



## UN SYSTEME INTELLIGENT D'AIDE AU DIAGNOSTIC EN AQUACULTURE BASE SUR LES TECHNOLOGIES DU WEB SEMANTIQUE

Fatima Zohra LAALLAM<sup>(1)</sup> - Bachir SAID<sup>(2)</sup> - Farah DEBBAGH<sup>(2)</sup> - Abdelkader BENMIR<sup>(2)</sup>  
and Mohammed Salim MEFLEH<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratoire LAGE, Université Kasdi Merbah Ouargla.

<sup>(2)</sup> Département des mathématiques & d'informatique, Université Kasdi Merbah Ouargla.

[Laallam.fatima\\_zohra@univ-ouargla.dz](mailto:Laallam.fatima_zohra@univ-ouargla.dz); [said.bachir@univ-ouargla.dz](mailto:said.bachir@univ-ouargla.dz); [debbagh.farah@univ-ouargla.dz](mailto:debbagh.farah@univ-ouargla.dz); [Benmir.Aek@univ-ouargla.dz](mailto:Benmir.Aek@univ-ouargla.dz); [meflah.mo@univ-ouargla.dz](mailto:meflah.mo@univ-ouargla.dz).

**RESUME** — Le diagnostic des maladies des poissons est un processus complexe et nécessite une grande expérience. Les experts du domaine ne sont pas souvent disponibles dans les fermes. Tout retard d'intervention engendre des dégâts de production.

A cet effet, un système expert pour le diagnostic des maladies des poissons devient un outil indispensable pour aider les aquaculteurs.

Cet article présente un travail qui consiste à développer un système de diagnostic intelligent dans le domaine de l'aquaculture du poisson Tilapia, en utilisant les technologies du web sémantique. Après l'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 inspirée des méthodes d'analyse et de conception des systèmes d'information. L'approche utilisée est une approche top-down. Protégé2000 est utilisé pour l'édition de l'ontologie. Les règles de production sont traduites en SWRL. L'architecture du système proposé et les composants sont décrits.

**MOTS CLES**— Aquaculture, Tilapia, ontologie, diagnostic des maladies, règles de productions, SWRL,

### 1. Introduction

L'aquaculture est une discipline qui désigne toutes les activités de production animale ou végétale en milieu aquatique. Actuellement, elle constitue un secteur important dans le renforcement de l'économie mondiale. Nous nous intéressons dans notre travail à l'aquaculture animal et plus précisément au poisson Tilapia nilotica. Ce 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 liés à la production de cette espèce.

La production du poisson Tilapia est une activité récente en Algérie notamment au sud du pays dans les lacs et les bassins d'élevages agricole. Ce qui constitue un atout pour le renforcement de l'autosuffisance alimentaire,

l'augmentation du niveau de consommation nationale des produits de la pêche, la création des postes d'emploi, la contribution au développement du secteur agricole.

Toutefois, la production aquatique peut envisager différents problèmes tel que les maladies, ce qui peut engendrer des dégâts si elles ne sont pas traitées convenablement et rapidement. Par conséquent ça risque d'influencer directement sur le rendement économique.

Pour éviter de telles conséquences, le diagnostic des maladies constitue une tâche très importante. Il consiste à localiser les causes des maladies afin de pouvoir les traiter.

Vu que l'activité de l'aquaculture saharienne est récente, elle pose plusieurs difficultés tel que:

- Le manque d'expertise chez les fermiers.
- Lenteur de diagnostic des problèmes et d'intervention, vu que les sites de production se trouvent souvent isolés et éloignés des fermiers et le diagnostic se fait manuellement (nécessite de réflexion et de concentration). Ce qui peut aggraver la situation.
- Absence de retour d'expérience.

L'objectif de notre travail est de chercher des solutions aux problèmes posés, en appliquant des techniques informatiques permettant :

- La capitalisation et la réutilisation des connaissances acquises dans ce domaine.
- L'Automatisation du diagnostic. Ce qui va permettre aux fermiers de résoudre des problèmes automatiquement, sans revenir aux experts, et par conséquent leur permettre d'intervenir rapidement et efficacement.
- Augmenter la productivité.

