

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المديرية العامة للبحث العلمي و التطوير التكنولوجي

Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique



Projet national de recherche : rapport final

UN SYSTÈME INTELLIGENT D'AIDE À LA DÉCISION EN AQUACULTURE SAHARIENNE (SIADAS)

Chef de projet : LAALLAM Fatima Zohra

Affiliation : Laboratoire de protection d'écosystème en zones arides et semi arides

Organisme de domiciliation : Université Kasdi Merbah Ouargla

Organisme pilote : CERIST

Programme national de Recherche : 2011-2013



تقرير نهائي لمشروع البحث Rapport final du projet PNR

I-Identification du projet:

PNR

Technologies de l'information et de la communication

1-التعريف بالمشروع

Organisme pilote

CERIST

Domiciliation du projet :

Laboratoire de protection d'écosystème en zones arides et semi arides (Université Kasdi Merbah Ouargla).

Intitulé du projet

عنوان المشروع

Un Système Intelligent d'Aide à la Décision en Aquaculture Saharienne (SIADAS)

Chercheurs impliqués dans le projet

أعضاء المشروع و المؤسسة المستخدمة

Nom et prénom الاسم و اللقب	Grade الرتبة	Etablissement employeur المؤسسة المستخدمة	Observation
LAALLAM Fatima Zohra	MC (A)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Actif
SAID Bachir	MC (B)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Actif
BENMIR Abdelkader	MA (A)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Actif
MEFLAH Mohamed Salim	MA (A)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Actif
DEBBAGH Farah	MA (A)	Université Kasdi Merbah Ouargla	Actif

Déroulement du projet :

Rappeler brièvement les objectifs du projet et les tâches prévues

تذكير مختصر بأهداف المشروع و المهام المسطرة :

L'objectif principal de notre projet est d'offrir une application web d'aide à la décision dans le domaine de l'aquaculture saharienne, ce qui permet aux producteurs de prendre la meilleure décision, afin d'augmenter la production en quantité et en qualité et de limiter les dégâts qui peuvent se produire pour différentes raisons. L'aquaculture saharienne est une expérience très récente. La réussite de cette activité doit s'appuyer sur toutes les technologies ayant une relation directe ou indirecte avec ce domaine.

Notre travail se déroule en plusieurs phases :

Premièrement nous nous concentrons sur l'acquisition de connaissances du domaine d'aquaculture. Les connaissances acquises portent essentiellement sur l'installation des bassins, la vérification de l'ensemble des conditions nécessaires à l'élevage des produits aquatiques, la surveillance, le diagnostic des maladies et souffrance ainsi que l'intervention en cas de dégâts.

La deuxième phase consiste à la conceptualisation des connaissances acquises, par l'élaboration d'un modèle conceptuel identifiant les connaissances du domaine d'aquaculture et leur sémantique.

Ensuite nous passons du modèle conceptuel à la représentation formelle des connaissances, en utilisant une ou

plusieurs ontologies. Nous utilisons le langage OWL (Ontology Web Language) comme langage d'ontologies. Dans cette phase nous définissons aussi les différentes règles d'aide à la décision, avec le langage de règles SWRL (Semantic Web Rule Language). Les règles définies, seront exécutées soit pour extraire des connaissances à partir des ontologies, soit pour déduire des nouveaux résultats. Ces règles sont regroupées selon la nature de la décision visée.

Après l'ontologisation des connaissances, nous atteindrons la phase mise en œuvre du système. Notre système sera implémenté sous forme d'une application web à base d'agents, accessible via internet ou via un réseau local, utilisable à travers une interface utilisateur simple et aisée.

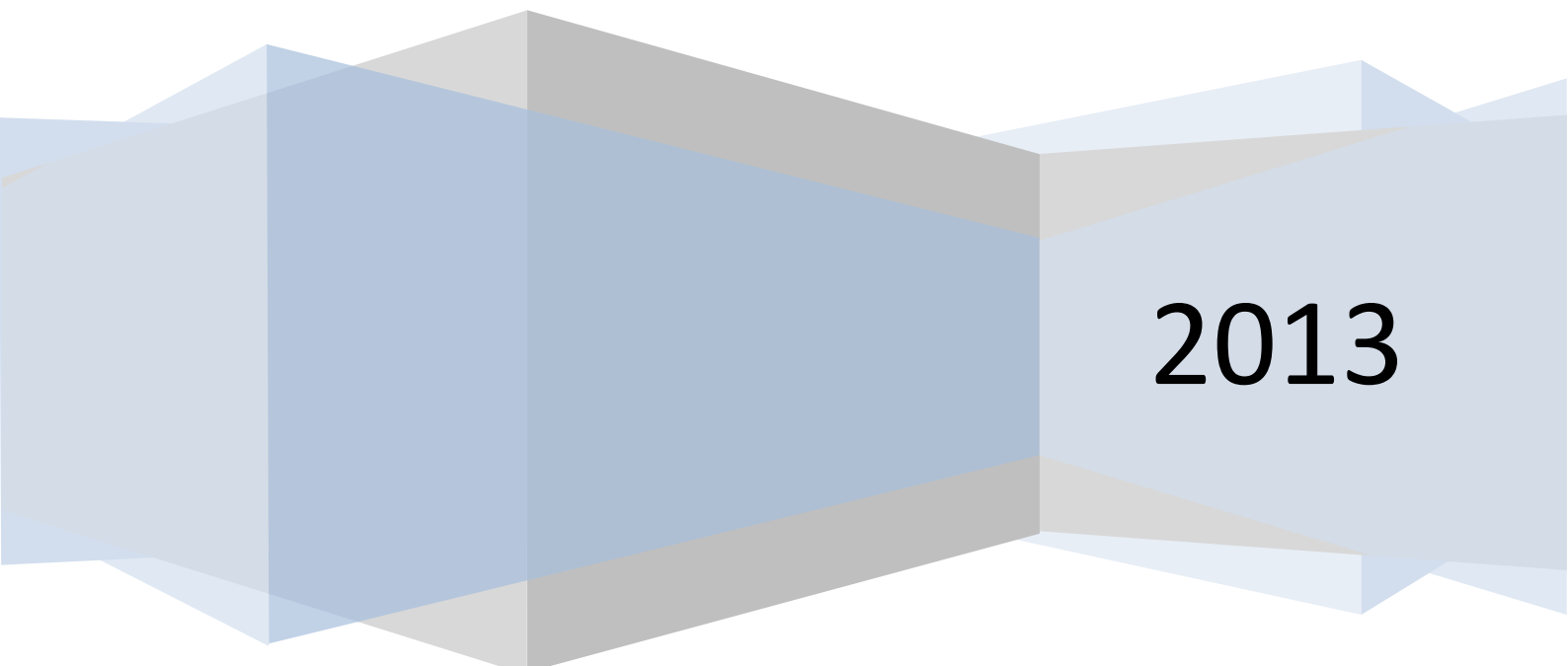
La dernière phase est l'expérimentation, le système passe dans cette phase, premièrement par des tests statiques effectués par des experts d'aquaculture on examinant toutes ces fonctionnalités, ensuite il sera diffusé en un ensemble limité d'utilisateurs pour le test dynamique.

Projet PNR intitulé :

***Un système intelligent d'aide à la
décision en aquaculture saharienne***

**Thème : Technologies de l'information et de la
communication**

Rapport scientifique



2013

Table de matières

Table des matières	0
I. Introduction	4
II. Présentation du domaine d'aquaculture	0
a. Définition	5
b. L'Objectif d'aquaculture	0
c. Le poisson Tilapia	7
d. Quelques systèmes d'aide à la décision pour le poisson Tilapia	0
III. Les maladies de Tilapia	7
III.1. L'aide au diagnostic	0
III.2. Les maladies des poissons	7
IV. Modélisation du système	0
IV.1. Conception de l'ontologie de diagnostic	7
IV.2. Architecture du système	1
V. Expérimentation	0
V.1. Présentation de l'application	1
V.1.1. L'ontologie de diagnostic	4
V.1.2. Les modules du système	1
V.2. Teste de l'application	4
V.2.1. Scénario d'exécution	1
V.2.2. Résultats obtenus	5
V.2.3. Discussions et évaluation	2
VI. Conclusions et perspectives	0
VII. Bibliographie	2
VIII. Annexes	0
IX. Information financière	2
	4
	2
	7
	2
	7

2
7
2
8
2
9
2
9
3
0
3
1
3
2
3
3
3
3
5
4
7

I.

Introduction

L'aquaculture est le terme générique qui désigne toutes les activités de production animale ou végétale en milieu aquatique, Certains systèmes de récifs artificiels ou dispositifs attracteurs peuvent être assimilés à de l'aquaculture, dès lors qu'il y a offre en nourriture ou en support.

A l'instar d'autres domaines, l'aquaculture contribue au développement du secteur agricole et économique du pays. La nouveauté en Algérie dans ce domaine, est de pratiquer cette activité au sud du pays. La particularité dans l'aquaculture saharienne réside essentiellement dans les conditions d'élevage et aussi le manque d'expérience vu que l'activité est récente dans cette zone.

plusieurs difficultés rencontrent les spécialistes du domaine, en effet :

- La divergence entre les conditions d'élevage (température, aération, pression, eau ...) trouvées (du milieu artificiel) par rapport aux conditions du milieu naturel.
- Le manque d'expertise (chez les producteurs) dans le domaine d'aquaculture surtout au sud.
- La sensibilité des produits aquatiques aux oscillations inattendus, qui peuvent causer des dégâts, ce qui nécessite un contrôle périodique et une résolution rapide des problèmes.
- Les sites de production se trouvent souvent isolés et éloignés des spécialistes, par conséquent l'intervention sera lente en cas de problème.

A cet effet la démarche de notre projet consiste à rechercher des solutions aux problèmes posés, en appliquant les technique donc nous devons applique nos connaissances informatiques pour offrir un support logiciel aux producteurs pour l'assistance à la prise de décision, en exploitant toutes les expertises de l'aquaculture disponibles.

Notre projet de recherche à comme objectif principal d'offrir une application web pour l'aide à la décision dans l'aquaculture saharienne, ce qui permet au producteur de prendre la meilleure décision, afin d'améliorer les conditions de travail. L'aquaculture saharienne est une expérience très récente, la réussite de cette activité doit s'appuyer sur toutes les technologies ayant une relation directe ou indirecte avec ce domaine.

Notre projet vise à :

Côté scientifique : garantir une formation continue et une capitalisation d'expertises des producteurs, à l'effet d'une utilisation fréquente de système. A plus, nous voulons que notre système soit adopté comme une référence scientifique dans le domaine d'aquaculture, non seulement pour les producteurs mais aussi pour les étudiants universitaires, sachant qu'il existe une spécialité « Aquaculture » à notre université. Donc le système permet un accès facile à une grande collection de connaissances et d'expertises sur le domaine.

Côté technique: fournir un support technique à l'utilisateur pour pouvoir résoudre ses problèmes seul, sans revenir aux experts, ce qui lui permet d'intervenir rapidement et efficacement.

Côté technologique : employer des technologies informatiques (méthodes et outils) pour le développement, l'amélioration, et la modernisation de la production aquatique.

