mollusques-Poissons.

4 Conclusions et questions clés des sous-secteurs prioritaires

Les questions identifiées à partir des évaluations des entretiens et des études sectorielles spécifiques, constituent la base de l'identification des sous-secteurs prioritaires et des tâches de développement stratégique.

4.1 Pisciculture

Au cours de la dernière décennie, l'aquaculture tunisienne a connu une augmentation significative de sa production, basée principalement sur l'intensification de la pisciculture marine, en particulier la daurade (*Sparus aurata*) dans des systèmes en cage offshore. La zone potentielle de production se situe dans le Centre-Est de la Tunisie.

L'évaluation du secteur aquacole tunisien montre que le secteur, malgré les contraintes rencontrées, se caractérise par des indicateurs de performance raisonnables (performance de croissance, taux de survie...). Cependant, le TCA reste relativement élevé et devrait impérativement s'améliorer.

Pour atteindre cet objectif, nous recommandons l'introduction des technologies SMART appropriées, qui réduisent les pertes d'aliments distribués et ainsi l'impact environnemental.

4.1.1 Traitement des déchets

Les principaux déchets solides produits par les systèmes d'élevage en cage sont les sacs en plastique d'aliments et les déchets biologiques provenant de l'éjection des poissons, des aliments non consommés et des matières fécales rejetées dans l'environnement d'élevage.

En ce qui concerne les sacs plastiques, la quantité est estimée entre 4 et 10 tonnes par an et la plupart des fermes aquacoles vendent ces plastiques à des sociétés privées pour le recyclage des plastiques et donc leur valorisation.

En ce qui concerne les déchets biologiques provenant des poissons morts, des aliments non consommés et des fèces, les processus de traitement sont plus difficiles car l'élevage a lieu en pleine mer et il est difficile de concevoir un système spécifique pour collecter ces déchets.

Cependant, dans la section suivante, nous présenterons quelques suggestions pour faire face à ces difficultés et pour réduire l'impact environnemental de la pisciculture marine intensive offshore.

4.1.2 Circularité des chaînes de valeur et options d'optimisation

Comme indiqué ci-dessus, au cours de son évolution, l'aquaculture tunisienne a rencontré de nombreuses contraintes, dues à des aspects économiques, environnementaux et sociaux, qui peuvent affecter sa durabilité.

Pour relever ces défis et assurer un développement durable, le secteur aquacole doit trouver, à travers l'innovation technologique et écologique, un moyen d'augmenter et de diversifier la

production pour répondre à la demande croissante tout en prenant en compte et en limitant les im-pacts potentiellement négatifs sur l'environnement et d'augmenter la circularité des processus de production.

Dans ce contexte, les systèmes d'aquaculture multitrophes intégrés (AMTI) visent à améliorer la productivité et la durabilité environnementale de la pisciculture marine offshore par la mise en œuvre de systèmes innovants. Le principe de ce système innovant est la conception d'une chaîne alimentaire artificielle qui permet à une espèce de trouver une source de nourriture dans les déchets d'une autre espèce et d'améliorer ainsi la circularité du système de production.

Par rapport à l'aquaculture monospécifique conventionnelle, l'AMTI permet de réduire au maximum l'impact environnemental et la diversification des espèces produites sur un même site de production (par exemple, mollusques, algues et poissons).

La conception d'un système d'AMTI est basée sur la chaîne trophique, où les poissons sont au sommet, les déchets des cages flottantes, y compris ceux de la nourriture non consommée, peuvent être extraits par les moules et autres détrivores tels que les concombres de mer, et les macro-algues absorbent les déchets inorganiques dissous générés par le système d'élevage. Les moules, les détrivores et les algues peuvent être utilisés comme aliments pour poissons ou pour enrichir les aliments et les sols dans l'agriculture ordinaire, soutenant ainsi l'économie bleue.

Ce "recyclage" des nutriments de l'aquaculture permettrait non seulement de réduire les déchets dans l'environnement marin, mais aussi de produire des espèces de grande valeur économique qui, en fin de compte, améliorent la rentabilité éco-nomique des fermes aquacoles.

4.2 Aliments pour l'aquaculture

La production tunisienne d'aliments aquacoles repose sur 3 sociétés ayant une capacité de production d'environ 90 000 tonnes. Les besoins réels en aliments ne dépassent pas 50 000 tonnes. Malgré cette capacité de production suffisante, les aquaculteurs importent 50 % de leurs besoins (année 2020). A court terme, il est intéressant de noter que les sociétés existantes de fabrication d'aliments pourraient assurer un approvisionnement complet en aliments pour le marché aquacole tunisien et ainsi réduire la dépendance aux importations. Comme démontré ci-dessus, les coûts d'aliments représentent plus de 60 % des coûts totaux de production.