Pour atteindre cet objectif, notre contribution consiste ainsi à développer un Système de diagnostic intelligent dans le domaine de l'aquaculture saharienne du poisson Tilapia, en exploitant des technologies du Web sémantique, et plus spécifiquement :

- Les ontologies (OWL) pour représenter et capitaliser les connaissances du domaine,
- et le langage de règles SWRL pour définir les règles de diagnostic.

A travers ce système, les producteurs peuvent prendre les meilleures décisions dans un minimum de temps, ce qui permettra d'augmenter la production en quantité et en qualité et de limiter les dégâts qui peuvent se produire pour différentes raisons.

Le reste de cet article est organisé comme suit : dans la section 2 nous allons présenter un état de l'art sur l'aquaculture du poisson Tilapia en Algérie et sur les systèmes de diagnostic en aquaculture existants dans la littérature et leurs limites.

La section 3 se focalisera sur la description de notre approche pour le diagnostic des maladies de Tilapia, ainsi que une démonstration de l'architecture de notre outil

La section 4 sera consacrée pour montrer quelques expérimentations que nous avons fait et une évaluation éventuelle des résultats obtenus.

Enfin nous allons terminer dans la section 5 par une conclusion ainsi que quelques perspectives.

## 2. Etat De L'art

### 2.1. Le poisson Tilapia- caractéristiques et maladies

Le Tilapia est l'un des espèces les plus produits dans le monde. Il est d'origine africain et vivent dans les eaux douces et chaudes. [14]

Le Tilapia nilotica (*Oréochromis niloticus*) fait partie de la famille des Cichlidaeae. Il est l'espèce piscicole la plus intéressante à cause de sa rusticité, sa vitesse de croissance et son ubiquiste dans la ceinture intertropicale. Il peut atteindre 250g au bout de cinq mois d'élevage artisanal, avec un indice de transformation de 2.5.



**Figure 1.** Une Photo d'un ensemble de poissons Tilapia -Ferme de Moulay Ouargla-

#### 2.1.1. Alimentation de Tilapia nilotica

Chaque espèce de poisson représente des besoins nutritionnels spécifiques en nutriments (glucides, protéines, lipides, vitamines...) qui 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.

#### 2.1.2. La qualité d'eau

Le succès d'un élevage de poissons mise en place dépend en grande partie de son programme de gestion de l'eau de qualité. Les paramètres qui influencent considérablement la qualité de l'eau sont : L'alcalinité, L'ammoniac, Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), L'oxygène Dissous, Nitrite (NO<sub>2</sub>), La salinité, PH et la température.

#### 2.1.3. Maladies

Le poisson Tilapia ne peut pas résister aux agressions des agents infectieux tels que les virus, les bactéries et les parasites qui se transmettent facilement d'un poisson à l'autre par la peau et les branchies.

Également, ce poisson peut être dérangé par une mauvaise qualité d'eau, un mauvais régime alimentaire, des manipulations trop rudes ou un environnement troublé. Ce qui diminue son système immunitaire, et peut provoquer l'apparition subite des maladies.

Les poissons stressés peuvent se reconnaître suite à un comportement anormal, ou par des symptômes cliniques. Il faut cependant se souvenir que ces symptômes ne sont pas spécifiques, et que des techniques de laboratoire sont nécessaires pour le diagnostic.

Une fois le diagnostic établi, on peut commencer un traitement spécifique.

#### 2.1.4. Quelques maladies du poisson Tilapia

- Les maladies parasitaires : il existe plusieurs parasites qui affectent le Tilapia tel que les maladies reliées aux trématodes mono-gènes.
- Les maladies virales : le Tilapia peut être infectés par des virus tel que : Septicémie hémorragique virale (VHS)
- Les maladies bactériennes : le Tilapia peut aussi être attaqué par des bactéries comme la Streptococcose.
- 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 des maladies telles que : la carence en Phosphore (P), la carence Thiamine (Vitamine B1) et les Carences en Lipides.

