



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



Université des Frères Mentouri Constantine1  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Animale.

قسم : بيولوجيا الحيوان.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Immunologie Moléculaire et Cellulaire

Intitulé :

---

*Un système bioinformatique de contrôle des maladies auto-immunes (étude épidémiologique et biologique de diabète et thyroïde).*

---

Présenté et soutenu par : LARBAOUI Rania

le : 19/06/2023

FILALI Salam

Jury d'évaluation :

Président du jury : ELOUAR Ibtissem

Rapporteur : CHAIB Aouatef

Examineur : HADDAD Souad

(Professeur- UFM Constantine1).

(MCB- UFM Constantine1).

(MAA- UFM Constantine1).

*Année universitaire  
2022-2023*

## ***Remerciement :***

*Au terme de ce travail, On tient à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.*

*Nous tiendrons a remercié sincèrement Mme **Chaib Aouatef**, qui en tant que professeur encadrant, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude.*

*Nos profonds remerciements à les membres de jury Mme **Elouar Ibtissem** et Mme **Haddad Souad** pour avoir accepté d'évaluer ce travail.*

*Et toutes les personnes qui ont de près ou de loin contribués à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail avec grand amour et fierté a mes chers  
parents , ma source de tendresse*

*A ma mère :*

*Une maman c'est la personnes qui peut remplacer n'importe  
qui .mais qui ne peut être remplacée par personne . ce qui je  
suis maintenant est grâce a toi .*

*Allah te bénisse pour nous.*

*A mon père décédé :*

*J'aimerais que tu sois à mes cotés a ces moments , mais je suis  
sur que tu es fier de moi .*

*A mon frère Rami*

*A ma sœur Hala*

*Qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de  
la réalisation de ce travail.*

*A ma familles*

*Qui me donnent l'amour et la vivacité et qui me supporté et  
encouragé tout au long de mon parcours .*

*A ceux qui m'aime .*

*A ceux qui j'aime.*

*Je vous souhaite tout le bonheur  
je dédié aussi :*

*Toute ma fatigue et mes efforts à moi même et ma confiance  
en elle.*

***Rania .***

# *Dédicace*

*Avec la générosité et l'aide d'ALLAH le majestueux qui m'a don  
la patience, le courage et la santé .*

***Je dédie ce travail***

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour,  
leur tendresse, leur soutien et leurs prières*

*tout au long de mes études ,*

*A mes chères sœurs HIBA ET MARWA pour leurs  
encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon  
parcours universitaire,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués,  
et le fruit de votre soutien infailible*

*Merci d'être toujours là pour moi*

***Salam Filali***

## Sommaire

**Liste des figures.**

**Liste des tableaux.**

**Liste des abréviations.**

Introduction.....02

## **Partie bibliographique**

### **I. La bio-informatique :**

I.1. Qu'est-ce que la bioinformatique .....05

I.1.1. Historique de la bioinformatique .....06

I.1.2. Les différentes facettes de la bioinformatique .....06

I.1.3. Les types de la bioinformatique .....07

I.1.4. Objectifs de la bio-informatique?.....08

I.2. Les bases et les banque de données biologiques .....08

I.2.1. Définition d'une base de données biologique .....08

I.2.2. Banque de données .....08

I.2.3. Les types de banques de données .....09

I.3. Les applications de la bioinformatiques en immunologie.....09

I.3.1. Bases de données anticorps IMGT.....09

I.3.2. Les systèmes immunitaires artificiels..... 10

I.3.3. Domaines d'application des SIA.....11

I.3.4. Score d'obésité et de diabète .....12

I.3.5. Système de notation ph-covid19 .....12

I.3.6. Système de notation du risque basé sur l'inflammation .....12

## II. L'auto-immunité et les maladies auto-immunes :

II.1. L'auto-immunité.....	13
II.1.1. Auto immunité physiologique.....	13
II.1.2. Auto immunité pathologique .....	14
II.2. Les maladies auto immunes.....	15
II.2.1. La définition des maladies auto-immune.....	15
II.2.2. Classification des maladies auto-immune.....	15
II.2.2.1. Maladie auto-immune spécifique d'organe.....	16
II.2.2.1.1. Maladie d'Addison .....	17
II.2.2.1.2. La sclérose en plaques .....	16
II.2.2.1.3. Le vitiligo .....	17
II.2.2.2. Maladie auto immune systémique.....	18
II.2.2.2.1. La polyarthrite rhumatoïde.....	20
II.2.2.2.2. Le lupus érythémateux disséminé.....	20
II.2.2.2.3. Maladie de Kawasaki .....	21
II.2.3. Etiologie de maladie auto immune.....	21
II.2.4. Mécanisme lésionnels des maladies auto immune.....	22
II.2.5. Les auto-anticorps.....	23
II.2.6. Traitement .....	23
II.3. Le diabète type 1.....	24
II.3.1. La physiologie du DT1.....	24
II.3.2. Diagnostic .....	25
II.4. La thyroïde d'Hashimoto (hypothyroïdite).....	26
II.4.1. Causes.....	26
II.4.2. Diagnostic.....	26

**III. Partie pratique :**

I. Introduction .....	28
II. Présentation générale du système.....	28
II.1. Architecture détaillé du système proposé.....	29
II.2. Fonctionnement du système.....	31
III. Etude de cas .....	33
III.1. Présentation générale de l'étude de cas .....	33
IV. Etude épidémiologique et biologique .....	33
IV.1. Objectif.....	34
IV.2. Lieu de stage .....	34
IV.3. Population étudiée .....	34
IV.4. Résultat et discussion .....	35
V. Implémentation du système de contrôle de diabète et de la thyroïde.....	37
V.1. Les outils d'implémentation.....	37
V.2. Développement de l'application de contrôle de diabète et de la thyroïde.....	38
V.3. Scénarios d'exécution de notre système et les résultats obtenus.....	42
<b>Conclusion .....</b>	<b>48</b>
<b>Références.....</b>	<b>50</b>
<b>Résumés.....</b>	<b>54</b>

### Liste des figures.

<b>Figure 01</b> : L'informatique traditionnelle et la bioinformatique.....	<b>05</b>
<b>Figure 02</b> : Classification des banques des données biologiques.....	<b>09</b>
<b>Figure 03</b> : The international of immunogenetics information système (IMGT).....	<b>10</b>
<b>Figure 04</b> : Mécanisme de la tolérance au soi.....	<b>14</b>
<b>Figure 05</b> : Les différentes maladies auto-immunes.....	<b>15</b>
<b>Figure 06</b> : Hyperpigmentation de la maladie.....	<b>17</b>
<b>Figure 07</b> : Représentation de la dégradation de la gaine de myéline, due à la Sclérose en plaques.....	<b>17</b>
<b>Figure 08</b> : Vitiligo universel sur le dos.....	<b>18</b>
<b>Figure 09</b> : Symptôme de polyarthrite rhumatoïde.....	<b>20</b>
<b>Figure 10</b> : Causes et symptôme de lupus érythémateux.....	<b>20</b>
<b>Figure 11</b> : Critères diagnostiques de la maladie de Kawasaki.....	<b>21</b>
<b>Figure 12</b> : Déclencheurs de maladies auto-immunes.....	<b>22</b>
<b>Figure 13</b> : Les auto-anticorps.....	<b>23</b>
<b>Figure 14</b> : Les étapes de la maladie et l'apparition des auto-anticorps légendes.....	<b>25</b>
<b>Figure 15</b> : Présentation générale du système proposé.....	<b>29</b>
<b>Figure 16</b> : Architecture interne détaillée du système.....	<b>30</b>
<b>Figure 17</b> : Schéma de fonctionnement du Système de Contrôle des maladies auto immunes.....	<b>32</b>
<b>Figure 18</b> : Répartition du patients diabétique selon le sexe.....	<b>35</b>
<b>Figure 19</b> : Répartition des patients diabétique selon la tranche d'âge.....	<b>35</b>
<b>Figure 20</b> : Répartition des femmes diabétiques selon la ménopause.....	<b>36</b>
<b>Figure 21</b> : L'évolution de TSH chez une diabétique de 60 ans.....	<b>37</b>
<b>Figure 22</b> : Page d'accueil de NetBeans.....	<b>38</b>
<b>Figure 23</b> : L'interface de phpMyadmin.....	<b>39</b>
<b>Figure 24</b> : Interface d'accueil.....	<b>39</b>