Dans le cadre socio-économique, on trouve que la production aquatique risque toujours d'avoir des dégâts qui peuvent causer quelque fois une faillite totale d'un projet. Alors notre objectif est d'aider les producteurs d'une côté à prévenir les problèmes, ou à traiter les problèmes rapidement et régulièrement, et d'une autre côté, à augmenter les bénéfices, car l'expertise joue un rôle très important dans l'optimisation de la production en genre en nombre.

II. Présentation du domaine d'aquaculture

II.1. Définition

On définit l'Aquaculture comme étant « l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques ». L'Aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs.

Par aquaculture, on entend différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées.

II.2. L'Objectif d'aquaculture

Le but fondamental, au sens commun, des activités aquacoles est de produire de la matière vivante à partir de l'élément aquatique, c.à.d. la production pour la consommation humaine d'aliments riches en protéines.

Elle consiste en fait à manipuler les milieux aquatiques, naturels ou artificiels, pour réaliser la production d'espèces utiles à l'Homme :

- ✓ Les objectifs de l'aquaculture sont cependant relativement variés selon le contexte économique dans lequel ils s'inscrivent.
- ✓ Dans les pays industrialisés, c'est l'obtention de produits aquatiques très appréciés et de haute valeur commerciale que la pêche ne peut pas fournir en quantité suffisante.
- ✓ Dans les pays en voie de développement, l'objectif est de produire des protéines animales que les élevages traditionnels ne peuvent fournir en quantité suffisante.
- ✓ Production de poissons et d'appâts vivants pour la pêche professionnelle et sportive.
- ✓ Introduction de nouvelles espèces.

Production de juvéniles pour la reconstitution des stocks naturels.

II.3. Le poisson Tilapia

II.3.1. Définition

Le Tilapia Nilotica (*Oréochromis niloticus*) est l'espèce piscicole la plus intéressante à cause de sa rusticité et sa vitesse de croissance ; Ubiquiste dans la ceinture intertropicale ; capable de vivre et de se reproduire en mer ; atteint 250g au bout de cinq mois d'élevage artisanal, avec un indice de transformation de 2.5.

Tilapia Nilotica fait partie de la famille des Cichlidaeae. Les espèces de cette famille se reconnaissent aisément par :

- Tête portant une seule narine de chaque côté ;

- Os operculaire non épineux et l'os pharyngien inférieur plus long que supérieur ;
- Corps assez court et trapu, Comprise latéralement, recouvert de petites écailles cycloïdes et parfois d'écailles cténoïdes ;
- Nageoire anale avec au moins les 3 premiers rayons épineuses et entre 10 et 11 rayon mous ;
- Une nageoire dorsale longue à partie antérieur épineuse (16-17 épines) et à partie postérieure molle (11 à 15 rayons).
- Une coloration grisâtre avec poitrine et flancs rosâtre et une alternance de bande verticale claire et noire nettement visibles notamment sur la nageoire caudale et la partie postérieure de nageoire dorsale.
- La nageoire caudale fins et continuée.
- Un nombre élevé des branchiospines fines et longues (18 à 28 sur la partie inférieur du 1er arc branchial, et 4 à 7 sur la partie supérieure.

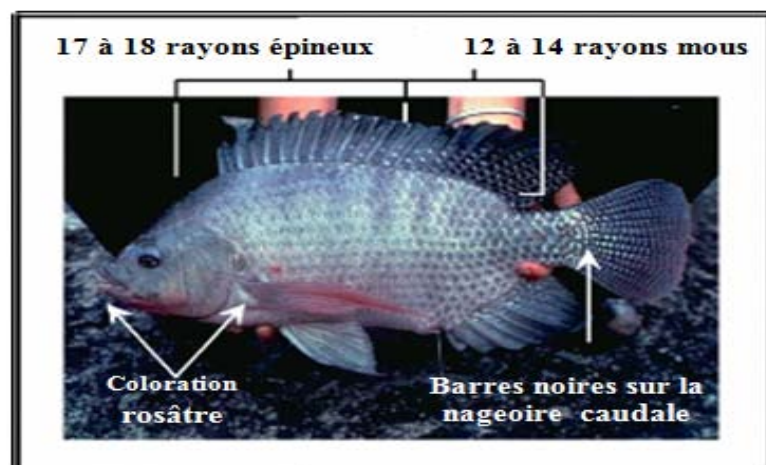


Figure II.1: La morphologie de *Tilapia nilotica* « *Oréochromis niloticus* »

II.3.2. Alimentation de *Tilapia Nilotica*

L'alimentation est un facteur très important dans l'élevage de poisson, et aussi du point de vue économique. Elle présente plus de 65% de totalité de coût d'élevage. D'autre part, elle est indispensable pour le fonctionnement des êtres vivant : la croissance, la reproduction, le mouvement...etc.

Chaque espèce de poisson représente des besoins nutritionnels spécifiques en nutriments (glucides, protéines, lipides, vitamines...). Ces besoins doivent être satisfaits de point de vue quantitatif et qualitatif. Le *Tilapia Nilotica* est caractérisé principalement par ses besoins élevés en protéines par rapport aux glucides et lipides.

II.3.3. La qualité d'eau

Qualité de l'eau et la quantité varient d'un endroit à l'autre, et sont affectée par des facteurs écologiques tels que la qualité des sols et l'air. Sur un ensemble, les eaux souterraines est considérée comme plus souhaitable pour l'aquaculture, car il a la qualité de l'eau plus cohérente qu'eaux de surface, et est moins susceptible d'être contaminé par pathogènes ou de poisson.

Comme il peut être difficile de réglementer de grands volumes d'eau dans étangs à ciel ouvert ou à écoulement continu seul passage des systèmes de culture, la sélection des espèces est largement tributaire de la nature de l'eau disponibles.

quel que soit le type d'eau disponible ou les espèces choisies, tous les poissons dépendent entièrement de l'eau pour vivre, manger, grandir et d'accomplir d'autres fonctions corporelles.

Par conséquent, il n'est pas surprenant que le succès d'un élevage de poissons mise en place est en grande partie de son programme de gestion de l'eau de qualité. Ce qui suit sont quelques paramètres qui sont considérés comme le plus important de l'aquaculture du tilapia :

Paramètres	Limites de tolérance
Température (°C)	21 - 30
Oxygène dessous (mg/l)	0,1 Survie en quelques heures
	2 - 4 Survie des alvins
	> 5 Bonne croissance
Salinité (mg/l)	<10-14
pH	7 -8
NH ₃ (mg/l)	<0,1
Alcalinité (mg/l)	20-400
Dureté (mg CaCO ₃ l-1)	20-300

Tableau II.1 : les paramètres d'eau adaptable pour Tilapia

II.3.4. Le poisson Tilapia se cultive en Algérie

Cette décision a été prise à la suite du succès de la première expérience concernant le lancement de la production de ce type de poissons en Algérie. La seconde cargaison, estimée a 1,5 tonne et constituée de gros poissons destines au peuplement et d'alevins, sera livrée pour pousser naturellement en eau douce (barrages, bassins, espaces aquatiques) avant le passage au peuplement artificiel accru de ce type de poissons.

Évaluant la première expérience du Tilapia en Algérie, lancée en 2001 grâce à un don (1,5 tonne de poissons) offert à l'Algérie par le gouvernement égyptien, en application des recommandations de la commission mixte réunie en février 2001 à Alger, les responsables de l'ONDPA ont déclaré que l'expérience a été un succès. Ces poissons qui vivent dans les eaux tièdes du Nil depuis des millénaires, ont supporté le climat froid en Algérie, notamment dans les régions du nord.

Après le succès de la première expérience, l'ONDPA envisage de passer à l'étape de la production artificielle. Il s'agit de faire appel aux privés pour la création de fermes spécialisées dans ce type de poissons qui seront cultivés selon des techniques modernes. Des consultations sont en cours entre les autorités algériennes chargées du secteur de la pêche et la partie égyptienne pour l'envoi de missions pour la formation et l'encadrement promoteurs et la création d'un bureau d'études mixte spécialisé dans les études de faisabilité sur l'aquaculture en eau douce.

Les responsables de l'ONDPA souhaitent l'importation de ce poisson et sa vente en Algérie. Ils espèrent également la création, par des promoteurs privés, de quelque 30 fermes aquacoles pour l'élevage du Tilapia, d'autant que l'Etat a adopté un programme national pour l'encouragement de l'aquaculture. Ainsi, dans le cadre de l'application des politiques de développement durable adoptées par le gouvernement, le ministère de la Pêche et des Ressources halieutiques a tracé trois plans quinquennaux. Le premier est relatif donc à l'aquaculture, le second relatif à la pêche maritime et océanique et le troisième au soutien à la pêche artisanale.

Ces trois plans ont mis en objectifs l'augmentation de la production jusqu'à environ 230 000 t/an, l'augmentation du niveau de consommation nationale des produits de la pêche à 6,2kg/h/an, la création de 100 000 postes d'emploi en plus des rentes en devise. Les objectifs à atteindre sont non seulement basés sur l'augmentation des captures mais aussi une pêche économique, intégrée, durable.

L'expérience du poisson Tilapia a bien réussi. Depuis le succès de la première expérience lancée en 2001, la culture du poisson d'eau douce Tilapia, ramène d'Égypte, réussit bien en Algérie.

II.4. Quelques systèmes d'aide à la décision pour le poisson Tilapia

Pour préserver la santé des ressources aquatiques et notre marché d'exportation de poissons et fruits de mer, évalué à plusieurs milliards de dollars, il est essentiel de réserver les conditions importantes d'élevage, de croissance, reproduction, au plus prévenir la propagation de maladies chez nos animaux aquatiques et d'empêcher l'introduction d'agents pathogènes exotiques.

Alors des chercheuses informaticiennes ont pris l'expérience des piscicultures existantes pendant des années et les mettre dans des systèmes intelligents pour faciliter l'aide à la décision de tout ce qui concerne l'aquaculture. Parmi les systèmes existants les suivants :

II.4.1. AquaFarm

AquaFarm utilise la modélisation et la simulation informatique comme un fondement analytique pour la conception du système et des tests de performance. Il peut être appliqué à tous les types de systèmes d'aquaculture, y compris les poissons, crustacés, mollusques et des microalgues et des installations de production de macroalgues . AquaFarm n'est pas destiné à la gestion des opérations quotidiennes et la tenue de dossiers.

AquaFarm peut être appliquée à un large éventail de poissons, crustacés, mollusques, micro-algues et des installations de production, y compris :

- Les macroalgues statiques et les systèmes de recirculation de l'eau d'étang.
- La réutilisation de l'eau intensif et les systèmes de recirculation.

AquaFarm peut être utilisé pour la conception d'aquaculture et la planification de gestion, le développement des entreprises, la recherche et l'éducation.

Les utilisateurs d'AquaFarm ont un contrôle complet sur les configurations système, les composants des installations physiques, les espèces de la culture et les stratégies et méthodes de gestion. Après la spécification des installations, des performances physiques, biologiques, économiques, l'installation est prédite par la simulation. Les résultats de simulation sont ensuite compilés dans des résumés tabulaires et graphiques pour l'examen. Cette procédure fournit une base analytique puissante pour la prise de décision, allant de l'essai de scénarios et de ce qui-si des analyses pour affiner les spécifications du système et planification de la gestion.