### 2.2. L'Aquaculture de Tilapia en Algérie

Suite à la première expérience du Tilapia en Algérie, lancée en 2001 grâce a un don (1,5 tonne de poissons) offert à l'Algérie par le gouvernement égyptien, les responsables de l'ONDPA ont déclaré le succès de cette expérience. Ces poissons qui vivent dans les eaux tièdes du Nil depuis des millénaires, ont supporté le climat froid des régions du nord de l'Algérie.

Par conséquence, l'ONDPA à décidé de passer à l'étape de la production artificielle. Pour cela, ils ont créé un bureau d'études mixte spécialisé dans les études de faisabilité de l'aquaculture dans l'eau douce. De plus, ils ont lancé des appels aux privés pour la création de fermes spécialisées dans ce type de poissons qui seront cultivés



selon des techniques modernes, et ont faits des missions pour la formation et l'encadrement des promoteurs.

Les responsables de l'ONDPA souhaitent 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 de 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 pour une pêche économique, intégrée, durable.

Ces efforts en été concrétisés par plusieurs institutions : La direction de l'aquaculture à Ouargla (2002), la ferme de Moulay à Ouargla (2004), La ferme de Hassi Lafhal à Gardafia (2008), la ferme de sidi khouiled à Ouargla et le centre de recherche de l'aquaculture à Bousmail, Alger.

### 2.3. Des systèmes existant d'aide à la décision et de diagnostic en aquaculture

Beaucoup de recherches et de travaux, ces dernières années, ont été réalisés en aquaculture par l'un des plus grands producteurs dans le monde qui est la Chine.

Dans cette section, nous allons présenter quelques systèmes pour le diagnostic des maladies des poissons et de la prise de décision dans l'aquaculture :

#### H-Vet [11]

H-Vet est le système expert de Télédiagnostic des maladies des poissons pour les agriculteurs chinois. H-Vet imite le processus de diagnostic des experts humains et compte plus de 300 règles et 400 images et graphiques pour différents types de maladies et de symptômes. Il est capable de diagnostiquer 126 types de maladies pour les poissons d'eau douce.

#### FDD-ES [13]

ES-FDD 'Expert System for Fish Disease Diagnosis' est un système expert basé sur le Web pour le diagnostic des maladies des poissons mis au point par l'Université agricole de Chine. Le système contient une grande quantité de données sur les maladies des poissons et des images. Il peut diagnostiquer les 126 sortes de maladies des poissons.

#### TS-FDDS [10]

TS-FDD 'Two-Stage Fish Disease Diagnosis System' est un système de diagnostic des maladies des poissons qui fait le diagnostic en deux étapes. La première étape de diagnostic se base sur les signes clinique partant des observations initiales sommaires des symptômes, et la

deuxième étape est un diagnostic plus approfondi microscopique qui se base sur les techniques de traitement d'images pour la détection des pathogène.

Le système est capable de diagnostiquer 14 maladies du poisson flet olive dans la première étape et 3 maladies parasitaires dans la deuxième étape.

#### AquaFarm [8]

AquaFarm est un logiciel de simulation et d'aide à la décision pour la conception d'aquaculture et la planification de la gestion.

#### TFST [9]

TFST (Tilapia Farming Support Tool) est un système de prise de décision qui permet la modélisation économique de la production de Tilapia dans les étangs.

#### NOVA-FISH [12]

NOVA-FISH est un logiciel de gestion de production et de Traçabilité pour les élevages aquacoles. Il permet aussi la gestion des stocks de poissons, des cages et des filets.

#### POND [7]

POND (Pond Aquaculture Management and Development) est un système de simulation de la croissance des crevettes d'élevage, les poissons et les bivalves dans les étangs et les réservoirs.

Après une étude approfondie sur les systèmes de diagnostic existant, nous avons constaté que ces systèmes ne peuvent pas satisfaire nos besoins. Ils sont limités et satisfont des objectifs bien spécifiques :

- Il n'y a aucun système qui traite les maladies de Tilapia.
- Ces systèmes sont conçus pour des besoins régionaux spécifiques et par conséquent ils ne peuvent pas être utilisés partout.
- Il y a des différences linguistiques entre les régions et même dans la signification des termes et concepts utilisés. Ce qui limite l'utilisation des systèmes et les rend ambigus.
- La plupart des systèmes sont commerciaux.