Comme le montre notre questionnaire, la plupart des ingrédients utilisés pour la production d'aliments sont importés. Les deux entreprises de fabrication d'aliment interrogées rencontrent des difficultés pour se procurer des matières premières de l'étranger, notamment en raison du coût élevé des ingrédients requis, des droits de douane élevés, etc.

Le développement du secteur de l'alimentation à travers l'utilisation des matières premières produites localement pour l'alimentation des poissons devrait être initié, par exemple, un approvisionnement en farine de poisson locale. Ces aliments doivent correspondre aux normes internationales de qualité des aliments et permettre d'obtenir les meilleurs taux de croissance pour la daurade et le bar, permettant ainsi d'accéder à des nouveaux marchés.

Ces deux points pourraient entraîner une réduction des coûts de production et ainsi améliorer la compétitivité de l'aquaculture tunisienne puisque l'alimentation contribue à plus de 60 % de la production totale de poissons. Des sociétés telles que Next protein[1] implantée en Tunisie ou NextGenProteins[2]et des instituts internationaux tels que AWI[3] ou Steinbeis [4] pourraient aider à gagner plus d'indépendance vis-à-vis des aliments importés.

4.2.1 Traitement des déchets

Les principaux déchets de la production d'aliments sont les sacs en plastique des matières premières utilisées pour la fabrication des aliments. L'estimation de cette quantité est de 6 à 8 tonnes par an pour chaque entreprise. Les deux entreprises ne dépensent aucun coût de traitement puisqu'une entreprise privée de collecte et de recyclage des plastiques valorise ces déchets solides.

4.2.2 Économie d'énergie

Le processus de fabrication des aliments aquacole est une industrie à forte intensité énergétique qui peut augmenter les coûts des aliments et donc les coûts de production. Les deux entreprises interrogées sont conscientes de l'importance des coûts énergétiques et considèrent que la réduction de ces coûts est de la plus haute importance.

---

[1] http://nextprotein.co/
[2] https://nextgenproteins.eu/
[3] https://www.awi.de/en/science/special-groups/aquaculture.html
[4] https://www.steinbeis.de/en/network/searching-for-steinbeis-experts/detail.html?tx_z7suprofiles_detail%5Bprofile%5D=2868&cHash=a919695bc8db125f7d0c6fd17cab142d

4.2.3 Circularité des chaînes de valeur et options d'optimisation

Les protéines sont les composants les plus coûteux des aliments formulés et sont les composants limitants des régimes alimentaires, tant en termes de coûts que d'approvisionnement, et sont donc considérées comme l'intrant le plus couteux de l'alimentation en aquaculture intensive.

L'utilisation d'autres sources alternatives qui réduisent le coût des aliments est une condition préalable à la production rentable de poissons. La farine de poisson est traditionnellement utilisée comme un ingrédient majeur dans les aliments aquacoles commerciaux en tant que source intéressante de protéines hautement digestibles, en particulier pour les poissons marins ; cependant, la disponibilité réduite ainsi que l'augmentation continuelle de son coûts rendent nécessaire l'identification d'autres sources alternatives et appropriées, comme mentionné au chapitre 3.b.

Les déchets ou sous-produits de l'industrie de transformation du poisson (par exemple, le thon, les sardines, les têtes de crevettes etc.) peuvent être utilisés comme une source précieuse de protéines. Les volumes totaux de sous-produits de l'industrie des produits de la mer sont importants et pourraient devenir des ingrédients précieux dans l'alimentation des poissons. Par exemple, la farine de sous-produit de transformation de thon, générée en quantités énormes, contient 35-45% de protéines brutes et 4-7% de lipides bruts, ce qui représente un potentiel pour être utilisé comme une ressource protéique prédominante dans les formulations de régimes alimentaires pour les poissons en élevage.

D'autre part, étant donné que de grandes quantités de sous-produits de poisson sont générées par la transformation commerciale des produits de la mer et sont rejetées dans l'environnement, l'utilisation de la farine des sous-produits de conservation comme source de protéines alimentaires peut contribuer à la valorisation de cette source et à la protection de l'environnement. La diversification des sources de nutriments, comme les protéines à base d'insectes, devrait être considérée comme une alternative durable pour l'alimentation des poissons, ce qui pourrait ouvrir la voie à l'expansion des modèles commerciaux circulaires au-delà de la chaîne de valeur conventionnelle.

4.3 Ecloseries

Actuellement, une seule écloserie est en activité et sa capacité est limitée. Cette capacité ne dépasse pas 20 % des quantités requises. Cependant, les sites adéquats pour l'implantation des écloseries sont disponibles. En outre, le développement de l'implantation des écloseries est bien justifié puisque la demande d'alevins aux niveaux local et sous-régional est considérée comme élevée. Il est également intéressant de noter que les coûts des alevins produits localement pourraient être très compétitifs. Cela permet de développer une économie locale avec un impact positif sur les aspects sociaux via la création d'emplois, le renforcement des capacités, etc.