<b>Figure 25 : Volet Patient.....</b>	<b>40</b>
<b>Figure 26 : Volet Normes de diabète.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 27 : Volet des normes de thyroïde .....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 28 :L’interface du système au moment de l’interrogation de la patiente atteint de la thyroïde.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 29 : Résultat de test thyroïdien.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 30 : La décision du système de contrôle.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure31 : L’interface du système au moment de l’interrogation du patient atteint de la thyroïde .....</b>	<b>45</b>
<b>Figure32 : Résultat de test diabétique .....</b>	<b>46</b>
<b>Figure 33: Le système a proposé a décidé de voir le HbA1c.....</b>	<b>46</b>

### Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Systèmes artificiels inspiré par la biologie .....	<b>11</b>
<b>Tableau 02</b> : Maladies auto-immunes spécifiques d'organes selon l'organe cible.....	<b>16</b>
<b>Tableau 03</b> : Maladies auto-immunes systémiques.....	<b>19</b>
<b>Tableau 04</b> : Diagnostic de Diabète type 01.....	<b>25</b>
<b>Tableau05</b> : Valeurs normaux de glycémie.....	<b>34</b>
<b>Tableau 06</b> : Valeurs usuelles.....	<b>34</b>

### Listes des abréviations.

**Ac anti TG** : anticorps anti-thyroglobuline .

**Ac anti TPO** : anticorps anti-thyroperoxidase .

**AIS** : Le système immunitaire artificiel .

**Anti GAD** : anti-Glutamic Acid Décarboxylase .

**Anti IA2** : Anticorps anti-tyrosine phosphatase .

**BLASTA** : Local Alignment Search Tool .

**CD4** : cluster of differentiation 4.

**CD8** : cluster of differentiation 8.

**DT1** : diabète de type 1 .

**EMBL** : European Molecular Biology Laboratory .

**GenBank** : Genetic banq .

**FASTA** : format de person .

**GNU GPL** : GNU General Public License.

**Hba1c** : hemoglobine glyquée .

**HLA** : human leucocyte antigen (antigène d'histocompatibilité) .

**IDE** : integrated development environment.

**IgA** : Immunoglobulin A .

**IMGT** : The international of immunogenetics information système.

**LB** : lymphocytes B.

**LED** : lupus érythémateux disséminé .

**LT** : lymphocytes T .

**MAI** : maladies auto-immunes .

**MySQL** : My Structured Query Language.

**PHP** : Hypertext Preprocessor.

**PIR** : The Protéine Information Resource .

**SEP** : Sclérose en plaque .

**SIN** : système immunitaire inné.

**T3** : Triiodothyronine .

**T4** : Tétraiodothyronine

**Th1** : Type 1 T helper.

**TSH** : Thyroïde Stimulating Hormone.

# *Introduction générale*

## Introduction

Nous savons que les immunités innée et adaptative fonctionnent de manière indépendante et concourent au maintien d'un état de non réactive contre les composants du soi, appelé la tolérance du soi. Ces mécanismes subissent parfois des dysfonctionnements, soit d'origine interne, soit d'origine externe (traumatisme, infection), qui conduisent à la perte de la tolérance au soi et à l'apparition de l'auto-immunité de traduisant par une maladie auto-immune (**Espinosa ,2006**).

Les maladies auto-immunes sont des maladies complexes résultant de l'interaction entre la génétique et l'environnement facteurs au fil du temps. Différentes phases de développement des maladies auto-immunes se caractérisent par la détection d'auto-anticorps sériques plusieurs mois ou années avant le début des manifestations cliniques et diagnostic ultérieur (**Gabrie ,Tobón et al., 2012** )

La thyroïde et le diabète sont les deux troubles en docriniens les plus courants rencontrés en pratique clinique. Il a été démontré que le diabète et les troubles de la thyroïde s'influençaient mutuellement et que des associations entre les deux affections étaient décrites depuis longtemps (**Gray et al, 1979**).

Grace à l'utilisation des moyens et des techniques de l'informatique les études biologiques sont devenus automatisées et rapides. Elle consiste à automatiser *des processus biologiques*, en se fondant sur des données statistiques. Elle fait couramment appel à l'apprentissage automatique est largement utilisé en reconnaissance de formes. Ce mariage entre la biologie et l'informatique s'appelle la **Bioinformatique**.

La **Bioinformatique** est devenue une des principales méthodes d'analyse dans le quotidien des chercheurs biologiques. C'est une approche dite *in silico* qui complètent les études *in vivo* et *in vitro*. L'enjeu de la Bioinformatique est double avec d'une part le développement de méthodes d'acquisition, de contrôle et d'analyse des données transcriptomiques, et d'autre part le passage du niveau de l'analyse des données à celui de la connaissance. L'enseignement de la bioinformatique est indispensable pour les chercheurs biologiques, et ils trouvent leur importance à plusieurs niveaux. En effet, la quantité considérable de données obtenues et leurs natures particulières sont une révolution qui pose le problème de la qualité, de l'analyse et du stockage de ces données. Cet enseignement doit préparer les jeunes scientifiques aux formalismes mathématiques, l'analyse statistique et l'informatique des données biologiques.

**Bioinformatique biologique**, est un ouvrage scientifique qui s'appuie sur une connaissance approfondie de la morphogenèse et du développement des organismes vivants dans un objectif de

## Introduction générale

recherche scientifique pour accroître les connaissances humaines. Il offre à la fois une vue d'ensemble des techniques utilisées et une approche détaillée qui autorise la reproductibilité des protocoles.

Dans ce cadre, nous proposons un système de contrôle et de test des maladies auto-immunes, Le système proposé agit selon certains paramètres et données biologiques, son principal objectif est de construire un e diagnostique automatique des maladies auto immunes (Diabète et thyroïde) et la découverte automatique de l'influence d'une maladie sur l'autre.

Il permet de créer une base de données pour garder l'historique et l'évolution des maladies. Selon les paramètres biologiques, le système peut découvrir une maladie d'un patient ou si une maladie peut influencer sur l'autre.

Ce manuscrit est divisé en deux parties, la partie bibliographique : contient deux chapitres, dans le premier nous introduisons la bioinformatique et son importance en biologie, et mentionnons quelques applications de la bioinformatique en immunologie. Alors que le deuxième chapitre est une étude rétrospective des maladies auto immunes. La deuxième partie de ce manuscrit, est la partie pratique, elle décrit en détail le système informatique proposé pour contrôler les maladies auto immune, une étude épidémiologique de diabète et la thyroïde et en fin un détail technique de l'implémentation de notre système proposé.

# *Partie bibliographique*

### I. La bio-informatique :

#### I.1. Qu'est-ce que la bio-informatique?

La bioinformatique est un champ de recherche multidisciplinaire où travaillent des biologistes, médecins, informaticiens, mathématiciens, physiciens et bio-informaticiens, dans le but de résoudre un problème scientifique posé par la biologie.

La bioinformatique est l'application de la statistique et de l'informatique à la science biologique. Cette discipline constitue la « biologie in silico ». Elle applique des algorithmes, modèles statistiques dans l'objectif d'interpréter, classer et comprendre des données biologiques.

La bioinformatique est la discipline de l'analyse de l'information biologique, en majorité sous la forme de séquences génétiques et de structures de protéines. Les trois activités principales de la bioinformatique sont :

- Acquisition et organisation des données biologiques ;
- Conception de logiciels pour l'analyse, la comparaison et la modélisation des données biologiques ;
- Analyse des résultats produits par les logiciels.