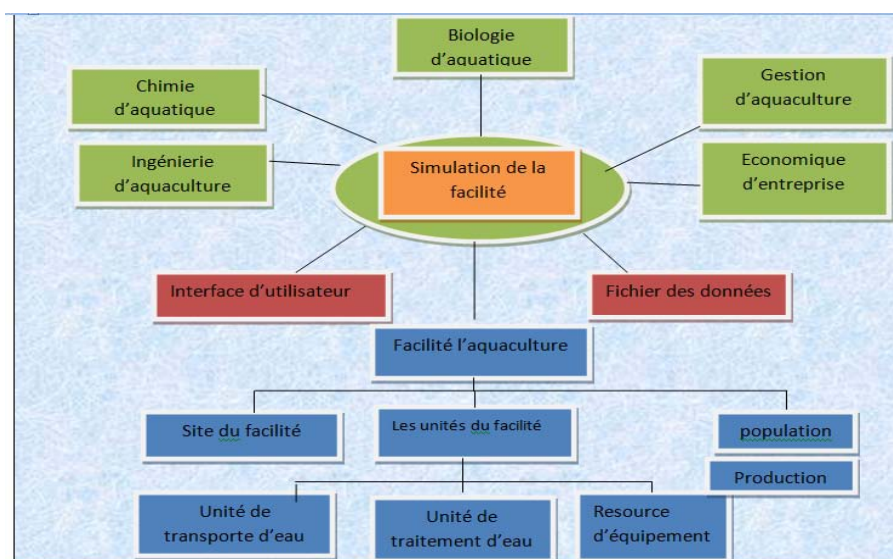


Figure II.2 : L'architecture logicielle de AquaFarm

II.4.2. HAMES (Hawai Aquaculture Module Expert Système)

Le système expert HAMES (Hawaii Aquaculture Module Expert System) est un logiciel informatique qui offre une aide à diagnostiquer et traiter les maladies et syndromes de tilapia. Ce logiciel, a été développé en 1993 en vertu d'un projet intitulé «Module des maladies Système expert pour hawaïenne de l'aquaculture," qui a été financé par le Centre pour l'aquaculture tropicale et subtropicale (CSTC) en vertu d'une subvention du ministère américain de l'Agriculture (Cooperative State Research, Education Service) et de la vulgarisation (USDA CSREES).

HAMES comprend cinq composantes, y compris:

- Révision des renseignements, qui est divisé en sections suivantes: un aperçu des HAMES, Sujets de lecture, Glossaire, Méthodes de laboratoire, Bibliographie, d'assistance et d'extension fournisseurs;
- Détermination de volume : un utilitaire conçu pour calculer le volume d'un grand nombre de récipients.
- Résoudre un problème, qui s'appuie sur l'observation et certains tests de paramètres de l'eau pour aider l'agriculteur tilapia comprendre les maladies qui peuvent affecter le tilapia à Hawaï, est divisé en sections intitulées Observations sur le terrain, microscopie, analyse d'eau et d'ammoniac;
- Le traitement, qui contient les catégories suivantes: Liste des produits chimiques, des ectoparasites, l'anesthésie, les bactéries, de désinfection, les champignons et le contrôle des algues;
- Contrôler Cette session, qui fournit aux utilisateurs un moyen de visualiser les données et les informations de la dernière session, à l'exception de la session en cours ou imprimer toutes les données et informations dans la session en cours.

Comme le système HAMES à des avantages, il porte aussi quelques inconvénients :

- Interface moins interactive (présentation des connaissances brutes).
- manque des images significatives pour les maladies.
- Indépendance entre le diagnostique et le traitement.
- Système fermé (ne permet pas l'enrichissement).

II.4.3. TFST (L'outil de soutien d'agriculture pour le Tilapia)

TFST est seulement un outil de soutien, il vous donne une idée générale de ce que vous pouvez faire avec votre étang. Cependant, il ne vous donnera jamais une image complète et, dans certains cas, votre réalité peut être complètement différente. Il s'agit de la première version de TFST développée en utilisant les données obtenues à partir du continent africain.

Ce logiciel inclure les grands principes et les forces motrices dans l'élevage du tilapia, mais contient une certaines lacunes dans la version actuelle, par exemple, le TFST n'englobe pas la température de l'eau. En outre, la relation entre la croissance et la teneur en protéines de l'aliment peut être améliorée.

TFST comporte deux modules :

- Le module de simulation principale: avec des entrées spécifiques d'une simulation peut être réalisée de nombreuses fois, fournissant des sorties détaillées et sa variation.
- Le module d'optimisation: ce module vous permet de rechercher la meilleure gestion, une fois que vous avez fourni vos propres données.

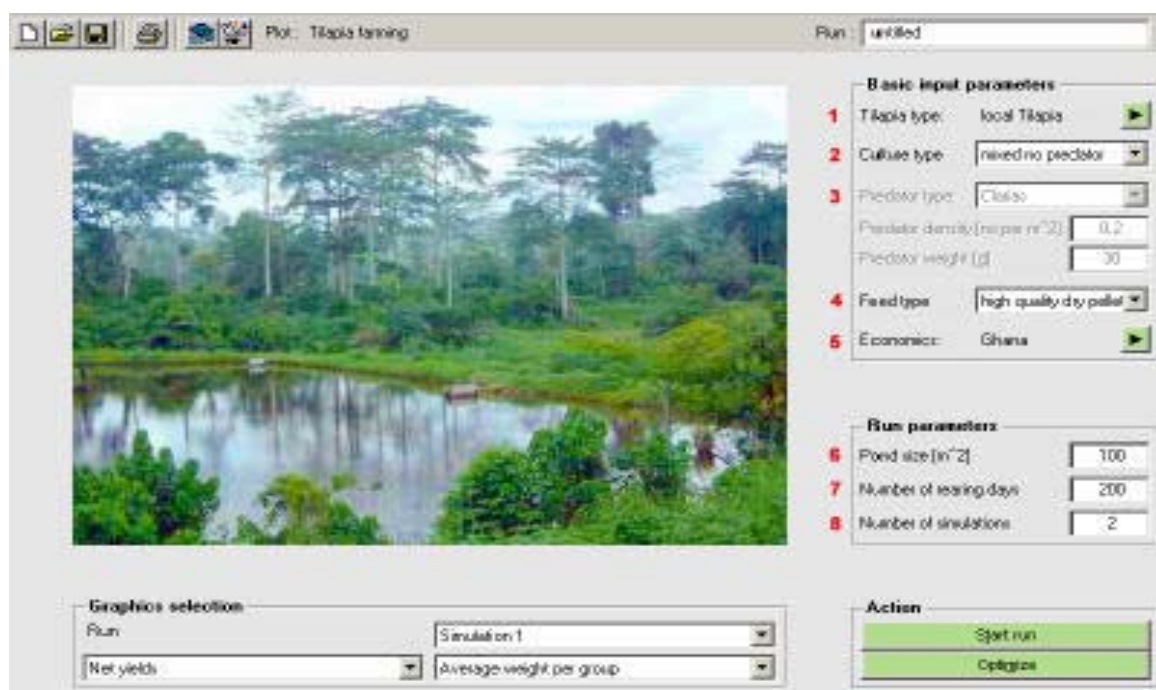


Figure II.2: L'interface de l'outil TFST

TFST a pour objectif de :

- Soutenir le développement durable de l'élevage du tilapia dans les pays en développement.
- indiquer les goulots d'étranglement économiques et biologiques et facilite ainsi la prise de décision des éleveurs de tilapias potentiels.
- L'apprentissage virtuel pour les étudiants dans les collèges de l'agriculture.

III.

Les maladies de Tilapia

Un symptôme est la manifestation d'une maladie. Il peut aider à la définir et à la reconnaître. Une maladie peut induire un seul ou de nombreux symptômes à la fois C'est pour cette raison que on insiste tant sur la démarche du diagnostique.

Dans le diagnostique qui concerne du poisson tilapia, seul un examen complet-qui comprend notamment l'observation visuel et microscopique, l'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau, et éventuellement des examens complémentaires- permettent d'identifier la cause originelle des signes observés.

Il est impossible de décrire tous les signes que peut développer un tilapia malade, il existe cependant quelques symptômes qui apparaissent, Il est important de bien les reconnaître : d'une part pour les repérer rapidement et donc détecter et les traiter au plus tôt le début d'une maladie; d'autre part pour bien comprendre les phénomènes qui les déclenchent.

Ce qui aidera à effectuer l'anamnèse (historique et faits réels de la maladie) la plus précise et la plus complète possible.

Dans ce chapitre nous avons étudiés la qualité d'eau idéale d'élevage, les maladies parasitaires, bactériennes, virales, et alimentaires du poisson tilapia.

III.1. L'aide au diagnostic

Le diagnostic, du grec dia : à travers et gnônaï : connaître, en anglais diagnosis, est l'acte par lequel le médecin, grâce au regroupement des symptômes que présente le patient, trouve une maladie dans le cadre nosologique. La diagnose du grec diagnôsis : discernement, en anglais diagnosis, est «la connaissance qui s'acquiert par l'observation des signes diagnostiques».

La nosologie est la spécialité médicale dont le but est l'étude des critères qui servent à définir les maladies afin d'obtenir une classification. Les pathologies sont regroupées en fonction de leur cause.

Les logiciel d'aide au diagnostic on été conçus dans le but de fournir aux praticiens du secteur médical des outils diagnostics innovants et faciles d'utilisation, ainsi des logiciels d'aide à la décision et de gestion des données ont été créés. Les logiciels d'aide au diagnostic prennent en compte avant tout les dossiers médicaux des patients. Les logiciels d'aide au diagnostic sont édités par spécialité médicale.

III.2. Les maladies des poissons

III.2.1. Les maladies parasitaire

Il existe plusieurs parasites qui affecte le tilapia tel que :

➤ **Maladies reliées aux trématodes monogènes :** ce sont des Maladies parasitaires principalement des familles Gyrodactylidae et Dactylogyridae, Retrouvées chez les poissons sauvages et d'élevage, en eau douce ou marine, sa distribution est mondiale, ces parasites se transmettent par des poissons porteurs, l'augmentation de la température, mauvaise qualité d'eau, ou par la fixation du parasite et ses activités d'alimentation irritent la peau et les branchies, Ils survivent jusqu'à deux semaines sans hôte.

• **Les signes cliniques :** qui déclenchent chez le poisson lors de l'infection sont : augmentation du mucus, développement d'ulcérations, infections secondaires (mycosique, bactérienne).



Figure III.1 : exemple d'un signe clinique de maladie reliée aux trématodes monogènes

Pour prévenir et traiter cette maladie parasitaire il faut :

- 1) Améliorer la qualité de l'environnement ;
- 2) Traitements chimiques en bain de formol, sel, H₂, flubendazole, organophosphorés ;
- 3) En pisciculture (eau de surface) le traitement est biannuel.

III.2.2. Les maladies virales

Le tilapia peut être infecté par des virus par exemple :

➤ **Septicémie hémorragique virale (VHS)** est une maladie virale, causée par un virus ARN du genre Novirhabdovirus, de la famille Rhabdoviridae, Plusieurs espèces affectées (marine et eau douce), il est devenue la plus importante maladie chez les salmonidés (en pisciculture) en Europe.