Un autre aspect important qui devrait être pris en compte est la mise à niveau des installations de production en utilisant de nouvelles technologies, puisque le potentiel d'innovation et de technologie dans ce domaine évolue rapidement.

4.3.1 Économie d'énergie

En ce qui concerne la consommation d'énergie, une énorme quantité d'énergie est utilisée par l'écloserie active. Cela peut s'expliquer par des aspects techniques, principalement liés au pompage de l'eau de mer pour faire recirculer l'eau dans les installations d'élevage. Ce niveau de consommation augmente considérablement les coûts de production des juvéniles. Les responsables de l'écloserie sont conscient de la forte consommation d'énergie. Des initiatives ont été déjà prises pour réduire/rationaliser l'énergie utilisée. Le développement de systèmes aquacoles de recirculation (RAS), nécessitant moins d'eau et d'énergie de pompage mais un niveau de technologie plus élevé, peut être considéré comme une option pour l'avenir.

L'analyse de la production d'alevins montre que le sous-secteur dispose de nombreux atouts favorisant son développement et qu'il existe plusieurs possibilités d'améliorer ses performances, en utilisant des technologies avancées de traitement de l'eau et de vaccination, comme décrit au chapitre 3.c.

Cependant, des mesures réglementaires, organisationnelles et administratives devraient être envisagées afin de renforcer la compétitivité des écloseries et ainsi surmonter l'un des obstacles majeurs pour le développement de la production piscicole marine.

4.4 La conchyliculture

En général, la conchyliculture ne nécessite pas de ressources financières importantes par rapport à la pisciculture. En Tunisie, les exploitations conchylicoles sont relativement petites (les investissements ne dépassent pas 250 mille dinars et l'emploi est généralement inférieur à 5 personnes). Au cours des dernières décennies, la production de coquillages dans la lagune de Bizerte a fluctué autour de 140 tonnes. Cependant, la capacité de production de la lagune est estimée à 3000 tonnes. Cette situation est due principalement aux conditions environnementales et à la contamination permanente des produits d'élevage, par la biotoxine, rendant les produits impropres à la commercialisation sur les marchés locaux et internationaux. Cependant, avec la production d'huîtres, la conchyliculture peut donner un produit de grande valeur et peut être considérée comme sous-exploitée. En outre, les moules et les huîtres sont des composants essentiels des systèmes d'aquaculture multitrophique intégrée, qui pourraient également favoriser un développement durable de la pisciculture.

4.4.1 Traitement des déchets

La conchyliculture est une activité aquacole extractive puisque les moules et les huîtres sont des organismes filtreurs et n'ont donc pas besoin de nourriture artificielle exogène. Les coquillages réduisent la pollution de l'environnement et l'eutrophisation et leur élevage contribue donc à l'épuration des eaux.

Pour les catégories de déchets solides, comme indiqué ci-dessus, la quantité estimée de plastiques usagés (cordes, filets, flotteurs, etc.) est relativement faible et ne dépasse pas 7,5 tonnes par an.

4.4.2 Circularité des chaînes de valeur et options d'optimisation

Les producteurs de coquillages souffrent de la faible rentabilité de leurs entreprises, car l'efficacité de celles-ci dépend en grande partie des conditions environnementales de la lagune, en particulier de la situation endémique du phytoplancton toxique (biotoxines) dans les coquillages. Pour faire face à ce problème, les producteurs de coquillages déplacent leurs installations vers la haute mer à la recherche de conditions environnementales plus appropriées. Cependant, en haute mer, en raison de la faible disponibilité des nutriments, les performances de croissance et donc la rentabilité sont considérablement affectées. En outre, lorsqu'ils se déplacent vers la haute mer, les producteurs ont besoin d'installations plus sophistiquées et plus robustes pour supporter le courant et la houle. Les nouvelles technologies, telles que le développement d'écloseries et la production des juvéniles de coquillages dans la lagune et le grossissement dans les systèmes AMTI à partir des nutriments provenant de la production de poissons, peuvent contribuer à faire progresser cette activité aquacole.

La production de coquillages devrait devenir une partie intégrante de la production aquacole multitrophique intégrée à développer, car elle peut minimiser l'impact environnemental et en même temps diversifier les produits aquacoles. Dans ce contexte, les mollusques profitent de la matière organique libérée par les poissons en cages flottantes comme source de nourriture pour avoir une performance de croissance raisonnable comparée au potentiel de croissance généralement faible dans lagune.

5 Annexe

Annexe 1: Financial incitation

Le décret N° 2017-389 du 9 mars 2017 d'incitation financière lors de l'introduction de technologies nouvelles/innovantes : Les critères d'éligibilité et les procédures de demande.