La bioinformatique est une discipline relativement nouvelle, qui évolue en fonction des nouveaux problèmes posés par la biologie moléculaire. (Sad, 2018) .

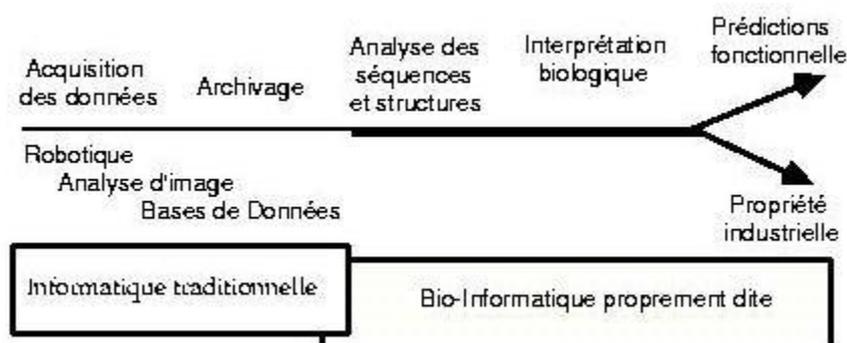


Figure 01 : L'informatique traditionnelle et la bioinformatique .(Sad, 2018) .

### I.1.1. Historique de la bioinformatique

Le terme de « bioinformatique » est apparu au début des années 80. Cependant, le concept sous-jacent de traitement de l'information biologique est plus ancien. Durant les années 60, la biologie moléculaire a eu besoin d'une modélisation formelle, ce qui a mené à la création des « biomathématiques ». L'apparition de la bioinformatique n'est pas donc une conséquence de la génomique (séquençage d'un génome et son interprétation), mais plutôt une de ses fondations.

**1965:** Première compilation de protéines (M. Dayhoff et al .) : 50 entrées .

**1967:** Article: "Construction of Phylogenetic Trees" (Fitch&Margoliash .

**1970:** Programme d'alignement global de séquences (algorithme de Needleman&Wunsch).

**1972:** Premier microprocesseur Intel 8008 .

**1973:** Génie Génétique (Cohen et al .) .

**1977:** Micro-ordinateurs Séquençage d'ADN : F. Sanger / Maxam& Gilbert Première suite logicielle bioinformatique (Staden) .

**1980:** Premières méthodes de prédiction et d'alignement. Première bases de données EMBL, GenBank et PIR .

**1981:** GenBank : 270 séquences Programme d'alignement local de séquences (Smith & Waterman) .

**1985:** Programme d'alignement local de séquences "FASTA" (Pearson & Lipman) .

**1990:** Programme d'alignement local de séquences "BLAST" (Altschul et al .) .

**(Chaib, 2018).**

### I.1.2. Les différentes facettes de la bioinformatique .

Pour l'analyse des données expérimentales que représentent les séquences biologiques,

L'apport informatique concerne principalement quatre aspects :

- Compilation et organisation des données : Cet aspect concerne essentiellement la création de bases de données. Ces dernières bases sont généralement construites autour de thèmes précis comme l'ensemble des séquences d'une même espèce ou les facteurs de transcription. Incontestablement, toutes ces banques de données constituent une source de connaissance d'une grande richesse que l'on peut exploiter dans le développement de méthodes d'analyse ou de prédiction.
- Ces programmes représentent les traitements couramment utilisés dans l'analyse des séquences comme l'identification de phases codantes sur une molécule d'ADN ou la recherche de similitudes d'une séquence avec l'ensemble des séquences d'une base de données.
- Élaboration de stratégies : Le but est d'apporter des connaissances biologiques
- supplémentaires que l'on pourra ensuite intégrer dans des traitements standards. On peut donner comme exemples la mise au point de nouvelles matrices de substitution des acides aminés, la détermination de l'angle de courbure d'un segment d'ADN en fonction de sa séquence primaire, ou encore la détermination de critères spécifiques dans la définition de séquences régulatrices. (Sad, 2018) .

### I.1.3. Les types de la bioinformatique.

- **La bioinformatique des séquences** : Sert à analyser les données issues de l'information génétique contenue dans les trois types de séquences. La bioinformatique des séquences s'intéresse en particulier à l'analyse et la comparaison multiples des séquences, l'identification de séquences à partir de données expérimentales, l'identification des ressemblances entre les séquences, la classification et la régression des séquences, l'identification des gènes ou de régions biologiquement pertinentes dans l'ADN ou dans les protéines, en se basant sur les composants de bases (nucléotides, acides aminés).
- **La bioinformatique structurale** : Traite la reconstruction, la prédiction ou l'analyse de la structure au moyen d'outils informatiques.
- **La bioinformatique des réseaux** : S'intéresse aux interactions entre gènes, protéines, cellules et organismes. (Sad, 2018).

### I.1.4. Objectifs de la bio-informatique?

La bioinformatique est une discipline qui évolue en fonction des nouveaux problèmes posés par la biologie moléculaire. Elle se concentre surtout sur l'étude des séquences d'ADN et sur le repliement des protéines. Elle a plusieurs objectifs:

- Formaliser des problèmes de biologie moléculaire;
- Concevoir des solutions computationnelles à la portée des machines,
- Développer et valider des outils;
- Analyser, structurer, comparer, traiter les informations biologiques
- Stocker, accéder, filtrer ces informations
- Modéliser des processus biologiques
- Prédire des résultats biologiques; etc.
- Faire avancer les connaissances en biologie, en génétique humaine, en théorie de l'évolution
- Aider à la conception de médicaments
- Comprendre les maladies complexes (Sad, 2018).

## I.2. Les bases et les banque de données biologiques.

### I.2.1. Définition d'une base de données biologique :

Les bases de données biologiques sont des bases de données informatiques collectant des données biologiques très variées, il en existe différentes catégories selon le type de données stockées, celles-ci sont complétées par des annotations. (Sad,2018)

### I.2.2. Banque de données :

la banque de données est un ensemble de données relatif à un domaine défini des connaissances et organisé pour être offert aux consultations d'utilisateurs. (Chaib, 2018).

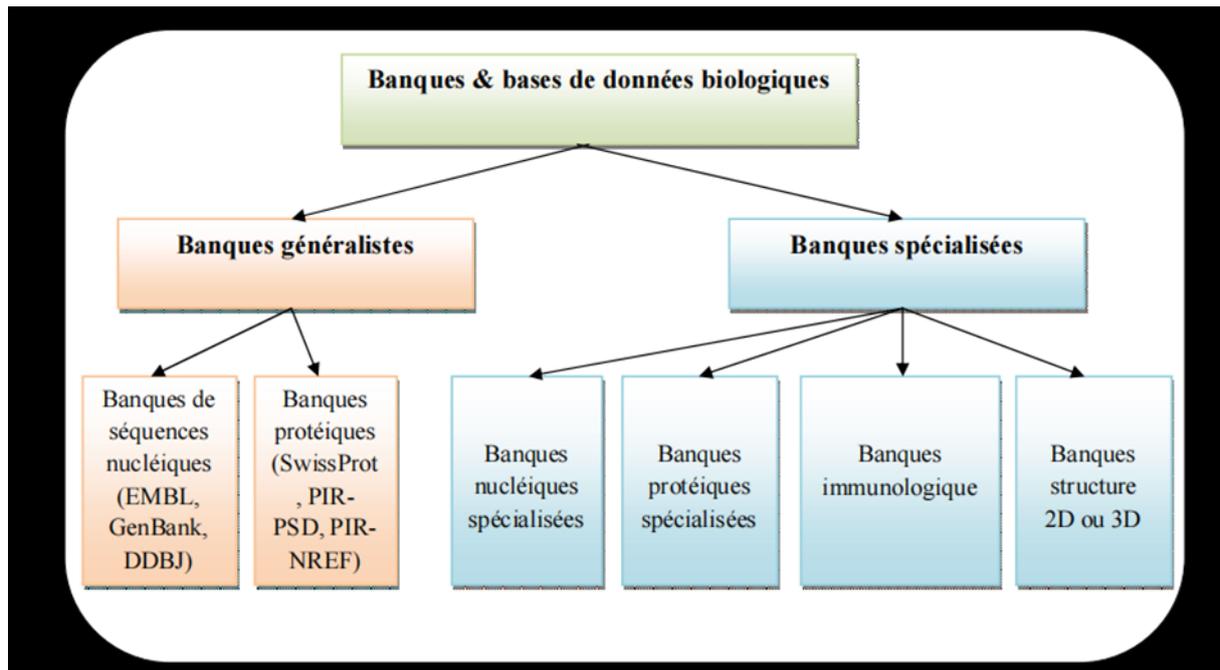
### I.2.3. Les types de banques de données :

La séquence est l'élément central autour duquel les banques de données se sont constituées.