Ces limites nous obligent à proposer une solution en dehors de ces systèmes. Ainsi, pour satisfaire notre partenaire, la solution est de réaliser un système d'aide au diagnostic pour le Tilapia en prenant en considération les besoins et les termes utiliser dans nos régions.

### 3. L'APPROCHE PROPOSÉE

L'approche proposée dans ce papier consiste à modéliser un mécanisme de diagnostic dans un système d'aide à la décision en aquaculture. Ce mécanisme permet de spécifier les maladies et/ ou les problèmes probables à partir des signes cliniques observé sur les poissons. En plus, ce mécanisme indique pour chaque maladie ou problème sa probabilité. L'approche proposée se base sur l'utilisation des technologies de web. Le choix du web sémantique est motivé par le besoin d'une capitalisation des connaissances sur le web et d'une description orientée web des règles d'inférence sur ces connaissances. L'utilisation des techniques du web sémantique par

rapport au système expert présente l'avantage de représentation des connaissances à un certain niveau d'abstraction (ontologie) ce qui permettra le partage des connaissances, leur réutilisation, la robustesse du système et sa capacité à expliquer ses raisonnements.

### 3.1. Les langages du web sémantique

La communauté Web [1] a développée plusieurs langages d'ontologie et langages de règle orientés web. Le langage d'ontologie le plus récent est OWL (Ontology Web Language) [2] qui est basé sur la logique de description. Le langage de règle qui peut exploiter la puissance du langage OWL s'appelle SWRL (Semantic Web Rule Language) [3]. SWRL est la combinaison du langage OWL (comme un langage d'Ontologie Web) et le langage RuleML [3] (comme un langage de règle). L'extension des règles est matérialisée par l'ajout des axiomes de règles à l'ensemble d'axiomes d'OWL. Cette proposition étend la syntaxe abstraite de OWL pour inclure la syntaxe de ces règles et la sémantique d'OWL pour fournir une signification formelle pour les ontologies qui incluent des règles écrites dans cette syntaxe. L'extension est strictement syntactique et sémantique, et a par conséquent une intégration forte à OWL.

Une règle SWRL a la forme : *antécédent* => *conséquent*, les deux parties de la règle se composent d'un ensemble d'atomes qui peuvent être de la forme : *C(x)*, *P(x,y)*, *sameAs(x,y)*, *differentFrom(x,y)*, *BuiltIn(r,x,...)* / *C* : une classe, *P* : une propriété ou une relation, *BuiltIn* : une fonction prédéfinie qui renvoie un résultat dans *r*.

### 3.2. Architecture générale

L'architecture générale du système est présentée dans Fig.2. Le système se divise en deux parties :

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

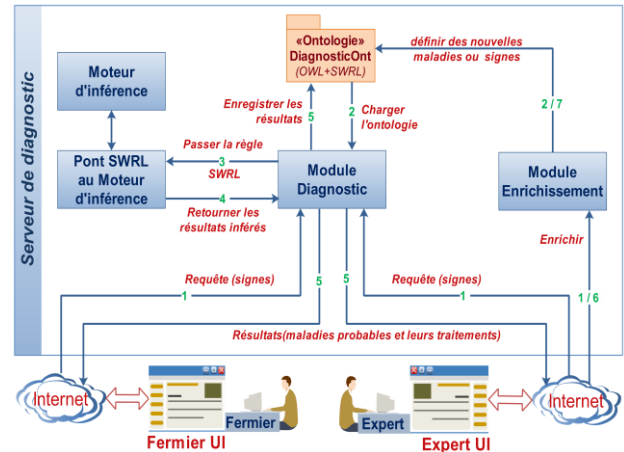
#### 3.2.1. Serveur de diagnostic

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).