Nature de l'incitation financière	% du coût	Limite de l'incitation financière
Investissements matériels pour maîtriser les technologies modernes et améliorer la productivité	50%	500 000 DT
Le développement durable : Réduire la pollution et protéger l'environnement	50%	300 000 DT
Recherche et innovation/ Promotion	50%	300 000 DT

Annexe 2:

Annexe 3: Questionnaires: Phase 2

Questionnaire 1 : Pisciculture Marine

1) Nom de la Ferme aquacole
……..
2) Capacité de production (Tonnes)
…….

3) Historique de la production (tonnes/an)

	2016	2017	2018	2019	2020
Daurade					
Loup					
Maigre					

4) Commercialisation : Merci de remplir les tableaux suivants.

	Production Totale	Production Par espèce (Tonnes)	Marché national (Tonnes)	Export (Tonnes)
2020	Daurade			
	Loup			
	Maigre			

	Production Totale	Production Par espèce (Tonnes)	Marché national (Tonnes)	Export (Tonnes)
2019	Loup			
	Daurade			
	Maigre			

	Production Totale	Production Par espèce (Tonnes)	Marché national (Tonnes)	Export (Tonnes)
2018	Loup			
	Daurade			
	Maigre			

	Production Totale	Production Par espèce (Tonnes)	Marché national (Tonnes)	Export (Tonnes)
2017	Loup			
	Daurade			
	Maigre			

5) Origines des intrants

	2020		**2019**		**2018**	
	Origine	**Quantité**	**Origine**	**Quantité**	**Origine**	**Quantité**
Alevins loup						
Alevins daurade						
Aliments	Local : Etranger :					
Médicaments						

6) Difficultés rencontrées lors des acquisitions des intrants

- ☐ Prix élevé
- ☐ Irrégularité de la disponibilité
- ☐ Taxes douanières élevées
- ☐ Dépendance de l'import
- ☐ Procédures administratives (autorisation, contrôle, etc.)
- ☐ Qualité non assurée

7) Performances technico-économiques : Merci de remplir les tableaux suivants.

Année 2020

Aliment local	Quantité consommée : ……%	Prix (DT)	
		Taux de conversion alimentaire	
Aliment importé	Quantité Consommée ……%	Prix (DT)	
		Taux de conversion alimentaire	

Année 2019

Aliment local	Quantité consommée : ……%	Prix (DT)	
		Taux de conversion alimentaire	
Aliment importé	Quantité Consommée ……%	Prix (DT)	
		Taux de conversion alimentaire	

Année 2018

Aliment local	Quantité consommée : ……%	Prix (DT)	
		Taux de conversion alimentaire	
Aliment importé	Quantité Consommée ……%	Prix (DT)	
		Taux de conversion alimentaire	

8) Stratégie de la ferme à court et à moyen termes :

- ☐ Augmenter la production
- ☐ Diminuer la production
- ☐ Diversification de la production/système de production (AMTI)
- ☐ Amélioration de la qualité de production
- ☐ Exploration de nouveau marché (Export)
- ☐ Valorisation du produit (transformation)

9) Qu'est-ce qui limite actuellement l'expansion de votre entreprise ? Veuillez en nommer 3 par ordre de priorité.

1. ……
2. ……
3. ……

10) Quels sont les principaux obstacles à l'innovation / utilisation des technologies

- ☐ Manque de connaissances techniques / scientifiques
- ☐ Coût d'investissement élevé
- ☐ Absence d'incitations gouvernementales

11) Etes-vous au courant des incitations financières pour l'investissement dans la maîtrise et l'introduction de nouvelles technologies et l'amélioration de la productivité (Décret N° 2017-389 du 9 Mars 2017).

- ☐ Oui
- ☐ Non

12) De quels acteurs importants d'autres sous-secteurs attendez-vous le plus d'impact positif pour votre ferme aquacole ? classer par ordre d'importance (1, 2, 3)

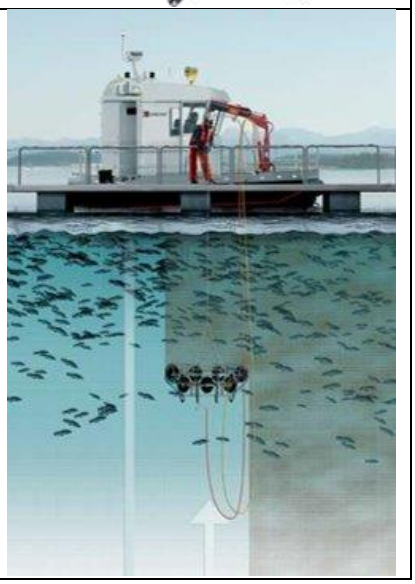
- ☐ Producteurs d'alevins (Ecloserie)
- ☐ Producteurs d'Aliments
- ☐ De la recherche scientifique