Nous distinguerons deux types de banques :

#### 1) Les banques de séquences généralistes

#### 2) Les banques ou bases de données de séquences spécialisées (Chaib, 2018).



**Figure 02** : Classification des banques des données biologiques. (chaib,2018)

### I.3. Les applications de la bioinformatiques en immunologie :

#### I.3.1. Bases de données anticorps IMGT :

The international of immunogenetics information système (IMGT) est un système spécialisé dans les séquences de données génétiques des immunoglobulines ou anticorps, des récepteurs T et de CMH, elle est composé de plusieurs bases de données (quatre de séquences, une de gènes, une de structures 3D) et d'une quinzaine d'outils interactifs) et de plus de 10 000 pages de ressources Web. (Lefranc,2009).

## Partie bibliographique

La base de structures 3D d'IMGT et les outils d'analyse de structures (IMGT/DomainGapAlign, IMGT/DomainSuperimpose) intègrent la numérotation unique IMGT et la représentation graphique « IMGT Collier de Perles » qui permet de passer facilement d'une séquence protéique à une structure 3D.(Lefranc,2009).

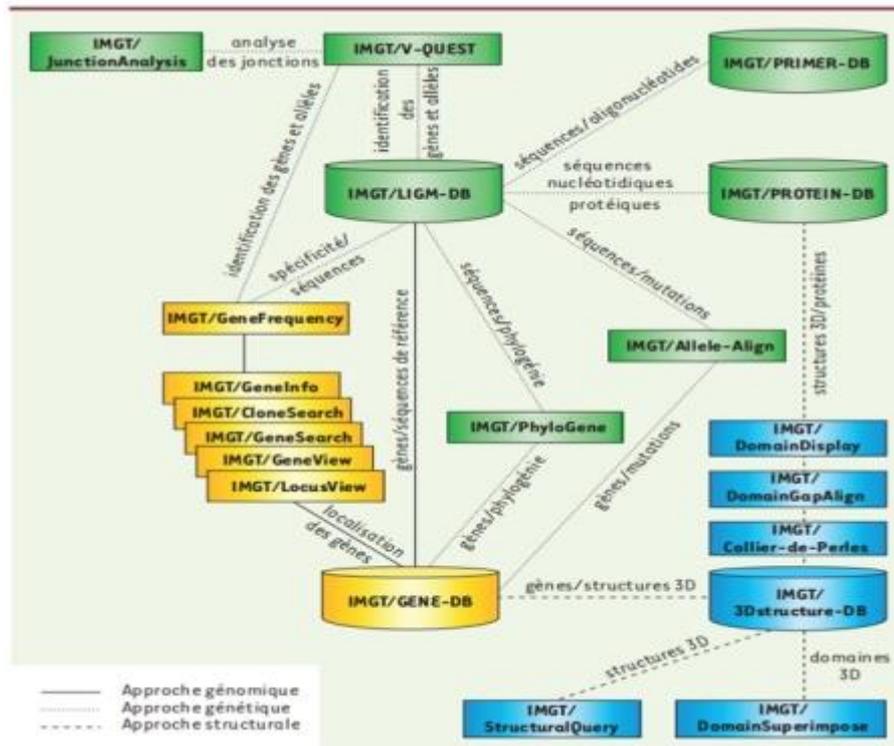


Figure 03 : La base de donnée IMGT. (Lefranc,2009).

### I.3.2. Les systèmes immunitaires artificiels :

Le système immunitaire artificiel (AIS) est une classe d'algorithmes d'optimisation inspirés des principes et des fonctions du système immunitaire inné des vertébrés (SIN). Ces algorithmes utilisent généralement les propriétés du SIN pour l'apprentissage et la mémorisation comme méthode de résolution de problèmes. Ils sont liés à l'intelligence artificielle et sont très proches de travailler sur des algorithmes génétiques.

Les fonctions simulées dans l'AIS comprennent la reconnaissance de formes, l'hypermutation, la sélection clonale des lymphocytes B, la sélection négative des lymphocytes T, la maturation par affinité et la théorie du réseau immunitaire.(Aberkane et Djahafi , 2015).

Tableau 01 : systèmes artificiels inspiré par la biologie (Aberkane et Djahafi , 2015).

## Partie bibliographique

<b>Système caractéristique</b>	<b>AIS</b>	<b>RNA</b>	<b>AG</b>
<b>composants</b>	Chaîne d'attribut	Neurones artificiels	Chaînes de chromosomes
<b>structure</b>	Ensemble d'éléments discrets/gérés en réseau	Neurones gérés en réseau	Élément discret
<b>Stockage de la connaissance</b>	Chaînes d'attributs / connexion réseau	Poids de connexion	Chaînes Chromosomiques
<b>dynamique</b>	Apprentissage/Evolution	Apprentissage	Evolution
<b>Interaction avec d'autres composants</b>	Chaînes d'attributs / connexion réseau	Poids de connexion	Chaînes Chromosomiques
<b>seuil</b>	Influence l'affinité des éléments	Influence l'activation de neurone	Influence-les Variations génétiques
<b>etat</b>	Concentration et affinité	Niveau d'activation des neurones de sortie	L'information génétique dans les chromosomes

### I.3.3. Domaines d'application des SIA :

Le système immunitaire artificiel peut être utilisé dans plusieurs domaines d'application. Selon le type de problème, on peut citer parmi ces domaines :

- ✓ La classification des données.
- ✓ Reconnaissance de formes.

- ✓ Robotique.
- ✓ Optimisation.
- ✓ La détection et l'élimination des virus informatiques.
- ✓ La sécurité informatique. (Aberkane et Djahafi, 2015).

### **I.3.4. Score d'obésité et de diabète :**

Un système de notation validé pour prédire la mort à cause de COVID-19. La pneumonie, le diabète précoce (avant 40 ans), l'âge, l'insuffisance rénale, la bronchopneumopathie chronique obstructive et l'obésité sont pris en compte dans leur bilan. La maladie et l'obésité. Chaque maladie donne une valeur différente. Le score obésité-diabète C est de 0,83. (Julieta et al., 2021).

### **I.3.5. Système de notation PH-Covid19 :**

Un système développé pour prédire la mortalité par COVID-19 sur la base de données sur les antécédents médicaux, notamment l'âge, le sexe, le diabète, la maladie pulmonaire obstructive chronique, l'immunosuppression, l'hypertension, l'obésité et la maladie rénale chronique, maladie rénale chronique. Le score final est utilisé pour diviser les patients en quatre catégories de risque de mortalité. (Julieta et al., 2021).