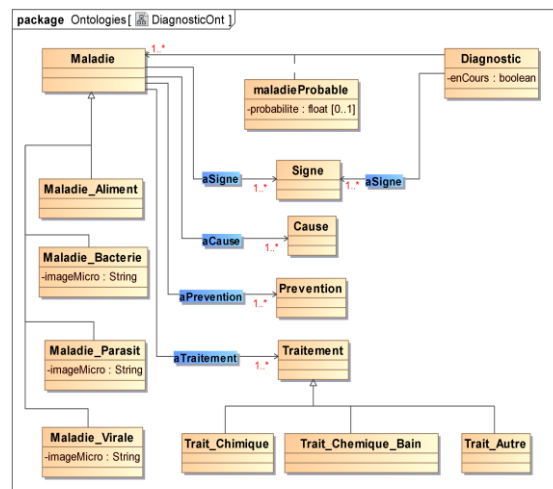
L'entrée du module *Diagnostic* est un ensemble de signes cliniques qui peuvent être observées par un fermier ou un expert. A partir des connaissances capitalisées dans l'ontologie *DiagnosticOnt*, le module *Diagnostic* spécifie les maladies probables par :

- 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.1.



**Figure 2.** Architecture générale du système de diagnostic en aquaculture



**Figure 3.** Description UML de l'ontologie Diagnostic

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 *DiagnosticOnt* présentée 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-modèle des ontologies OWL spécifié dans [4]. 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 *probabilite*.

#### 3.2.2. Interfaces utilisateur

L'architecture de système présente deux scénarios d'utilisation (voir fig2):

- *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 observés 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 *probabilite* 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 en SWRL	Règle simplifiée
<pre>Diagnostic(?diag) ^ enCour(?diag, true) ^ aSigne(?diag, ?sign) ^ Maladie(?mal) ^ aSigne(?mal, ?sign1) ^ sameAs( ?sign, ?sign1) ^ sqwrl:makeBag(?bag, ?mal) ^ sqwrl:makeBag(?bag1, ?mal) ^ sqwrl:groupBy(?bag, ?mal) ^ sqwrl:size(?mal_occure, ?bag) ^ sqwrl:size(?mal_total, ?bag1) ^ swrlb:multiply(?mult, ?mal_occure, 100) ^ swrlb:divide(?div, ?mult, ?mal_total) ^ swrlx:makeOWLIndividual(?prob, ?mal) → Probable(?prob) ^ maladieProbable(?diag, ?prob) ^ aMaladie(?prob, ?mal) ^ aProbabilite(?prob, ?div)</pre>	<pre>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 &lt;- creerSac() DE ?mal ET ?bag1 &lt;- creervSac() DE ?mal ET UN ?bag POUR CHAQUE ?mal ET ?mal_occure &lt;- taille (?bag) ET ?mal_total &lt;- taille (?bag1) ET ?mult &lt;- ?mal_occure * 100 ET ?div &lt;- ?mult / ?mal_total ET ?prob &lt;- creerIndividu() POUR CHAQUE ?mal ALORS ?prob EST Probable ET maladieProbable(?diag) &lt;- ?prob ET aMaladie(?prob) &lt;- ?mal ET aProbabilite(?prob) &lt;- ?div</pre>