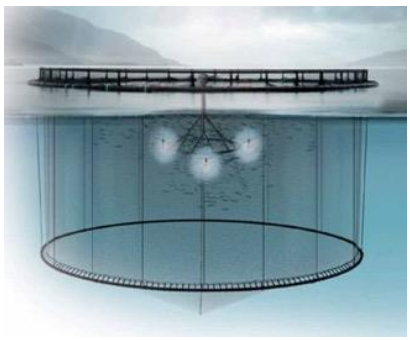
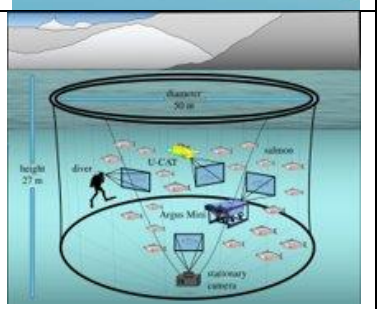
13) Ya t-ils des contraintes environnementales pour votre entreprise ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Si oui lesquelles :
……
……
……
……
…….

14) Veuillez classer (1, 2, 3, …) les technologies suivantes en termes de pertinence pour votre ferme aquacole.

Ordre	Désignation	Illustration/photo
……	Système de contrôle environnemental	
……	Système de nettoyage des filets	

……	Système de collectes des poissons morts	
……	Système d'alimentation sous-marin : Amélioration de l'efficacité de la conversion de l'aliment	
……..	Système de distribution d'aliment à surface (répartition homogène)	
……	Système optique de surveillance et ajustement de la ration alimentaire en fonction des conditions environnementales et du comportement des poissons	

……	Système d'abatage sans stress pour le poisson (conservation de son bien être)	

15) Quelle étape du cycle de production est la plus problématique ?

……
……
……

16) Quelle est la saison la plus problématique ?

……
……
……

17) Avez-vous déjà vu des maladies / parasites dans votre ferme et pouvez-vous les citer ?

……
……
……

18) Pour faire face au phénomène de fouling, combien de fois (en moyenne) changez-vous les filets au cours d'un cycle de production

- ☐ 1-3 fois
- ☐ 4-6 fois
- ☐ Plus de 6

19) Dans les jours qui suivent le changement des filets, avez-vous observé des événements de mortalité d'organismes d'élevage ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

20) Si «oui», merci d'estimer la mortalité cumulée liée au processus de changement des filets au cours d'un cycle de production ?

- ☐ < 5%
- ☐ 5 à 10%
- ☐ 10 à 15%
- ☐ > 20%

21) Avez-vous des contacts avec des instituts de recherche ? À qui adressez-vous lors des problèmes spécifiques ?

……
……
……

22) Où et comment recrutez-vous votre personnel ?

……
……
……
……
……

23) Employez-vous des Techniciens et/ou des Ingénieurs ? Et si non, le feriez-vous ?

……
……
……
……
…

24) Une estimation de la quantité d'énergie utilisée :

Kwh :
……
…….
Coût/an :
……
……
Y a-t-il une initiative pour réduire le coût/la quantité d'énergie utilisée :
……
……
……
……
……

25) Une estimation de la quantité d'eau douce utilisée

Quantité : …….
Source : ……..

Coût annuel : ……..
Le devenir de l'eau utilisée : ……
Y a-t-il une initiative pour réduire la consommation d'eau (e.g. traitement/re-utilisation) :
……
……
……
……
……

26) Déchets générés par le système de production
Quantité : ……..
Coût de traitement/de collecte : ……
Y a-t-il une initiative pour réduire la quantité des déchets générés/créer de la valeur ajoutée :
……
……
……
……
……

27) Investissement réalisé par la société : Quels sont les derniers investissements réalisés :
Type : ……
Coût : ……
Parmi les motivations de cet investissement :

- ☐ Rentabilité financière - retour sur investissement
- ☐ Enjeux environnementaux
- ☐ Contraintes/nécessités réglementaires
- ☐ Réputation
- ☐ Autre :
  ……

28) Percevez-vous déjà les bénéfices attendus de cet investissement :

- ☐ Oui
- ☐ Non

29) Seriez-vous intéressé par un projet pilote en relation avec vos activités et un entretien personnel pour clarification
……
……
……

30) Comment votre entreprise est-elle perçue par le public (réputation) ?
……
……
……

31) Seriez-vous disponible pour être contacté pour plus d'informations ?

- ☐ Oui, (e-mail / numéro de téléphone du contact):
  ……
- ☐ Non

Questionnaire 2 : Les producteurs d'aliments aquacoles

1) Nom de l'usine d'aliment

…….

2) Capacité de production (Tonnes)
…….