### **I.3.6. Système de notation du risque basé sur l'inflammation :**

Un instrument développé à l'origine pour prédire la mortalité dans les syndromes coronariens aigus. Prédire la mortalité due à une maladie coronarienne aiguë qui évalue l'état de l'inflammation systémique. État de l'inflammation systémique, Son évaluation prend en compte le taux d'albumine sérique et de protéines de haute sensibilité, ainsi que le nombre de globules blancs selon différents seuils prédéterminés pré-spécifique qui permettent une stratification du degré d'inflammation systémique en trois catégories. Un système d'évaluation des risques basé sur l'inflammation s'est déjà révélé utile pour prédire la nécessité d'une intervention chirurgicale. Ventilation mécanique chez les patients hospitalisés atteints de COVID-19. (Julieta et al., 2021).

### II. L'auto-immunité et les maladies auto-immunes :

#### II.1. L'auto-immunité :

L'auto-immunité est définie comme une réponse immunitaire dirigée contre des antigènes du soi (antigènes autologues). elle constitue une cause importante de maladies. Différentes maladies auto-immunes peuvent être spécifiques d'un organe ou systémiques avec des lésions tissulaires et des manifestations cliniques. Les lésions tissulaires dans des MAI peuvent être causées par des anticorps dirigés contre les antigènes du soi ou par des lymphocytes T auto réactifs. (Abbas et al., 2020).

##### II.1.1. Auto-immunité physiologique :

L'activation et l'expression des lymphocytes T et des lymphocytes B sont étroitement contrôlées dans les conditions physiologiques. C'est la défaillance des mécanismes de contrôle qui est à l'origine de la survenue de manifestations auto-immunes. Dans un premier temps, il faut distinguer l'immunité innée, la première ligne de défense de l'organisme, de l'immunité adaptative, dont les acteurs sont les LB et les LT. Ensuite successivement les mécanismes pouvant contribuer à la survenue de pathologies auto-immunes, qu'il s'agisse d'un défaut de contrôle de la réponse immunitaire humorale ou cellulaire (Atouf et Benseffaj., 2012).

##### *La tolérance immunitaire :*

La tolérance immunitaire est un état physiologique selon lequel le système immunitaire ne génère pas de réponse contre les propres composants de l'organisme (Espinosa ,2010) .

La phénomène de tolérance immunologique est important pour plusieurs raisons, les antigènes du soi induisent normalement une tolérance et l'échec de la tolérance au soi est la cause es maladies auto-immunes (Abbas et al., 2020).

la tolérance immunologique à différents antigènes du soi peut être induit lorsque les lymphocytes en développement rencontre ces antigènes dans les organes lymphoïdes centraux ou primaires (tolérance centrale ) ou lorsque les lymphocytes matures rencontrent les antigènes du soi dans les organes lymphoïdes périphérique ou dans les tissus périphérique ( tolérance périphérique ) (Abbas et al., 2020).

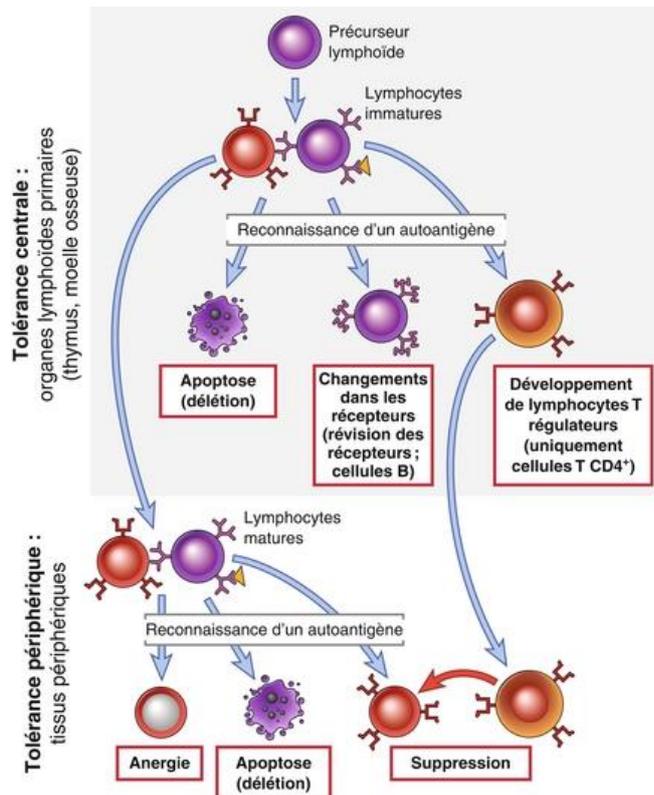
## Partie bibliographique

### *La tolérance centrale :*

La tolérance centrale regroupe les mécanismes d'acquisition de la tolérance au soi intervenant au cours de la lymphopoïèse .elle a lieu dans la moelle osseuse pour les LB et dans le thymus pour les LT .Elle procède par un phénomène de sélection négative qui conduit à l'élimination des LB et LT qui viennent de produire un immun récepteur auto réactif (**Espinosa,2010**).

### *La tolérance périphérique :*

La tolérance périphérique repose sur plusieurs mécanismes pour gérer les lymphocytes auto réactifs. On distingue des mécanismes passifs comme l'ignorance, l'anergie ou l'apoptose face aux antigènes du soi. Des mécanismes actifs impliquent des cellules qui régulent négativement les LT comme les cellules dendritiques tolérogènes et les LT régulateurs (**Espinosa, 2010**).



**Figure 04 :** Mécanisme de la tolérance au soi. (site web 1)

### **II.1.2. Auto-immunité pathologique :**

L'auto-immunité est physiologique, mais parfois le système de régulation peut être défaillant. Il apparaît alors une auto-immunité pathologique, agressive, qui aboutit au déclenchement d'une maladie auto-immune, soit par la prolifération de LB ou de LT auto agressifs de forte

affinité. Ces maladies dépendent de facteurs immunogénétiques et environnementaux (**Huck et Zouali ,1996**).

### II.2. Les maladies auto-immunes

#### II.2.1. La définition d'une maladie auto-immune :

Les maladies auto-immunes (MAI) sont la conséquence d'une dérégulation du système immunitaire entraînant une réponse immunologique inadaptée de l'organisme contre les antigènes du soi à l'origine d'un processus pathologique (**London et Mouthon ,2013**).

#### II.2.2. Classification des maladies auto-immunes :

Pour les cliniciens, les maladies auto-immunes semblent être soit systémique (comme dans le cas du lupus érythémateux disséminé) ou spécifique à l'organe (comme dans le cas du diabète sucré de type 1). Cette classification, bien que cliniquement utile, ne correspond pas nécessairement à une différence de causalité. Une division plus utile distingue les maladies dans lesquelles il y a une altération générale de la sélection, de la réglementation, ou la mort de cellules T ou B et celles dans lesquelles une réponse aberrante à un antigène particulier, auto ou étranger, provoque l'auto-immunité. Cette classification est utile pour décider du traitement, qui peut différer selon le mécanisme pathogène (**Edelson, 2000** ).