Cette maladie rapportable à l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale)

Septicémie, ce virus transmettre par des poissons malades ou porteurs sains -l'urine, les fluides sexuels ou lésions cutanées, l'utilisation de la nourriture non-pasteurisée (ex. Poisson entier congelé), sa transmission par les vecteurs mécaniques (filets, matériel de transport), l'élevage des espèces de susceptibilité différente peuvent également jouer un rôle.

• **Les signes cliniques** Si les poissons infecté on observe :

1. Forme aigüe

- léthargie, nage erratique, la peau foncée ;
- hémorragies sur la peau, les branchies, les yeux et sur les organes internes ;
- branchies pâles ;
- peuvent développer l'ascite et l'exophtalmie ;
- Associés à une mortalité élevée.

2. Forme chronique

- la peau foncée, l'ascite et l'exophtalmie ;
- les reins ont une apparence nodulaire ;
- mortalité moins sévère.

3. Forme nerveuse

- perte d'équilibre ;
- nagent en rond ;
- aucune lésion spécifique ;
- les Rhabdovirus ont une affinité pour le tissu neural.



Figure III.2 : Exemple d'un signe clinique de maladie Septicémie hémorragique virale (VHS)

Pour prévenir se virus :

- 1) Approvisionner la pisciculture avec des poissons certifiés exempts de maladies lorsque possible
- 2) Tenir séparé les stocks de poissons de fermes différentes et de classes d'âges différentes
- 3) Assurer des conditions d'élevage adéquates (diminuer le niveau de stress)
- 4) Désinfection des œufs avec l'iode
- 5) Désinfection de l'entrée d'eau (l'ozone, UV)
- 6) Assurer une bonne hygiène dans la pisciculture; désinfection efficace, respecter la biosécurité etc.
- 7) Vaccins – en Europe
- 8) Élevez les températures d'élevage au-dessus de 18°C si possible

Il n'existe à l'heure actuelle aucun traitement contre les virus.

III.2.3. Les maladies bactériennes :

Le Tilapia peut être attaqué aussi par des bactéries comme :

➤ **Streptococcose** : c'est une Maladie bactérienne, ovoïde Gram positif sa distribution est mondiale avec isolement chez plusieurs espèces tel que *Streptococcus iniae* est une espèce importante pour l'aquaculture (Tilapia, Bar rayé, Sériole, la Truite).

Cette bactéries se transmettent par :

- 1) poissons malade, ou porteurs sains et l'environnement ;
- 2) La transmission; horizontale ;
- 3) les bactéries libérées des poissons morts ou mourants ;
- 4) l'ingestion a été proposée comme mode d'infection ;
- 5) les aliments crus fabriqués à base de poissons ;
- 6) Facteurs de virulence; les enzymes, lysines, protéases, et capsules ou protéines anti-phagocytaire ;
- 7) Septicémie disséminée, méningo-encéphalite.

• **Les signes cliniques** Si les poissons infectés par cette bactérie on va remarquer : Les hémorragies cutanées, les ulcérations, l'ascite, la léthargie, La nage erratique et l'exophtalmie, La mort des poissons sans autre manifestation clinique apparente, En nécropsie on note; une rate élargie, un foie pâle et l'inflammation du cœur et le rein.



Figure III.3 : un signe clinique de maladie Streptococcose.

Pour la prévention et le traitement contre cette maladie il faut :

- 1) Éviter les conditions stressantes : piètres conditions environnementales (une température élevée, un manque d'oxygène, un parasitisme excessif, une haute teneur de matière organique dissoute et l'entassement)
- 2) Utiliser une source d'eau exempte de poissons indigènes
- 3) Assurer une bonne biosécurité
- 4) Des vaccins commerciaux sont disponibles (Asie)
- 5) Antibiothérapie (érythromycine).

III.2.4. Les maladies alimentaires

Les besoins nutritionnels de tilapia doivent être satisfaits de point de vue quantitatif et qualitatif et la carence dans l'un des composant alimentaire provoque une maladie par exemple :

➤ **Les signes cliniques de la carence en Phosphore (P)**

Diminution de la croissance, faible efficacité alimentaire, déminéralisation osseuse, déformation du squelette, calcification anormale des côtes et ramollissement des rayons des nageoires pectorales, déformation crânienne surcharge graisseuse viscérale.

➤ **Les signe clinique la carence Thiamine (Vitamine B1)**

Changement de coloration, une hémorragie de la base des nageoires, hyperexcitabilité ou impuissance a la nage, anorexie, faible croissance.

➤ **Les Carences en Lipides**

Les acides gras (A.G) constituent la partie nutritionnelle active des lipides de la ration. Le syndrome de carence apparaît quand l'acide linoléique et l'acide linoléique sont présents en quantité insuffisante dans l'alimentation (A.G.E).

✓ **Les principaux signes cliniques :** de la carence en acide gras essentiels chez les poissons :
(1) Une extrême anémie qui se manifeste par la pâleur des branchies ; (2) Une teinte bronzée et une forme arrondie du cœur ; (3) Un empatement de la fois dont les bords est arrondi.

VI. Modélisation du système

Notre but est d'offrir à l'utilisateur un système avec une interface interactive pour faire un diagnostic sur les maladies du poisson tilapia, pour lire des informations sur ces maladies, notre projet est composé de deux parties l'une pour stocker la base des connaissances c'est l'ontologie et la deuxième c'est l'interface utilisateur et on a relié entre ces 2 parties pour pouvoir réaliser cette approche on doit passer par la phase conception et modélisation du système qui sont très importantes dans le cycle de vie d'un certain logiciel.

VI.1. Conception de l'ontologie de diagnostic

Pour réaliser une ontologie bien définie, et bien organiser il faut passer par les étapes suivantes :

➤ **Acquisition des connaissances :**

- 1- Tout d'abord on a consulté les systèmes existants pour l'aide à la culture du poisson tilapia et on utilise les bibliographies utilisées par ces systèmes.
- 2- On utilise aussi des documents contenant des explications des maladies de tilapia et leur traitement, nous a permis d'avoir une vision formelle de l'activité de diagnostic étudiée.
- 3- On a fait plusieurs interviews avec un expert du domaine qui clarifier plusieurs points importants.
- 4- On extrait et organise les maladies on précise les symptômes et traitement pour chaque maladie.

Cette première phase d'acquisition a permis d'identifier les concepts de base manipulés dans le domaine, de déterminer les procédures pour protéger et traiter les poissons.

➤ **Conceptualisation de l'ontologie :**

La conceptualisation est une description des concepts (entités, attributs) et relations qui existent.

Pour développer notre ontologie, plusieurs aller-retour ont été faits à cause de :

- ✓ Il n'était pas possible de savoir dès le départ, que les termes collectés sont suffisants pour répondre à l'objectif pour lequel l'ontologie a été construite.
- ✓ Il n'était pas toujours facile de prédire qu'un terme va jouer le rôle d'une classe ou celui d'un attribut, plusieurs modifications ont été effectuées dans ce sens.

Selon notre objectif on a vu que on a besoin de construire 2 ontologies, la 1^{ère} s'appelle ontologie tilapia qui décrit les caractéristiques d'environnement (eau), et la quantité des composants alimentaires du poisson tilapia, la 2^{ème} ontologie s'appelle diagnostic qui est considérée comme une spécification explicite des concepts relatifs au diagnostic ainsi que les relations entre ces concepts. L'abstraction de ces ontologies permet de les adapter à un domaine spécifique et de les utiliser ainsi pour différents objectifs dans des domaines différents.

En outre, il y'a un certain nombre de qualités que l'on attend de l'ontologie :

- **Posséder un langage de description des objets suffisamment riche** : le langage de description doit être suffisant pour traduire avec précision la connaissance de l'expert.
- **Être extensible** : on peut la modifier ou l'ajoute des nouvelles connaissances.
- **Être réutilisable**: capable de réutiliser et garantir d'interopérabilité avec d'autre système d'information.
- **Être compréhensible**: doit être clair et explicite par expert, car lui seul qui a le droit pour valider la définition d'un concept ou la reconnaissance d'un objet.

Pour présenter l'ontologie conceptuelle réalisée, on a construit :

- 1) Une liste de concepts.
- 2) Une liste d'attributs.
- 3) Une liste de relation.
- 4) Une représentation hiérarchique des concepts.

1. Liste des concepts et leurs attributs :

Dans le tableau qui suit on va présenter les concepts de l'ontologie ainsi que leurs attributs, la description de ces attributs, et le types de valeur de ces attributs :

Concept	attribut	Description	Type
Maladies- alimentaire	Image-observer	Un Image-observer pour maladie alimentaire	String
Maladies-bactériennes	Image-observer	Un Image-observer pour maladie bactérienne	String
	Image-microscope	Un Image-microscope pour maladie bactérienne	String
Maladies-parasitaires	Image-observer	Un Image-observer pour maladie parasitaire	String
	Image-microscope	Un Image-microscope pour maladie parasitaire	String

Maladies-virales	Image-observer Image-microscope	Un Image-observer pour maladie virale Un Image-microscope pour maladie virale	String String
Les-Causes			
Traitements-chimiques-en-bain			
Traitements-chimiques			
Les-autre-traitement			
Signes-cliniques	Image-signe	Un Image-observer pour un signes clinique	String
diagnostique	enCour	Le diagnostique en train utilisateur	booléen
possibilité	Aprobapiliti	Chaque maladie a une probabilité dans une diagnostique	float

Tableau VI.1 : La liste des concepts de l'ontologie

2. Liste des relations :

Dans le tableau qui suit on va décrire les relations qui existent entre les différents concepts de l'ontologie :

Relation	Concept source	Concept cible	Description
cesSignes	Maladies diagnostique	Signes-cliniques	Une maladie ayant plusieurs signes-clinique. Un diagnostique ayant plusieurs signes-clinique.

cesCauses	Maladies	LesCauses	Une maladie ayant plusieurs LesCauses.
cesTraitement	Maladies	Les-Traitement	Une maladie ayant plusieurs Les-Traitement.
Adiagnostique	possibilité	diagnostique	Chaque possibilité ayant un seul diagnostique
Amaladie	possibilité	diagnostique	Chaque possibilité ayant un seul maladie
maladie	diagnostique	Maladies	Un diagnostique ayant un ou plusieurs maladies.

Tableau VI.2 : La liste des relations dans l'ontologie

➤ L'ontologisation

Pour l'ontologisation de notre ontologie, on a utilisé un modèle sémantique parce qu'il utilise des concepts de modélisation du monde réel qui sont riches en sémantique. Les relations permettent de représenter la sémantique du monde réel tel que classification, association agrégation ...etc.