**Tableau.1.** Une Règle SWRL pour le diagnostic des maladies de Tilapia

## 4. Expérimentation

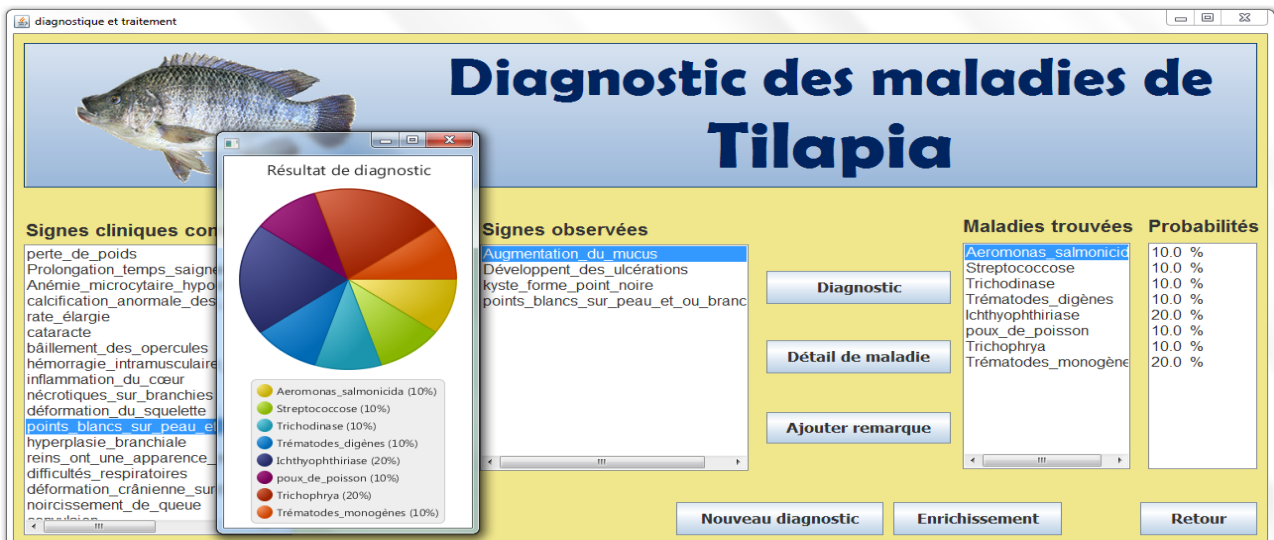
Le système décrit dans la section précédente est implémenté sous forme d'un prototype d'application client-serveur. Plusieurs outils sont employés pour le développement de ce prototype : Protégé-OWL version 3.4.4 comme un éditeur d'ontologies OWL [5], Java comme un langage de programmation qui s'adapte 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) [6].

### 4.1. Scénario d'exécution

La fenêtre *Diagnostic* présentée dans Fig.4 est accédée par l'utilisateur après une authentification. Dans l'exemple choisi, quatre signes cliniques sont observés sur les poissons Tilapia : Augmentation du mucus, développement des ulcérations, kyste forme point noire et points blancs sur peau (et/ou) branchies. Les signes observés sont sélectionnées à partir d'une liste qui contient soixante dix signes cliniques connus. Les résultats sont obtenus après l'appui sur le bouton *Diagnostic*.

### 4.2. Résultats obtenus

Les résultats obtenus s'affichent en deux formes : une liste de maladies avec une liste de probabilités correspondantes et un graphique de type secteur ( Fig.4).



**Figure 4.** Fenêtre Diagnostic des maladies de Tilapia

La fenêtre *Diagnostic* a affiché huit 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.

#### 4.3. Discussions et évaluation

Dans l'exemple précédent, un scénario de demande diagnostic est présenté. L'utilisateur a choisi quatre 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 huit différentes maladies avec différentes probabilités. Les probabilités obtenues sont très proches. Dans ce cas l'utilisateur peut prendre en considération les maladies ayant une probabilité de 20%. Généralement, selon les experts que nous avons consultés, un mauvais choix d'un traitement ne présente pas de risques sur la santé du Tilapia. 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.

## 5. Conclusion

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 inspirée des méthodes d'analyse

est de conception des systèmes d'information. Protégé2000 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 se qui concerne la production du Tilapia. En plus du diagnostic, il contiendra l'installation des bassins, suivi de l'élevage du poisson Tilapia et la formation des fermiers.

## References

- [1] W3C. World Wide Web Consortium : <http://www.w3.org/>.
- [2] D.L. McGuinness, F.V. Harmelen, , 2004. "OWL web ontology language: Overview." W3C Recommendation.
- [3] Horrock, P.F. Patel-Schneider , H. Boley, S. Tabet, B. Grosf, M. Dean, 2004. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, W3C Member Submission.
- [4] 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.
- [5] Protégé: <http://protege.stanford.edu/> .
- [6] "JESS. Java Expert System Shell": <http://www.jessrules.com/jess/academic/> .
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] G. Graaf and P. Dekker. "Tilapia Farming Support Tool", TFST 1.0 Users Manual. November 2003.
- [10] 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
- [11] 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).
- [12] <http://www.iaquacultures.com>
- [13] 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)
- [14] [http://www.dotcoms-pub.com/dotcoms\\_elevage/Poisson - L'elevage de Tilapia nilotica en monoculture mixte.htm](http://www.dotcoms-pub.com/dotcoms_elevage/Poisson_L'elevage_de_Tilapia_nilotica_en_monoculture_mixte.htm)