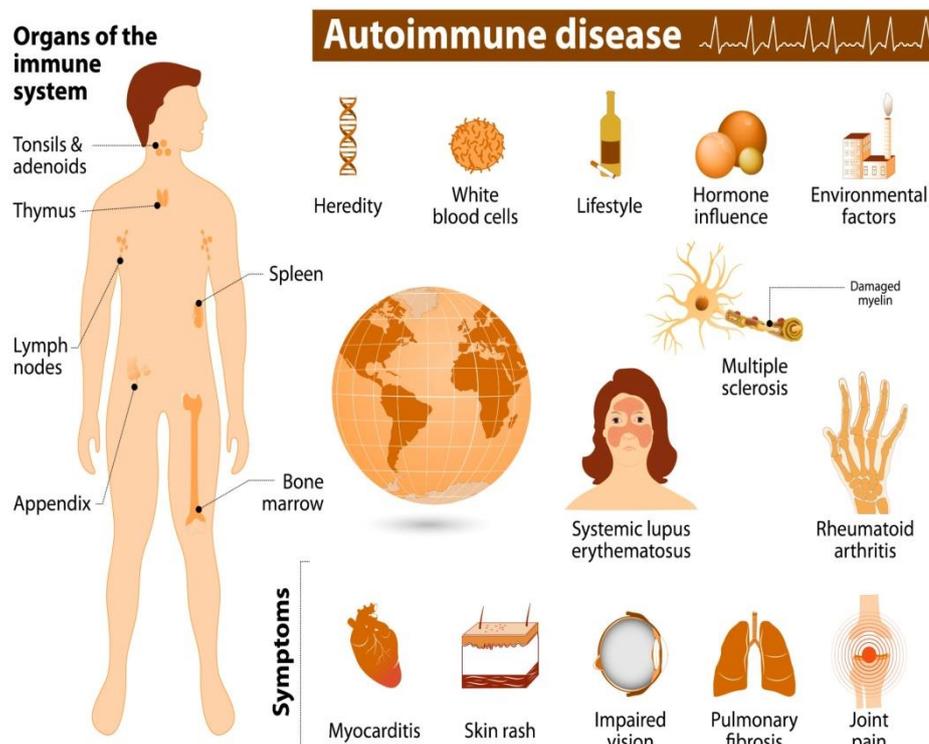


Figure 05: Les différentes maladies auto-immunes (esculape,2022) .

## Partie bibliographique

### II.2.2.1. Maladies auto-immunes spécifiques d'organes :

Dans une maladie auto-immune spécifique d'un organe, la réponse immunitaire est dirigée contre un antigène cible spécifique d'un seul organe ou d'une seule glande, et ainsi les manifestations sont largement limitées à cet organe. Les cellules des organes cible peuvent être lésées directement par des mécanismes humoraux ou à médiation cellulaire. Les anticorps peuvent soit hyperstimuler, bloquer la fonction normale de l'organe cible (**Thomas.Kindt ,et al 2007**).

**Tableau 02:**Maladies auto-immunes spécifiques d'organes selon l'organe cible.

<b>Gland endocrines</b>	Thyroïdes : maladie d'Hashimoto et maladie Basedow ; Maladie d'Addison Diabète de type 1 Ovarite auto-immune
<b>Foie et tube digestif</b>	Hépatites auto-immunes Cirrhose Maladie de Biermer Maladie cœliaque
<b>Système nerveux</b>	Myasthénie Lambert-Eaton Guillain-Barré Sclérose en plaques
<b>oeil</b>	Ophtalmie sympathique
<b>peau</b>	Pemphigus Pemphigoides Pelade Vitiligo

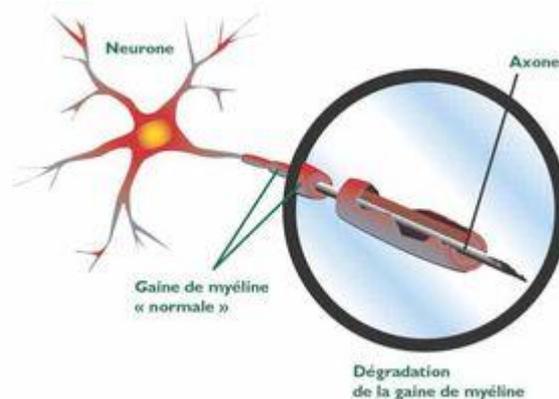
## Partie bibliographique

**II.2.2.1.1. Maladie d'Addison :** est le résultat d'une insuffisance surrénalienne, qui se développe généralement progressivement. Elle se traduit par une hypotension et une hyperpigmentation et peut être compliquée par une insuffisance surrénalienne aiguë et un collapsus cardiovasculaire (Ashley et Grossma ,2022).



**Figure 06 :** Hyperpigmentation de la maladie d'Addison(Ashley et Grossma ,2022).

**II.2.2.1.2. La sclérose en plaques (SEP) :** est caractérisée par des plaques de démyélinisation disséminées dans le cerveau et la moelle épinière (Michael et levin, 2021).



**Figure07 :** Représentation de la dégradation de la gaine de myéline, due à la Sclérose en plaques(Futra,2010).

**II.2.2.1.3. Le vitiligo :** est une perte des mélanocytes de la peau qui entraîne une dépigmentation de zones cutanées de différentes tailles (Das,2022).



**Figure 08 :** Vitiligo universel sur le dos (Das, 2022).

### **II.2.2.2. Maladies auto-immunes systémiques :**

Dans les maladies auto-immunes systémiques, la réponse est dirigée contre toute une série d'antigènes cible et implique nombre d'organes et de tissus. Ces maladies reflètent un déficit général de la régulation de l'immunité qui conduit à des cellules T et à des cellules B hyperactives . Les dommages tissulaires sont disséminés, provoqués à la fois par les réponses immunitaires à médiation cellulaires à la fois par cellulaire et des lésions cellulaires directes causées par des auto- anticorps ou l'accumulation des complexes immuns (**Thomas et al., 2007**).

## Partie bibliographique

**Tableau 03 :** Maladies auto-immunes systémiques.

<b>Connectivites</b>	Polyarthrite rhumatoïde Lupus systémique Syndrome de Gougerot- Sjörger Myopathies inflammatoires (dont syndrome de antisynthétases) Connetivite mixte
<b>Vascularites</b>	Artérite à cellules géantes Maladie de Takayasu Maladie de Kawasaki Périarthrite noueuse Granulomatose avec polyanigeite (anciennement maladie de Wegener ) Granulomatose éosinophile avec polyangéite (anciennement maladie de Churg-strauss ) Polyangéite microscopique Vascularite à IgA (anciennement Purpura rhumatoïde ) Vascularite à Ac anti-MBG Maladie de Behcet

Autre : Polychronndriteatrophiante

Syndrome des antiphospholipides

**II.2.2.2.1. La polyarthrite rhumatoïde :** Cette maladie est caractérisée par une inflammation de la membrane synoviale des articulations qui peut aboutir à des destructions locales du cartilage voire de l'os avoisinant et de l'articulation. (Espinosa, 2010).

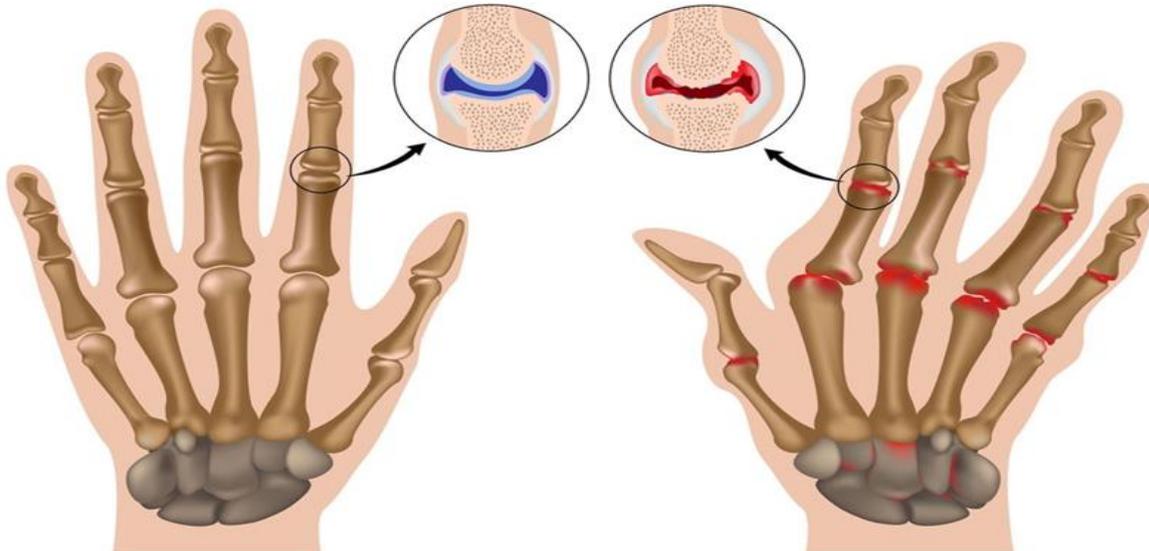


Figure 09 : Symptôme de polyarthrite rhumatoïde (site web 2).