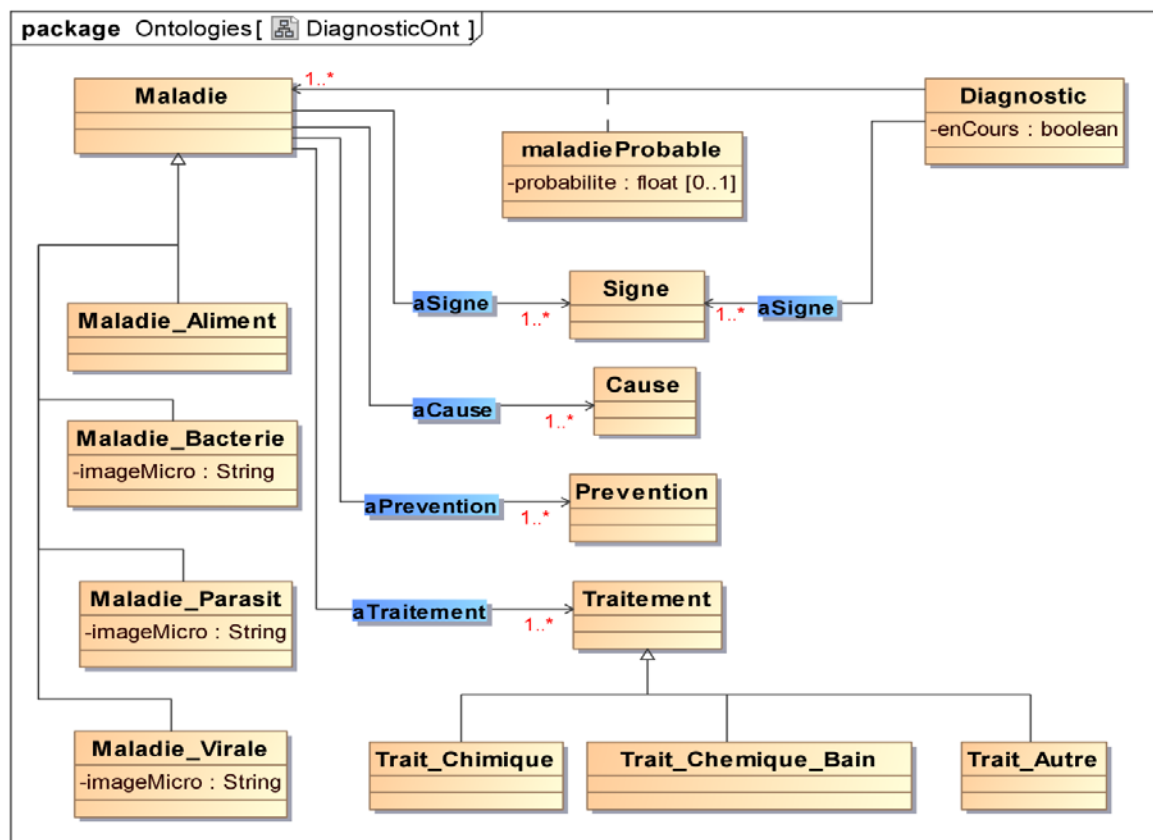


Figure VI.1 : Description UML des éléments principaux de l'ontologie Diagnostic

VI.2. Architecture du système

Le système se divise en deux parties :

- Partie serveur de diagnostic qui se compose de trois modules (Module Diagnostic, Module Enrichissement) et une ontologie (DiagnosticOnt).
- Partie client accédée à travers les interfaces utilisateur (FermierUI ou ExpertUI).



Serveur de diagnostic

Le serveur de diagnostic fournit deux fonctionnalités : l'aide au diagnostic et l'enrichissement du système par des nouvelles connaissances. Ces fonctionnalités sont assurées par les deux modules (Module Diagnostic et Module Enrichissement).

L'entrée du module Diagnostic est un ensemble de signes cliniques qui peuvent être observées par un fermier ou un expert. A partir des connaissances capitalisées dans l'ontologie DiagnosticOnt, le module Diagnostic spécifie les maladies probables par :

- La comparaison des signes d'entrée avec les signes de toutes les maladies décrites dans l'ontologie DiagnosticOnt.
- La probabilité de chaque maladie est calculée par le rapport du nombre de ces signes cliniques appartenant à l'ensemble de signes de l'entrée sur le nombre de ces signes cliniques définies dans l'ontologie DiagnosticOnt.

Le mécanisme de diagnostic est défini sous forme d'une règle SWRL dans Tableau VI.3.

Le module Enrichissement ne peut être accédé qu'à travers l'interface ExpertUI pour les utilisateurs experts. Il permet à un expert de définir de nouvelles maladies ou de nouveaux signes pour une maladie existante. Les nouvelles connaissances définies sont stockées dans l'ontologie Diagnostic sont présentées dans Fig.3 et réutilisées dans les prochains diagnostics.

Les concepts de base de l'ontologie DiagnosticOnt sont décrits dans la figure précédente par le diagramme de classes d'UML en se basant sur le méta-model des ontologies OWL spécifié dans. La classe Diagnostic représente l'ensemble de requêtes de diagnostic des utilisateurs. Chaque requête de diagnostic doit comprendre un ou plusieurs signes cliniques observées qui seront spécifiés dans la relation aSigne. Le résultat de diagnostic est renvoyé à la relation multiple maladieProbable de type classe d'association ayant un attribut nommé probabilité.



Interfaces utilisateur

L'architecture de système présente deux scénarios d'utilisation (voir Figure VI.2):

- Demande de diagnostic : la demande peut être faite par un fermier ainsi que par un expert. Ce scénario commence par la composition d'une requête à travers les interfaces FermierUI ou ExpertUI. La requête de diagnostic, qui contient un ensemble de signes observées par l'utilisateur, est traitée par le module Diagnostic. Ce module commence par le chargement de tous les faits de

l'ontologie puis le passage de la règle SWRL au pont du moteur d'inférence qui la transforme dans la syntaxe du moteur d'inférence utilisé. Après l'exécution de la règle, le moteur d'inférence renvoie les résultats inférés au module Diagnostic via le pont du moteur d'inférence. Les résultats sont enregistrés dans l'ontologie par la spécification de la valeur de la relation multiple maladieProbable et l'attribut probabilité pour l'instance en cour de la classe Diagnostic. Au même temps, les résultats obtenus par l'exécution de la règle SWRL sont affichés à l'utilisateur via FermierUI ou ExpertUI.

-Enrichissement : se fait seulement par un expert à travers l'interface ExpertUI. L'enrichissement peut se faire directement ou après une demande de diagnostic soit par la définition de nouvelle instance dans la classe Maladie et la spécification des valeurs de ces propriétés, soit par la spécification des valeurs supplémentaires de propriétés des maladies existantes.

Règle de diagnostic en SWRL
Diagnostic(?diag) $\wedge$ enCour(?diag, true) $\wedge$ aSigne(?diag, ?sign) $\wedge$ Maladie(?mal) $\wedge$ aSigne(?mal, ?sign1) $\wedge$ sameAs(?sign, ?sign1) $\wedge$ sqwrl:makeBag(?bag, ?mal) $\wedge$ sqwrl:makeBag(?bag1, ?mal) $\wedge$ sqwrl:groupBy(?bag, ?mal) $\wedge$ sqwrl:size(?mal_occur, ?bag) $\wedge$ sqwrl:size(?mal_total, ?bag1) $\wedge$ swrlb:multiply(?mult, ?mal_occur, 100) $\wedge$ swrlb:divide(?div, ?mult, ?mal_total) $\wedge$ swrlx:makeOWLIndividual(?prob, ?mal) → Probable(?prob) $\wedge$ maladieProbable(?diag, ?prob) $\wedge$ aMaladie(?prob, ?mal) $\wedge$ aProbabilite(?prob, ?div)
Règle de diagnostic simplifiée
SI ?diag EST Diagnostic ET enCour(?diag) = vrai ET aSigne(?diag) = ?sign ET ?mal EST Maladie ET aSigne(?mal) = ?sign1 ET ?sign = ?sign1 ET ?bag <- creerSac() DE ?mal ET ?bag1 <- creervSac() DE ?mal ET UN ?bag POUR CHAQUE ?mal ET ?mal_occur <- taille (?bag) ET ?mal_total <- taille (?bag1) ET ?mult <- ?mal_occur * 100 ET ?div <- ?mult / ?mal_total ET ?prob <- creerIndividu() POUR CHAQUE ?mal ALORS ?prob EST Probable ET maladieProbable(?diag) <- ?prob ET aMaladie(?prob) <- ?mal ET aProbabilite(?prob) <- ?div

Tableau.VI.3. Une Règle SWRL pour le diagnostic des maladies de Tilapia

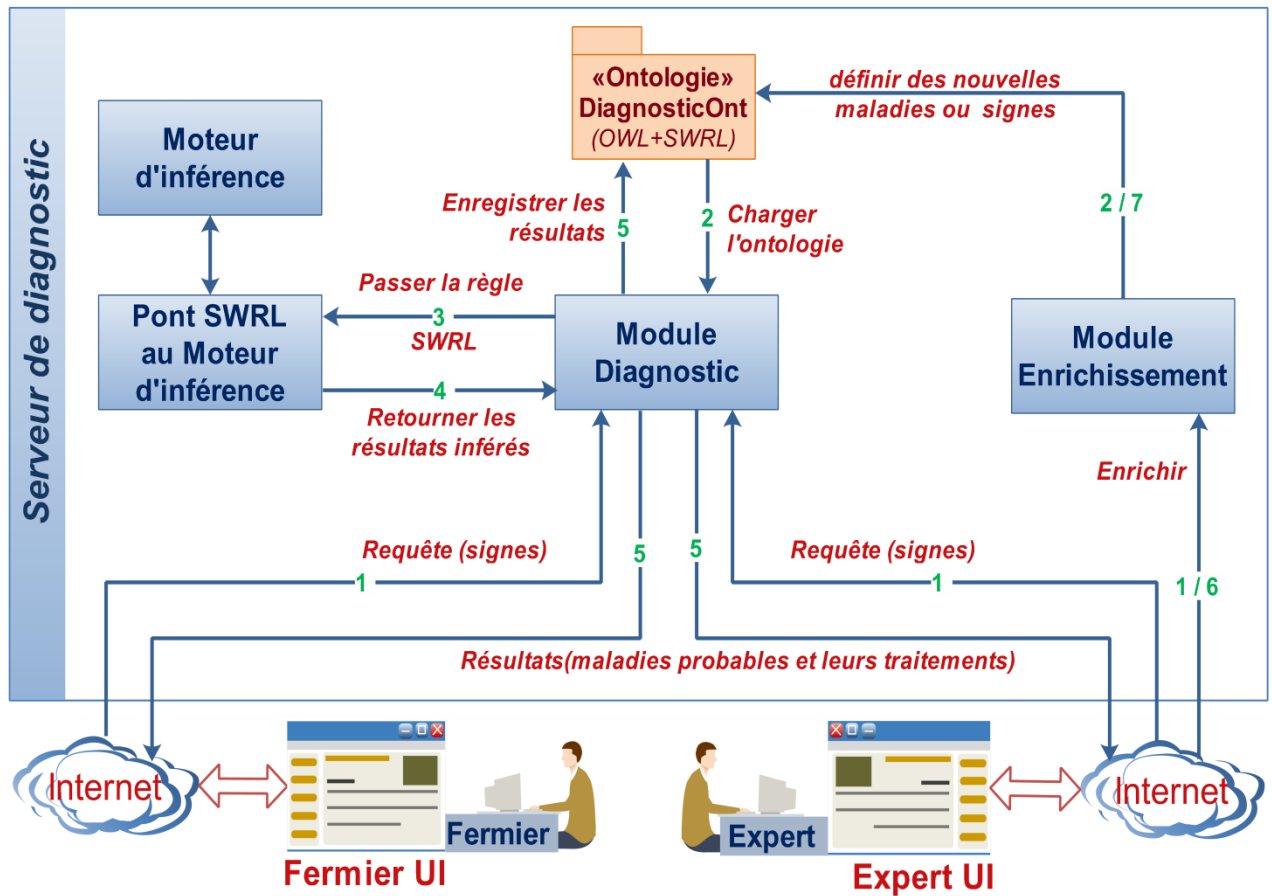


Figure VI.2 : Architecture générale du système de diagnostic

V. Expérimentation

Le système décrit dans la section précédente est implémenté sous forme d'un prototype d'application client-serveur. Plusieurs outils sont employés pour le développement de ce prototype : Protégé-OWL version 3.4.4 comme un éditeur d'ontologies OWL, Java comme un langage de programmation qui s'adapte avec l'API fournit par l'éditeur Protégé-OWL. L'IDE Eclipse est utilisé pour la création des interfaces utilisateur et l' SDK JavaFX 2.2 est utilisé pour la création des graphiques montrant les résultats au cours de l'exécution. Le moteur d'inférence le plus adapté à SWRL est JESS (Java Expert System Shell).