3) Historique de la production (tonnes/an)

	2016	2017	2018	2019	2020
Aliment Daurade					
Aliment Loup					

4) Origines des intrants
Merci de compléter les informations du tableau suivant (* 1 : disponible ; 2 : moyennement disponible ; 3 : peu disponible)

Matière premières conventionnelles utilisées	Quantité (Tonnes/an)	Origine	Prix moyen d'achat (DT/tons)	Acquisition/disponibilité*		
				1	2	3
Farines de poisson						
T. de Soja						
Gluten de Maïs						
Farine de Blé						
Huile Végétale						
Huiles de poissons						
……						
……						

				Acquisition/disponibilité*

Matière premières non conventionnelles utilisées	Quantité (Tons/an)	Origine	Prix moyen d'achat (DT/tons)	1	2	3

Matière premières non conventionnelles que vous pensez utiliser dans vos perspectives	Quantité (Tons/an)	Origine	Prix moyen d'achat (DT/tons)	Acquisition/disponibilité*		
				1	2	3

* 1 : disponible ; 2 : moyennement disponible ; 3 : peu disponible

5) 3° Répartition du Cout de production de l'aliment

	Valeurs (DT)
Matières premières	
Main d'œuvre	
Energie	
Autre ……	
Autre …….	
Total	

6) Utilisez-vous des additifs alimentaires (immunostimulants, amélioration de la santé et du bien-être, amélioration de la digestibilité etc.)

- ☐ Non
- ☐ Oui, Merci de les citer :

1- …….
2- …….
3- ……..

7) Difficultés rencontrées lors des acquisitions des intrants

- ☐ Prix élevé
- ☐ Irrégularité de la disponibilité
- ☐ Taxes douanières élevées
- ☐ Dépendance de l'import
- ☐ Procédures administratives (autorisation, contrôle, etc.)
- ☐ Qualité non assurée

8) Stratégie de la société à court et à moyen termes :

- ☐ Augmenter la production++
- ☐ Diminuer la production
- ☐ Amélioration de la qualité de production++
- ☐ Exploration de nouveaux marchés (Export)++

9) Qu'est-ce qui limite actuellement l'expansion de votre entreprise ? Veuillez en nommer 3 par ordre de priorité.

4. ……
5. ……
6. ……

10) Quelles sont les améliorations techniques et/ou Logistiques que vous projetez à le faire pour une meilleure efficience ou pour une gestion optimisée des processus ?

……
……
……
……
……
……

11) Quels sont les principaux obstacles à l'innovation / utilisation des technologies (par exemple : pour réduire l'utilisation d'Energie, réduire l'impact sur l'environnement etc.)

- ☐ Manque de connaissances techniques / scientifiques
- ☐ Coût d'investissement élevé
- ☐ Absence d'incitations gouvernementales

12) Etes-vous au courant des incitations financières pour l'investissement dans la maîtrise et l'introduction de nouvelles technologies et l'amélioration de la productivité (Décret N° 2017-389 du 9 Mars 2017).

- ☐ Oui
- ☐ Non

13) De quels acteurs importants d'autres sous-secteurs attendez-vous le plus d'impact positif pour votre société ? classer par ordre d'importance (1, 2, 3).

- ☐ Aquaculteurs
- ☐ Fournisseurs de matières premières
- ☐ De la recherche scientifique

14) Avez-vous une unité de recherche-développement dans votre entreprise pour l'optimisation et l'amélioration de votre production ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

15) Avez-vous des contacts avec des instituts de recherche ?

……
……
……

16) Où et comment recrutez-vous votre personnel ?

……
……
……
……
……

17) Employez-vous des Techniciens et/ou des Ingénieurs ? Et si non, le feriez-vous ?
……
……
……
……

18) Une estimation de la quantité d'énergie utilisée :

Kwh :
……
…….
Coût/an :
……
……
Y a-t-il une initiative pour réduire le coût/la quantité d'énergie utilisée :
……
……
……
……
…

19) Une estimation de la quantité d'eau douce utilisée

Quantité : …….
Source : ……..
Coût annuel : ……..
Le devenir de l'eau utilisée : ……
Y a-t-il une initiative pour réduire la consommation d'eau (e.g. traitement/re-utilisation) :
……
……
……

20) Déchets générés par le système de production

Quantité : ……..
Coût de traitement/de collecte : ……
Y a-t-il une initiative pour réduire la quantité des déchets générés/créer de la valeur ajoutée :
……
……
……
……..

21) Investissements réalisés par la société : Quels sont les derniers investissements réalisés:

Type : …….
Coût : ……
Parmi les motivations de cet investissement :

- ☐ Rentabilité financière - retour sur investissement
- ☐ Enjeux environnementaux
- ☐ Contraintes/nécessités réglementaires
- ☐ Réputation
- ☐ Autre : ……

22) Percevez-vous déjà les bénéfices attendus de cet investissement :

- ☐ Oui
- ☐ Non

23) Seriez-vous intéressé par un projet pilote et un entretien personnel pour clarification
……
……

24) Comment votre entreprise est-elle perçue par le public (réputation) ?
……
……

25) Seriez-vous disponible pour être contacté pour plus d'informations ?