**II.2.2.2.2. Le lupus érythémateux disséminé (LED) :** Le lupus érythémateux systémique (LES) ou lupus érythémateux disséminé (LED) est une maladie inflammatoire et auto-immune chronique évoluant par poussée, caractérisée par une importante production d'auto-Anticorps et de complexes immuns, pouvant se déposer dans différents organes cibles (Bouchakout et Bazine, 2016).

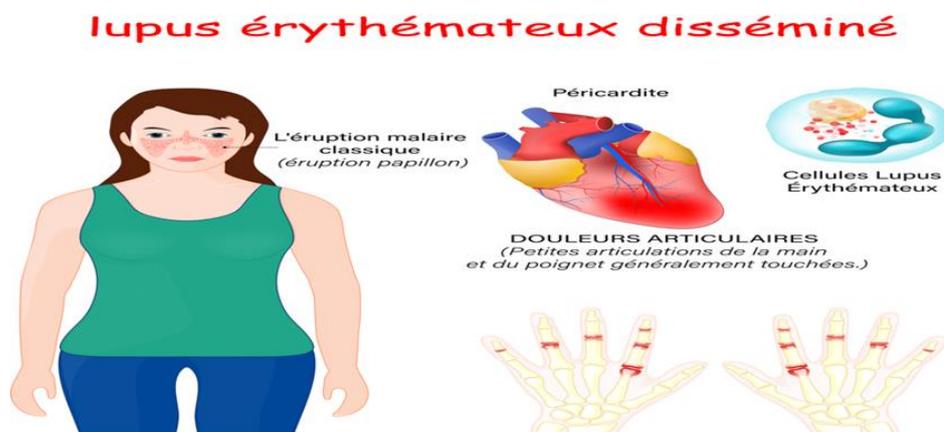
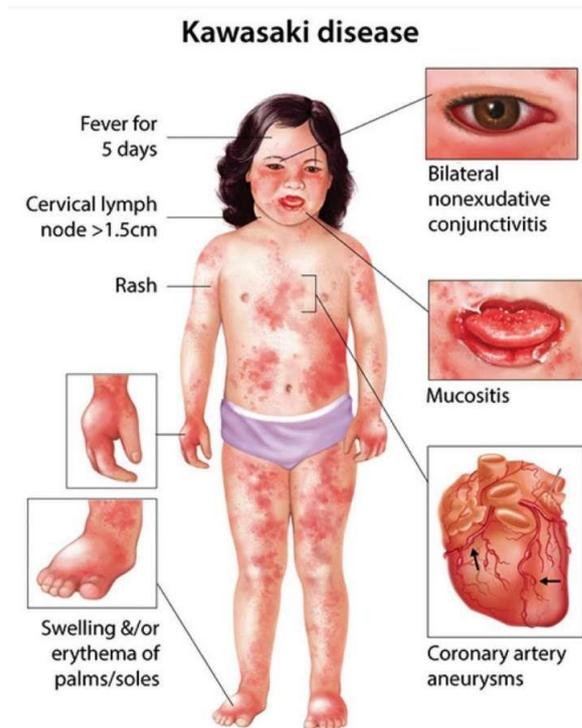


Figure 10 : Causes et symptôme de lupus érythémateux (siteweb3).

**II.2.2.2.3. Maladie de Kawasaki :** La maladie de Kawasaki est une vascularite, impliquant parfois des artères coronaires, qui tend à se produire chez les nourrissons et les enfants âgés de 1 à 8 ans (Christopher et Raab, 2023).



**Figure 11 :** Critères diagnostiques de la maladie de Kawasaki (Christopher et Raab, 2023).

### II.2.3. Etiologie de la maladie auto-immune :

Contrairement aux maladies infectieuses dans lesquelles la cause peut être décrite à un seul organisme, les maladies auto-immunes sont multifactorielles. Cela signifie qu'une constellation d'événements doit se produire avant que la manifestation de la maladie ne devienne apparente. Cette combinaison d'événements nécessite probablement des facteurs génétiques et environnementaux. (Espinosa, 2010)

#### Génétique :

Le développement d'une maladie auto-immune dépend d'une combinaison de facteurs génétiques et environnementaux. L'idée que les individus sont génétiquement prédisposés à développer une maladie auto-immune est née de rapports cliniques selon lesquels les patients décrivent souvent des antécédents familiaux de maladies auto-immunes. Par exemple, les patients atteints de maladies thyroïdiennes auto-immunes, la maladie de Graves ou la thyroïdite de Hashimoto, ont des antécédents familiaux de développement de l'une ou l'autre de ces maladies. Les patients atteints d'une maladie thyroïdienne auto-immune sont également

## Partie bibliographique

plus susceptibles de développer d'autres maladies auto-immunes telles que le lupus érythémateux disséminé (lupus), l'anémie pernicieuse, le diabète de type I ou la maladie d'Addison. Voir aussi : Maladie auto-immune : Génétique L'antigène des lymphocytes humains, ou haplotype HLA, est le meilleur indicateur disponible pour prédire le développement d'une maladie auto-immune. Ainsi, l'hérédité ne représente qu'un tiers environ du risque de développer une maladie auto-immune, tandis que les facteurs environnementaux non hérités représentent les 70 % restants.

(Delisa et Johns ,2007).

### L'environnement :

Les facteurs environnementaux externes tels que les hormones, l'alimentation, les médicaments, les toxines et/ou les infections sont importants pour déterminer si un individu développera une maladie auto-immune. Les agents environnementaux sont capables d'amplifier l'auto-immunité chez les individus génétiquement sensibles et de briser la tolérance chez les individus génétiquement résistants, augmentant ainsi le risque de développer une maladie auto-immune (Delisa et Johns , 2007).

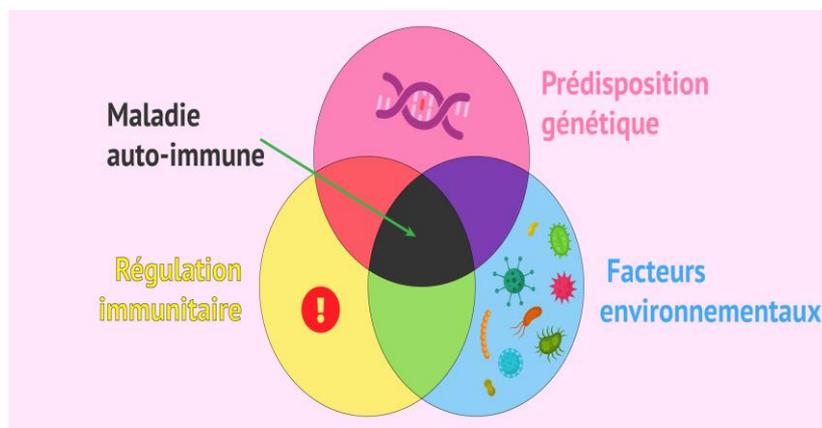


Figure 12 : Déclencheurs de maladies auto-immunes (Andrea et al.,2021).