V.1. Présentation de l'application

L'application que nous avons développée se divise en deux parties :

- L'ontologie,
- Les modules du système.

V.1.1. L'ontologie de diagnostic

L'ontologie Diagnostic est construite à l'aide de l'éditeur Protégé-OWL en langage OWL (Ontology Web Language). L'ontologie développée comprend les maladies de Tilapia, les signes, les causes ainsi que les traitements et les préventions. Toutes les connaissances, inclus dans l'ontologie Diagnostic, sont présentées en détail dans l'annexe.

L'ontologie Diagnostic contient également les règles d'inférence du système expert, écrites en langage SWRL (Semantic Web Rule Language).

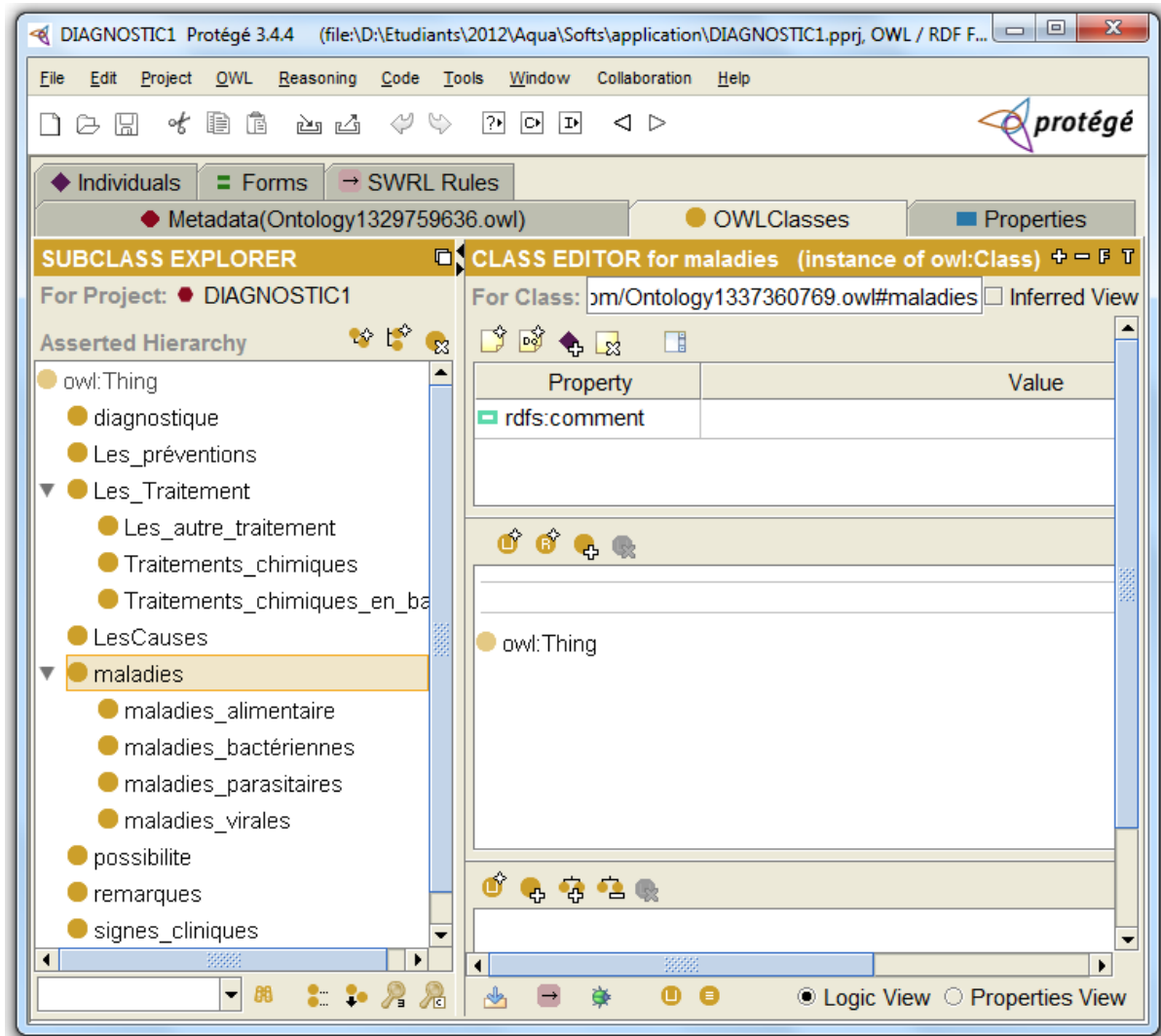


Figure V.1 : L'ontologie Diagnostic sur Protégé-OWL

V.1.2. Les modules du système

Le système d'aide à la décision comprend deux modules principaux :

- Le module de diagnostic ;
- Le module d'enrichissement.

Le module diagnostic permet à l'utilisateur (débutant / expert) de spécifier les signes cliniques observées sur les poissons Tilapia, de savoir les maladies probables et les traitements possibles. En plus, le système propose des solutions pour la prévention de quelques maladies.

Le module enrichissement est destiné aux experts du domaine d'aquaculture. Il leur permet d'enrichir l'ontologie par des nouveaux concepts (maladies, signes, causes, traitements, etc.).



Figure V.2 : Fenêtre Diagnostic des maladies

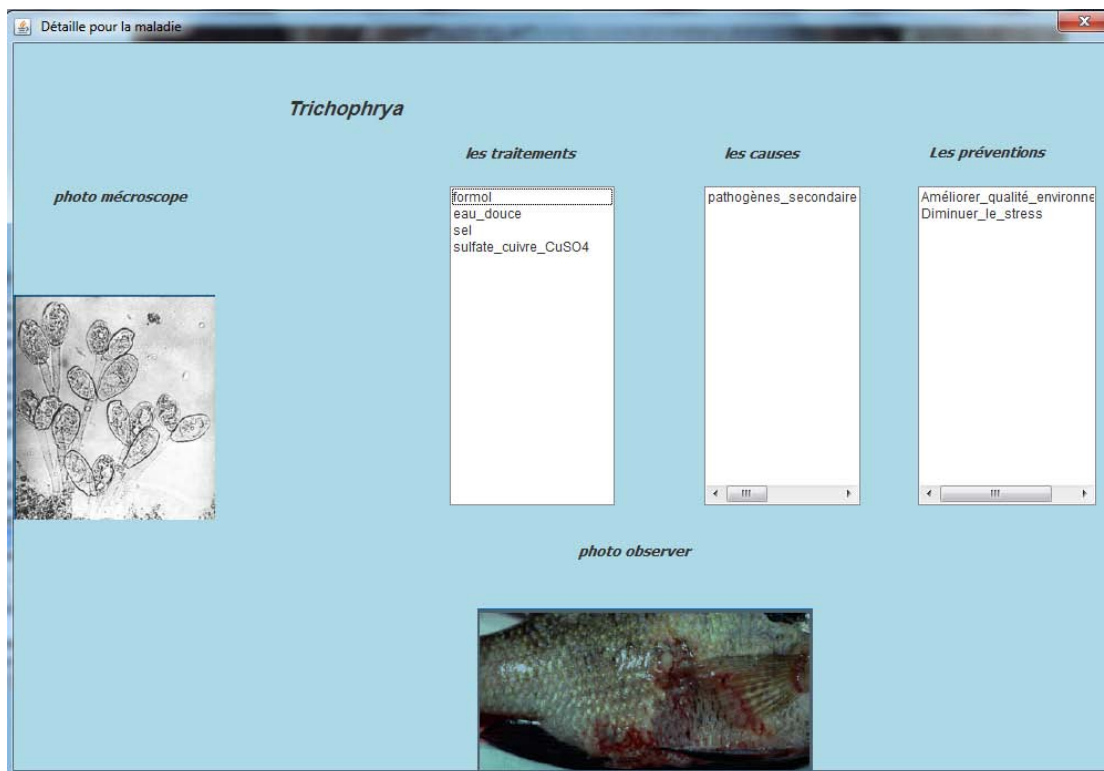


Figure V.3: les détails de la maladie choisie

V.2. Teste de l'application

V.2.1. Scénario d'exécution

La fenêtre Diagnostic présentée dans Figure V.4 est accédée par l'utilisateur après une authentification. Dans l'exemple choisi, deux signes cliniques sont observées sur les poissons Tilapia : Hémorragies et Furoncles. Les signes observés sont sélectionnés à partir d'une liste qui

contient soixante dix signes cliniques connus. Les résultats sont obtenus après l'appui sur le bouton *Diagnostic*.



Figure V.4: Spécification des signes cliniques

V.2.2. Résultats obtenus

Les résultats obtenus s'affichent sous forme d'une liste de maladies avec une liste de probabilités correspondantes (voir Figure V.5).

La fenêtre *Diagnostic* a affiché cinq maladies probables avec des probabilités différentes. Pour voir plus de détails, l'utilisateur doit appuyer sur le bouton *Détail de maladie*, se qui lui permet de reconnaître les causes de la maladie sélectionnée, ses traitements et ses préventions.



Figure V.5: Résultats du diagnostic

V.2.3. Discussions et évaluation

Dans l'exemple précédent, un scénario de demande de diagnostic est présenté. L'utilisateur a choisi deux signes cliniques qui ne diagnostiquent pas la même maladie. Quand la requête de diagnostic a été envoyée au serveur, la règle SWRL exécutée a retourné cinq différentes maladies avec différentes probabilités. Les probabilités des maladies obtenues sont proches sauf pour la quatrième maladie (83,33%). Dans ce cas l'utilisateur peut prendre en considération cette maladie, sans négliger les autres maladies. Généralement, selon les experts que nous avons consultés, un mauvais choix d'un traitement ne présente pas de risques sur sa santé. Donc, l'utilisateur ne craint aucun risque quand il choisit une fausse maladie, mais il tombe dans le risque s'il ne choisit pas la vraie maladie.

L'objectif de l'approche proposée était d'offrir un environnement d'aide au diagnostic consultable à n'importe quel instant par n'importe quel utilisateur dans n'importe quel endroit, en employant les technologies du web sémantique les plus récentes. L'approche proposée permet, dans le plan technique, de réduire la maintenance et la mise à jour du code, car toute mise à jour ne doit se faire que sur l'ontologie à travers l'interface d'enrichissement. Le mécanisme de diagnostic est assuré par la règle SWRL standard définie dans Tableau.1 qui est capable d'exploiter même les connaissances ajoutées par les experts et de négliger les connaissances supprimées.