- ☐ Oui, (e-mail / numéro de téléphone du contact) :
  _____
- ☐ Non

Questionnaire 3 : Ecloserie

1) Nom de la Ferme aquacole

……..

2) Capacité de production (Tonnes)

…….

3) Historique de la production (tonnes/an)

	2016	2017	2018	2019	2020
Daurade					
Loup					

4) Stratégie de l'écloserie à court et à moyen termes :

- ☐ Augmenter la production
- ☐ Diminuer la production
- ☐ Diversification de la production
- ☐ Amélioration de la qualité de production
- ☐ Exploration de nouveau marché (Export)

5) Qu'est-ce qui limite actuellement l'expansion de votre entreprise ? Veuillez en nommer 3 par ordre de priorité.

7. ……
8. ……
9. ……

6) Quels sont les principaux obstacles à l'innovation / utilisation des technologies

- ☐ Manque de connaissances techniques / scientifiques
- ☐ Coût d'investissement élevé
- ☐ Absence d'incitations gouvernementales

7) Etes-vous au courant des incitations financières pour l'investissement dans la maîtrise et l'introduction de nouvelles technologies et l'amélioration de la productivité (Décret N° 2017-389 du 9 Mars 2017).

- ☐ Oui
- ☐ Non

8) De quels acteurs importants d'autres sous-secteurs attendez-vous le plus d'impact positif pour votre écloserie ? classer par ordre d'importance (1, 2, 3)

- ☐ Producteurs (fermes aquacoles de grossissement)
- ☐ Producteurs d'Aliments
- ☐ De la recherche scientifique

9) Ya t-ils des contraintes environnementales pour votre écloseries ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Si oui lesquelles :
……
……
……
……
……

10) Quelle phase du cycle de production est la plus problématique ? (de Jour x à Jour y post éclosion)

……
……
……

11) Quelle est le taux de survie à la fin du sevrage ?

……
……
……

12) Quels sont les taux des principales malformations morpho-anatomiques rencontrées

- ☐ Squelettiques (fusion, lordose et scoliose) : taux = ……
- ☐ Absences de vessies natatoires : taux = ……
- ☐ Opercules courts : Taux = ……
- ☐ Maxillaires anormaux : Taux = ……

13) Pratiquez-vous la vaccination dans votre société ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

14) Avez-vous des contacts avec des instituts de recherche ? À qui adressez-vous lors des problèmes spécifiques ?

……
……
……

15) Comment recrutez-vous votre personnel ?

……
……
……

……
…….

16) Employez-vous des Techniciens et/ou des Ingénieurs ? Et si non, le feriez-vous ?

……
……
……
……
…

17) Une estimation de la quantité d'énergie utilisée :

Kwh :
……
…….
Coût/an :
……
……
Y a-t-il une initiative pour réduire le coût/la quantité d'énergie utilisée :
……
……
……
……

18) Une estimation de la quantité d'eau douce utilisée

Quantité : …….
Source : ……..
Coût annuel : ……..
Le devenir de l'eau utilisée : ……
Y a-t-il une initiative pour réduire la consommation d'eau (e.g. traitement/re-utilisation) :
……
……
……
……
…

19) Déchets générés par le système de production

Quantité : ……..
Coût de traitement/de collecte : ……
Y a-t-il une initiative pour réduire la quantité des déchets générés/créer de la valeur ajoutée :
……
……
……
……
…

20) Investissement réalisé par la société : Quels sont les derniers investissements réalisés :

Type : …….
Coût : ……

Parmi les motivations de cet investissement :

- ☐ Rentabilité financière - retour sur investissement
- ☐ Enjeux environnementaux
- ☐ Contraintes/nécessités réglementaires
- ☐ Réputation
- ☐ Autre :
  ……
  ……

21) Percevez-vous déjà les bénéfices attendus de cet investissement :

- ☐ Oui
- ☐ Non

22) Seriez-vous intéressé par un projet pilote en relation avec vos activités et un entretien personnel pour clarification

……
……
……

23) Comment votre entreprise est-elle perçue par le public (réputation) ?

……
……
……

24) Seriez-vous disponible pour être contacté pour plus d'informations ?

- ☐ Oui, (e-mail / numéro de téléphone du contact):
  ……
- ☐ Non

Questionnaire 4 : Conchyliculture

- Nom de la Ferme aquacole

……..

1) Capacité de production (Tonnes)

……..