VI. Conclusions et perspectives

Notre travail entre dans le cadre d'un projet PNR entre l'université d'Ouargla et la direction de la pêche d'Ouargla dont l'objectif est de profiter des techniques de l'IA pour résoudre les problèmes industriels.

L'objectif de notre travail est de trouver une solution permettant de réduire les dégâts de production qui peuvent se produire à cause des maladies du poisson Tilapia.

Vu que le diagnostic des maladies des poissons est un processus complexe et nécessite une grande expérience et que les experts du domaine ne sont pas souvent disponibles dans les fermes, nous avons proposé une solution qui va permettre aux fermiers d'éviter tout retard d'intervention et de limiter en conséquence les dégâts de production.

Notre solution est basée sur les technologies du web sémantique. Après une étape d'acquisition de connaissances auprès des experts du domaine à travers des interviews et des visites sur site, nous avons créé une ontologie diagnostic et modélisé l'expertise sous forme de règles de production. Pour la conception de l'ontologie, nous avons inspiré des méthodes d'analyse de conception des systèmes d'information. Protégé-OWL (Fig. 4) est utilisé pour l'édition de l'ontologie. Les règles de production sont traduites en SWRL. Le système proposé permet au fermier de sélectionner un ensemble de signes observés puis il affiche une liste des maladies avec leurs probabilités, les causes des maladies et les traitements convenables correspondants et même les images types montrant des poissons malades. Comme perspective, nous souhaitons que notre système sera un noyau pour un système national contenant tout ce qui concerne la production du Tilapia. En plus du diagnostic, il contiendra l'installation des bassins et la formation des fermiers.

VII. Bibliographie

- 1-A Review of Automated Control Systems for Aquaculture and Design Criteria for Their Implementation , Philip G.Lee , Marine Biomedical Institute, University of Texas Medical Branch, 301 University Blvd, Galveston, USA 1994
- 2-Système à base de connaissances consultables via le Web. Application pour diagnostiquer des maladies attrapées fréquemment chez les crevettes,Tien-Tuan DAO, Diem-Chau PHUNG THI1 1 Université de Technologie de Compiègne France 2009
- 3-A Model for an Intelligent Support Decision System in Aquaculture , Dr Cornelia Novac Ududec , 2009
- 4-Rapport annuel d'activités du Sahara Conservation Fund dans le cadre du projet Antilopes Sahélo-Sahariennes , Thomas Rabeil – John Newby Janvier 2008
- 5-Schéma national de développement des activités de la pêche et de l'aquaculture 2003-2007
- 6-Perspectives de développement de la Tilapiculture saharienne en Algérie,Djamel Eddine ZOUAKH, Hakima ADJOUT, Boualem BOUALI, et Abderrafik MEDDOUR
- 7- Toward developing a Tele-Diagnosis Systems on Fish Disease, Daoling Li, Wei Zhu, Yanging Duan, Zetian Fu, — Artificial Intell. In Theory and Practice, Springer Boston, vol. 217/2006, pp. 445-454.
- 8-Developing a web-based Early Warning System for Fish Disease based on Water Quality, Li Nan, Fu Zetian, Wang Ruimei, Zhang Xiaoshuan,Management, IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, May 2006, pag. 1-6
- 9- W3C. World Wide Web Consortium : <http://www.w3.org/>
- 10- D.L. McGuinness, F.V. Harmelen, , 2004. "OWL web ontology language: Overview." W3C Recommendation.
- 11- Horrock, P.F. Patel-Schneider , H. Boley, S. Tabet, B. Grosz, M. Dean, 2004. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, W3C Member Submission.
- 12- S. Brockmans, R. Volz, , A. Eberhart , P. Löffler, 2004. "Visual Modeling of OWL DL Ontologies Using UML", in: al., S.A.M.e. (Ed.), ISWC 2004. LNCS 3298, pp. 198–213.
- 13- Protégé: <http://protege.stanford.edu/> .
- 14- "JESS. Java Expert System Shell": <http://www.jessrules.com/jess/academic/> .
- 15- J. Boltea, S. Nathb, D. Ernsta. "Development of decision support tools for aquaculture: the POND experience". Aquacultural Engineering Volume 23, Issues 1–3, September 2000, Pages 103–119.

- 16- H. Douglas Ernst, J. P. Bolte, S. S. Nath. "AquaFarm: simulation and decision support for aquaculture facility design and management planning." Annual meeting of the World Aquaculture Society. Session on aquaculture computer tools, Las Vegas, Nevada , ETATS-UNIS (1998) . Aquacultural Engineering 2000, vol. 23, no 1-3 (279 p.) (7 p.), pp. 121-179.
- 17- G. Graaf and P. Dekker. "Tilapia Farming Support Tool", TFST 1.0 Users Manual. November 2003.
- 18- C.-M. Han, S.-W. Lee, S. Han, and J.-S. Park. Two-Stage Fish Disease Diagnosis System Based on Clinical Signs and Microscopic Images. B. Murgante et al. (Eds.): ICCSA 2011, Part II, LNCS 6783, pp. 635–647, 2011. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011
- 19- D. LI, W. ZHU, Z. FU. A hybrid tele-diagnosis system on fish disease. Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Applied Computer Science, Hangzhou, China, April 16-18, 2006 (pp194-199).
- 20- <http://www.iaquacultures.com>
- 21- X. Zhang, Fu, Z., R. Wang,: "Development of the ES-FDD: Expert System for Fish Disease Diagnosis." In: MTS/IEEE Techno-Ocean 2004, Kobe, Japan, pp. 482–487 (2004).
- 22- A.Michaël, septembre 2008, *Ichtyopathologie: maladies bactériennes et fongiques chez les poissons*, DVM, DES, Centre de Formation et de Recherche en Aquaculture, Université de Liège.
- 23- A.Michaël, septembre 2008, *Ichtyopathologie: maladies parasitaires chez les poissons* , DVM, DES, Centre de Formation et de Recherche en Aquaculture, Université de Liège.
- 24- H. djabrite, N.oubiche,September 2010, *détermination d'une formule d'alimentation à base de spiruline pour la croissance de tilapia nilotica (oreochromis niloticas)*,Licence en aquaculture, Université Université Kasdi Merbah –Ouargla.
- 25- http://www.memoireonline.com/07/11/4596/m_Un-systeme-dinformation-daide--la-decision-pour-la-regulation-du-traffic-routier-4.html, (28/03/2012).
- 26- <http://praise.manoa.hawaii.edu/software.php?about>, (19/03/2012).
- 27- E .Joseph Morris, *Feeding Tilapia in Intensive Recirculating Systems*, 2000.
- 28- T. Lazard, *Le tilapia*, Février 2007.

VIII. Annexe : Les maladies du poisson Tilapia

Dans cet annexe nous présentons toutes les maladies définies dans l'ontologie Diagnostic, en spécifiant pour chaque maladie les causes, les signes, les traitements et les préventions.

1- Les maladies parasitaires :

La maladie	Les causes	Les signes cliniques
Trématodes monogènes	1-poissons porteurs	1-Augmentation du mucus 2-Développement des ulcérations, 3-infections secondaires (mycosique, bactérienne)
Trématodes digènes	1-oiseaux et mammifères piscivores 2- Transmission par hôte final (oiseaux piscivores) et hôte intermédiaire (colimaçon)	1-l'identification des kystes, suivi par une biopsie et un examen microscopique. 2-Parasite en kyste sous forme du point noir
Ichthyophthiriase (Maladie des points blancs)	1-l'environnement 2-les poissons porteurs asymptomatiques	1-points blancs sur la peau et/ou branchies 2-Les difficultés respiratoires et irritation cutanée 3-peut être voir Augmentation du mucus
Ichthyobodo necator (costiase)	1-l'environnement (forme libre) 2-les poissons porteurs	1-Apparence bleuâtre due à l'augmentation de la sécrétion de mucus 2-Les difficultés respiratoires et irritation cutanée (« flashing ») sont souvent évidentes
	1-poissons porteurs	1-L'hyperplasie branchiale, branchies pâles, sécrétion du

Trichodinase		mucus 2-Des difficultés respiratoires et irritation cutanée (flashing) peuvent être présentes
Trichophrya, Ambiphrya, Heteropolaria;	1-Environnement Rarement des agents primaires des maladies 2-pathogènes secondaires envahisseurs de lésions existantes	1-Peuvent être présents sans lésion mais le développement d'ulcères est possible
La maladie du tourni, (Myxobolus cerebralis)	1-Environnement	1- développement au sein du cartilage avec déformations du crâne et de la colonne vertébrale 2-noircissement de la queue 3-déformation osseuse et compression sur le système nerveux tournis
Copépodose: vers ancre	1-Environnement	1-↓ croissance et perte de poids 2-Hémorragies et ulcérations cutanées au site d'insertion avec infections secondaires 3-Signes d'hypoxie
Copépodose : poux de mer	1-Environnement	1-Peu d'impact sur la santé du poisson sauf avec les infestations sévères 2- La présence des ulcérations (souvent dans la région crâniale) et parasites caractéristiques
Argulus sp.(poux de poisson)	1-Environnement	1-↓ croissance et pertes de poids

	2-poissons porteurs	2- Hémorragies et ulcérations cutanées
--	---------------------	--

2- Les maladies virales :

La maladie	Les causes	Les signes cliniques
Septicémie hémorragique virale (VHS)	1-poissons malades ou porteurs sains - l'urine, les fluides sexuels ou lésions cutanées 2- l'utilisation de la nourriture non-pasteurisée (ex. poisson entier congelé) 3- la transmission par les vecteurs mécaniques (filets, matériel de transport) 4- l'élevage des espèces de susceptibilité différente peuvent également jouer un rôle	Forme aiguë 1-léthargie, nage erratique, la peau foncée 2- hémorragies sur la peau, les branchies, les yeux et sur les organes internes 3- branchies pâles • peuvent développer l'ascite et l'exophtalmie 4-Associés à une mortalité élevée Forme chronique 1-la peau foncée, l'ascite et l'exophtalmie 2- les reins ont une apparence nodulaire 3-mortalité moins sévère Forme nerveuse 1- perte d'équilibre 2- nagent en rond • aucune lésion spécifique 3- les Rhabdovirus ont une affinité pour le tissu neural

3- Les maladies bactériennes :