2) Historique de la production (tonnes/an)

	2016	2017	2018	2019	2020
Moule					
Huitre					

3) Commercialisation : Merci de remplir le tableau suivant

	Production Totale	Production Par espèce (Tonnes)	Marché national (Tonnes)	Export (Tonnes)
2020	Moule			
	Huitre			

	Production Totale	Production Par espèce (Tonnes)	Marché national (Tonnes)	Export (Tonnes)
2019	Moule			
	Huitre			

	Production Totale	Production Par espèce (Tonnes)	Marché national (Tonnes)	Export (Tonnes)
2018	Moule			
	Huitre			

	Production Totale	Production Par espèce (Tonnes)	Marché national (Tonnes)	Export (Tonnes)
2017	Moule			
	Huitre			

4) Stratégie de la ferme à court et à moyen termes :

- ☐ Augmenter la production
- ☐ Diminuer la production
- ☐ Amélioration de la qualité de production
- ☐ Exploration de nouveau marché (Export)
- ☐ Valorisation du produit (transformation)

5) Qu'est-ce qui limite actuellement l'expansion de votre entreprise ? Veuillez en nommer 3 par ordre de priorité.

10. ……
11. ……
12. ……

6) Quels sont les principaux obstacles à l'innovation / utilisation des technologies

- ☐ Manque de connaissances techniques / scientifiques
- ☐ Coût d'investissement élevé
- ☐ Absence d'incitations gouvernementales

7) Etes-vous au courant des incitations financières pour l'investissement dans la maîtrise et l'introduction de nouvelles technologies et l'amélioration de la productivité (Décret N° 2017-389 du 9 Mars 2017).

- ☐ Oui
- ☐ Non

8) De quels acteurs importants d'autres sous-secteurs attendez-vous le plus d'impact positif pour votre ferme aquacole ? classer par ordre d'importance (1, 2, 3)

- ☐ Producteurs de naissains (Ecloserie)
- ☐ Fournisseurs d'équipements
- ☐ De la recherche scientifique

9) Ya t-ils des contraintes environnementales pour votre entreprise ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Si oui lesquelles :
……
……
……
……
……

10) Avez-vous une base de données environnementales de votre site de production

- ☐ Non
- ☐ Oui, Si oui quels sont les principaux paramètres environnementaux enregistrés/contrôlés
  1- ……
  2- ……
  3- ……

11) Quelle étape du cycle de production est la plus problématique ?

……
……
……

12) Quelle est la saison la plus problématique ?

……
……
……

13) Avez-vous déjà vu des maladies / parasites/virus dans votre ferme et pouvez-vous les citer ?

……
……
…….

14) Avez-vous des contacts avec des instituts de recherche ? À qui adressez-vous lors des problèmes spécifiques ?

……
……
……

15) Comment recrutez-vous votre personnel ?

……
……
……
……
…….

16) Employez-vous des Techniciens et/ou des Ingénieurs ? Et si non, le feriez-vous ?

……
……
……
……

17) Une estimation de la quantité d'énergie utilisée :

Kwh :
……
…….
Coût/an :
……
……
Y a-t-il une initiative pour réduire le coût/la quantité d'énergie utilisée :
……
……
……
……

18) Une estimation de la quantité d'eau douce utilisée

Quantité : …….
Source : ……..
Coût annuel : ……..
Le devenir de l'eau utilisée : ……

Y a-t-il une initiative pour réduire la consommation d'eau (e.g. traitement/re-utilisation) :
……
……
……
……
…

19) Déchets générés par le système de production

Quantité : ……..
Coût de traitement/de collecte : ……
Y a-t-il une initiative pour réduire la quantité des déchets générés/créer de la valeur ajoutée :
……
……
……
……
…

20) Investissement réalisé par la société : Quels sont les derniers investissements réalisés :

Type : …….
Coût : ……
Parmi les motivations de cet investissement :

- ☐ Rentabilité financière - retour sur investissement
- ☐ Enjeux environnementaux
- ☐ Contraintes/nécessités réglementaires
- ☐ Réputation
- ☐ Autre :
  ……
  ……

21) Percevez-vous déjà les bénéfices attendus de cet investissement :

- ☐ Oui
- ☐ Non

22) Seriez-vous intéressé par un projet pilote en relation avec vos activités et un entretien personnel pour clarification
……
……
…….

23) Comment votre entreprise est-elle perçue par le public (réputation) ?
……
……
…….

24) Seriez-vous disponible pour être contacté pour plus d'informations ?

☐ Oui, (e-mail / numéro de téléphone du contact) :
_____

☐ Non

Clause de non-responsabilité

Ce rapport a été produit avec le soutien financier de l'Union Européenne. Le contenu et opinions présentées est de l'entière responsabilité de ses auteurs et ne reflète pas nécessairement celles de l'ONUDI et/ou de l'Union Européenne.

Pour aller plus loin:

www.switchmed.eu
Facebook
Youtube,
Linkedin
Twitter
Flickr
Instagram