La maladie	Les causes	Les signes cliniques
Aeromonas salmonicida	1-poissons malades, porteurs sains 2-l'environnement	1-hémorragies cutanées, 2-ulcérations, furoncles
Streptococcose	1-poissons malades, porteurs sains et l'environnement les bactéries libérées des poissons morts ou mourants 2- l'ingestion a été proposée comme mode d'infection 3-les aliments crus fabriqués à base de poissons Facteurs de virulence; les enzymes, lysines, protéases, et capsules ou protéines anti-phagocytaire. 4-Septicémie disséminée, méningo-encéphalite	1-Les hémorragies cutanées, les ulcérations, l'ascite, la léthargie 2- La nage erratique et l'exophthalmie 3-La mort des poissons sans autre manifestation clinique apparente 4-En nécropsie on note; une rate élargie, un foie pâle et l'inflammation du cœur et le rein
Maladie de la selle	1-poissons malades, porteurs sains et l'environnement 2- Transmission horizontale (poissons, l'eau) 3- Envahisseur secondaire; stress, blessure, maladie sous-jacente	1- Développement des ulcères profonds et lésions nécrotiques sur les branchies, la peau devient rugueuse au toucher 2- L'infection sur la nageoire dorsale et les tissus épidermiques environnants donne l'impression d'une

		selle sur le dos du poisson
--	--	-----------------------------

4. Les maladies alimentaires :

Les Symptômes des maladies alimentaires

Carences en vitamines	Symptômes
Rétinol (vitamine A)	Anorexie, hémorragie de la peau et des nageoires et exophtalmie.
Tocophenol (vitamine E)	Myopathie, mortalité, exophtalmie.
Vitamine K	Prolongation du temps de saignement, hémorragie intramusculaire ou viscérale, anémie dans les cas chroniques.
Thiamine (Vitamine B1)	Changement de coloration, une hémorragie de la base des nageoires, hyperexcitabilité ou impuissance à la nage, anorexie, faible croissance.
Riboflavine (Vitamine B2)	Anorexie, faible croissance, mortalité élevée, hémorragie de la peau et des nageoires.
Pyridoxine (Vitamine B6)	Anorexie, faible croissance, manifestations nerveuses, bâillement des opercules
Acide pantothénique	Anorexie, faible croissance, anémie, hyperplasie des lamelles branchiales primaires et sclérose des lamelles secondaires.
Biotine	Diminution de la croissance et de l'activité.
Niacine	Mortalité élevée, hémorragie de la peau.
Choline	Hémorragie, à l'infiltration graisseuse de la fois et à une faible croissance.
Acide ascorbique (Vit C)	Développement anormal des branchies, aux troubles du squelette cartilagineux et aux déformations consécutives de l'épine dorsale

Carences minéraux en	Signes
Phosphore (P)	Diminution de la croissance, faible efficacité alimentaire, déminéralisation osseuse, déformation du squelette, calcification anormale des côtes et ramollissement des rayons des nageoires pectorales, déformation crânienne surcharge graisseuse viscérale.
Magnésium (Mg)	Diminution de la croissance, anorexie, convulsion, déminéralisation osseuse, trouble oculaire (cataracte), mortalité parfois élevée.
Fer (Fe)	Anémie microcytaire hypochrome
Zinc (Zn)	Diminution de la croissance, cataracte, perte d'appétit, érosion de la peau et des nageoires, mortalité élevée
Cuivre (Cu)	Diminution de la croissance, cataracte
Sélénium (Se)	Diminution de la croissance, cataracte, anémie.

Carences en Lipides	(1) Une extrême anémie qui se manifeste par la pâleur des branchies ; (2) Une teinte bronzée et une forme arrondie du cœur ; (3) Un empâtement de la fois dont les bords est arrondi.
Carences en Protéines	Le retard de la croissance est le seul et unique signe clinique d'une carence protéique (acides aminés) à l'exception du tryptophane dont la carence se manifeste par une scoliose

	de l'épine dorsale du poisson.
--	--------------------------------

Les Préventions et les Traitements des maladies

1- Les maladies parasitaires :

La maladie	Prévention	Traitement
Trématodes monogènes	1-Améliorer la qualité de l'environnement	1-Traitements chimiques en bain formol, sel, H ₂ O ₂ , flubendazole, organophos.
Trématodes digènes	1- Assèchement des étangs 2-Élimination des hôtes intermédiaires 3-mollusques; chaux, sulfate de cuivre, Bayluscide 4- Oiseaux piscivores 5- L'élimination de kystes n'est pas réaliste	1-Traitements chimiques en bain sel,
Ichthyophthiriase (Maladie des points blancs)	1-Quarantaine 2- Diminuer le stress sur les poissons (ex. entassement, température, qualité de l'eau) 3-Assurer une source d'eau exempte de poissons indigènes	1-Traitements avec les produits chimiques (ex. formol, sel, et sulfate de cuivre) 2-traitement à intervalle de deux jours 3-augmenter la température de l'eau si possible 4- vaccin ??
<i>Ichthyobodo necator</i> (costiase)	1- Diminuer le stress sur les poissons (température, malnutrition) 2- Assurer une source d'eau exempte de poissons indigènes	1- Traitements avec les produits chimiques (ex. formol, sel)

Trichodinase	1-Diminuer le stress sur les poissons 2-Améliorer la qualité de leur environnement	2-Traitements avec des produits chimiques (ex. formol, sel, ou l'eau douce??)
<i>Trichophrya, Ambiphrya, Heteropolaria;</i>	1-diminuer le stress sur les poissons 2- améliorer la qualité de leur environnement	1-traitements avec des produits chimiques (ex. formol, sel, sulfate de cuivre, ou l'eau douce??)
Copépodose: vers ancre	1-Mise en jachère des étangs au moins 7 jours entre chaque nouveau groupe de poissons 2-Assurer une source d'eau exempte de poissons indigènes susceptibles 3-Approvisionner la pisciculture avec des poissons exempts de la maladie	1-Aucun traitement efficace homologué pour utilisation chez les poissons, malgré que d'autres produits soient utilisés hors homologation 2-Organophosphorées, avermectins (emamectin benzoate (SLICE™)), du chlore (chlorite de sodium) 3-Administrer des traitements chimiques (« anticepépodid») tous les sept jours pour un mois
Copépodose : poux de mer	1- Mise en jachère des sites ou régions 2- Ne mélanger pas les	1-Utilisation de poissons nettoyeurs (Wrasse, <i>Ctenolabrus sp.</i>)

	classes d'âges dans le même site 3-Sélectionner les sites pour optimiser la qualité de l'eau et éviter les populations naturelles de salmonidés 4- Implémenter un programme de surveillance pour mieux cibler les traitements thérapeutiques	2- Optimiser les traitements chimiques 3-Coordination avec les fermes voisines 3-Traitement hivernal organophosphorées, pyrethrins, et H2O2 (en bain), avermectins et Teflubenzuron (oral) 4-Réviser les traitements pour détecter la présence de résistance
Argulus sp.(poux de poisson)	1- Mise en jachère des étangs/désinfection (3heures) 2-Assurer une source d'eau exempte de poissons indigènes susceptibles 3- Approvisionner la pisciculture avec des poissons exempts de ce parasite	1- Aucun traitement efficace homologué 2-Organophosphorées, avermectins (emamectin benzoate (SLICE™))

2- Les maladies virales :

La maladie	Prévention	Traitement
Septicémie hémorragique virale (VHS)	1-Approvisionner la pisciculture avec des poissons certifiés exempts de maladies lorsque possible 2-Tenir séparé les stocks de poissons de fermes différentes et de classes	Il n'existe à l'heure actuelle aucun traitement contre les virus

	d'âges différentes 3- Assurer des conditions d'élevage adéquates (diminuer le niveau de stress) 4- Désinfection des oeufs avec l'iode 5- Désinfection de l'entrée d'eau (l'ozone, UV) 6- Assurer une bonne hygiène dans la pisciculture; désinfection efficace, respecter la biosécurité etc. 7- Vaccins – en Europe 8- Élevez les températures d'élevage au-dessus de 18°C si possible	
--	--	--

3- Les maladies bactériennes :

La maladie	Prévention	Traitement
Aeromonas salmonicida	1- Assurer une source d'eau exempte de poissons indigènes qui sont susceptibles d'être porteurs de cette maladie 2- Approvisionner la pisciculture avec des poissons exempts de maladies lorsque possible 3- Désinfection des oeufs 4- Éloigner les prédateurs (ex.	Il n'existe à l'heure actuelle aucun traitement contre <i>Aeromonas salmonicida</i>

	goélands, et raton laveurs) 5- Assurer une bonne hygiène dans la pisciculture 6- Éviter les conditions stressantes 7-Des vaccins commerciaux sont disponibles (immersion, injection, oral) 9-Antibiothérapie	
Streptococcose	1-Éviter les conditions stressantes : piètres conditions environnementales (une température élevée, un manque d'oxygène, un parasitisme excessif, une haute teneur de matière organique dissoute et l'entassement) 2- Utiliser une source d'eau exempte de poissons indigènes 3- Assurer une bonne biosécurité 4-Des vaccins commerciaux sont disponibles (Asie)	1- antibiothérapie (érythromycine)

Maladie de la selle	1- Ne manipuler pas les poissons quand la température de l'eau est élevée 2- Éviter les manipulations entraînant les blessures de la peau 3-Corriger les mauvaises conditions environnementales afin de prévenir la réapparition de la maladie 4- Un vaccin commercial est disponible	1-Tx: chloramine-T ou formol, antibiotiques (en bain) 2-Antibiotiques oraux
----------------------------	---	---

XI. Information financière

Le montant consommé est : 289 600,00 DA comme le montre le tableau suivant:

رقم N°	تعيين Désignation	كمية Qté	سعر الوحدة PU	مبلغ Montant
01	Imprimante Laser couleur	01	28 000,00	28 000,00
02	Consommable pour imprimante	04	3 500,00	14 000,00
03	Imprimante Laser noir CANON LBP 6000	01	9 500,00	9 500,00
04	Consommable pour imprimante laser noir LBP 6000	03	2 200,00	6 600,00
05	Ordinateur portable I3	02	58 000,00	116 000,00
06	Antivirus kaspersky Internet security 3postes/ 1année	02	3 500,00	7 000,00
07	Appareil photo numérique SONY 14 Mpixel	01	19 500,00	19 500,00
08	Vidéo projecteur EPSON S9	01	75 000,00	75 000,00
09	Disque dur externe	01	14 000,00	14 000,00
	المجموع بكامل الرسوم			289 600,00

Le budget non encore consommé est comme suit :

الباب	المادة	بيان النفقة	المبالغ
01.34		تعويض المصاريف	
	01	مصاريف المهام والتنقل في الجزائر وفي الخارج	200.000,00
	02	المنقليات العلمية : مصاريف التنظيم والإيواء والإطعام والنقل	600.000,00
	05	أجور الخبراء والمستشارين	100.000,00
		مجموع الباب	900.000,00
ثانيا		العتاد والمنقولات	
	02	تجديد عتاد الإعلام الآلي , اقتناء مستلزمات و برامج و مستهلكات الإعلام الآلي	105.000,00
	04	صيانة و إصلاحات	40.000,00
		مجموع الباب	145.000,00
ثالثا		لوازم	
	04	الوراقة ولوازم المكتب	15.400,00
	06	وثائق و كتب بحثية	50.000,00
		مجموع الباب	65.400,00

الأعباء الملحقة			رابعاً
100.000,00	الطبع والنشر	01	
100.000,00	مجموع الباب		
1.210.400,00	مجموع نفقات التسيير		

-Taux de consommation 20%:

-Contraintes rencontrés : Difficulté et ambiguïté dans les procédures de consommation de quelques rubriques (الملتقيات العلمية : مصاريف التنظيم والإيواء , مصاريف المهام والتنقل في الجزائر وفي الخارج) (والإطعام والنقل). Nous voulions faire une formation à l'étranger en collaboration avec le partenaire. On a même sollicité des collaborateurs à l'étranger. Seulement l'administration nous à informé que les seules frais possibles à offrir sont les billets d'avion. Même difficulté pour l'organisation d'une journée.