### II.2.4. Mécanismes lésionnels des maladies auto-immunes :

Il peut arriver que le système immunitaire perde sa tolérance au soi et commence à développer des réactions agressives contre ses propres cellules : c'est le principal mécanisme de développement des maladies immunitaires. On assiste donc à des attaques de certains globules blancs, comme les lymphocytes autoréactifs, notamment contre les tissus et les organes. Les anticorps normalement produits par le système immunitaire, dont la tâche est de détruire les antigènes, commencent donc à se fixer sur les éléments du corps. Le système

## Partie bibliographique

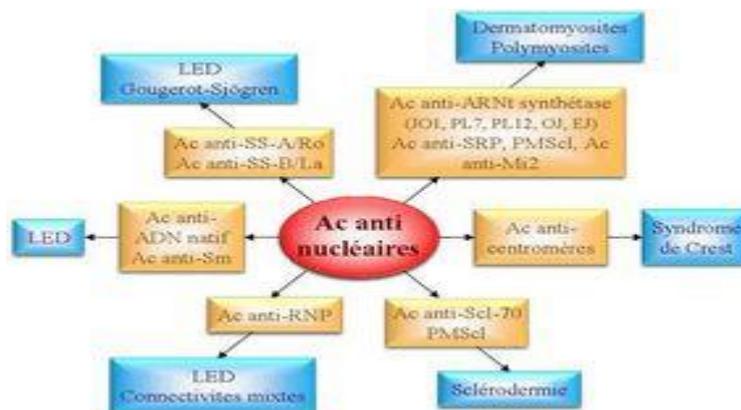
immunitaire considère ses ingrédients comme étrangers et fait tout ce qu'il peut pour s'en débarrasser (**Esculape, 2022**).

### II.2.5. Les auto-anticorps :

Les auto-anticorps sont des produits de clones de lymphocytes B autoréactifs dont l'activation et la différenciation sont le résultat d'un processus auto-immun. Leur mesure constitue donc un marqueur diagnostique des maladies auto-immunes, avec une sensibilité et une spécificité variables selon la maladie considérée (**François, 2014**)

On distingue cinq catégories d'auto-anticorps utiles pour le diagnostic des maladies auto-immunes :

- Les anticorps antinucléaires : anti-ADN, anti-nucléosome, anti-histone, anti-ARN, sont des marqueurs des MAI systémiques comme le lupus.
- Les anticorps anti-tissus : ce sont des marqueurs des MAI spécifiques d'organe.
- Les anticorps anti-IgG : par définition, il s'agit des facteurs rhumatoïdes.
- Les anticorps anti phospholipides : dirigés contre les phospholipides entrant dans la constitution de la membrane des cellules de notre organisme.
- Les anticorps anti-cytoplasme des polynucléaires : ils sont dirigés contre différentes enzymes cytoplasmiques des neutrophiles (**Emile, 2010**).



**Figure 13 :** Anticorps anti-nucléaires

### II.2.6. Traitements :

Il n'existe pas ou peu de traitements spécifiques des maladies auto-immunes. Les médecins ont recours à une inhibition généralisée du système immunitaire en administrant des anti-

## Partie bibliographique

inflammatoires non stéroïdiens ou des corticoïdes ou des immunosuppresseurs pour les formes les plus aiguës. Ces traitements administrés à hautes doses, dans les cas les plus sévères, causent une immunodéficience fragilisant les patients qui deviennent plus vulnérables aux infections microbiennes.

D'autres traitements plus spécifiques ont donné de bons résultats pour la polyarthrite: l'injection d'anticorps humanisés anti-TNF- $\alpha$  et de récepteurs solubles au TNF recombinant humain (**Espinosa, 2010**).

### **II.3. Le diabète de type 1 :**

Le diabète est une maladie chronique qui affecte 8,5 % de la population mondiale et qui est définie par un état d'hyperglycémie chronique. Il existe plusieurs catégories de diabète, dont l'importance est actuellement étudiée, parmi lesquelles le diabète de type 1 (DT1), caractérisé par une destruction des cellules  $\beta$  du pancréas par le système immunitaire. Cette destruction est progressive et les premiers signes cliniques apparaissent lorsque 80 à 90 % des cellules  $\beta$  ont été détruites (**Caroline et al., 2019**).

#### **II.3.1. La physiopathologie du DT1:**

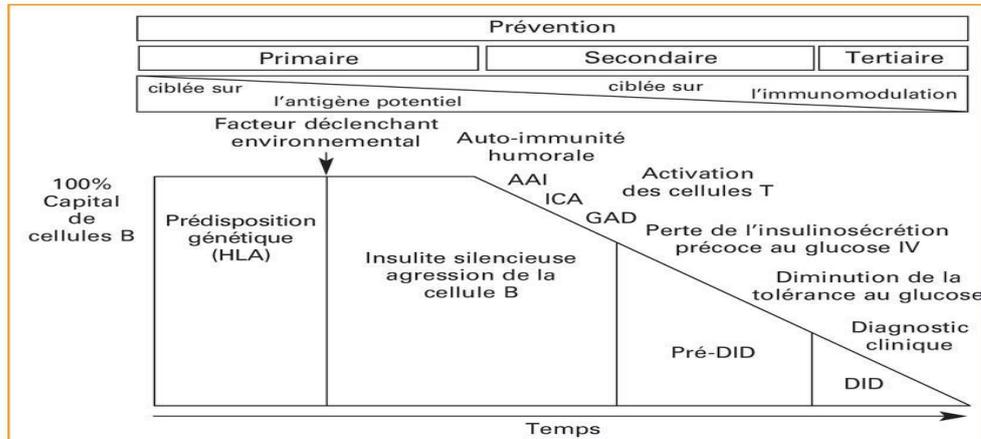
Le DT1 est une maladie auto-immune dans laquelle la destruction progressive et irréversible des îlots pancréatiques est causée par de multiples facteurs : génétiques, auto-immuns et environnementaux. Dans un état physiologique normal, l'insuline produite par les cellules bêta de Langerhans permet la pénétration du glucose dans les cellules de l'organisme et la stabilité glycémique chez une personne saine, en fonction de l'alimentation. Le diabète de type 1 est le résultat d'une destruction spécifique d'îlots pancréatiques à la suite d'un processus auto-immun. Les cellules mononucléaires envahissent les îlots de Langerhans (insulite). Les lymphocytes T CD8 dirigés contre les auto-antigènes cellulaires se retrouvent dans ces infiltrats aux côtés des lymphocytes T CD4, des lymphocytes B et des macrophages. Le processus de destruction implique essentiellement une immunité à médiation cellulaire (type Th1) et peut impliquer, entre autres, des mécanismes d'apoptose (**Mason , 1963**).

**Le déroulement de la maladie est classiquement représenté en trois phases successives :**

- 1- Une phase de latence : caractérisée par une prédisposition génétique.
- 2- Une phase préclinique : silencieuse, caractérisée par l'activation du système immunitaire contre les cellules des îlots (insulite) et par la destruction progressive des cellules B.

## Partie bibliographique

3- Une phase clinique : l'hyperglycémie, survenant lorsque ne subsiste qu'un faible pourcentage (entre 10 t 50 %) de cellules B fonctionnelles (**Chaa, 2017**).



**Figure 14** : Les étapes de la maladie et l'apparition des auto-anticorps légendes :

Auto-anticorps : AAI : anti-insuline, ICA : anti-ilots, GAD : anti-glutamate acide décarboxylas DID : diabète insulino dépendant (Claire,2018).

### II.3.2. Diagnostic :

**Tableau 04** : Diagnostic de Diabète type 01.

<b>Profil clinique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujet jeune (&lt;20ans)</li> <li>- Pas d'antécédent familial de diabète</li> <li>- Clinique d'apparition brutale</li> <li>- Possibilités d'autres maladies auto-immunes</li> </ul>
<b>Examens biologiques (1<sup>ère</sup> intention)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glycémie à jeun à 2 reprises &gt; 1,26 g/L (7mmol/L)</li> <li>- Glycosurie et cétonurie +</li> </ul>
<b>Examens biologiques (2<sup>ème</sup> intention)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auto anticorps anti GAD, anti IA2, anti-cellules d'îlots, anti-insuline (en cas de doute sur l'étiologie du diabète)</li> </ul>
<b>Prise en charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche de maladies auto-immunes associées : dosage de TSH, d'anticorps anti-transglutaminas(IgA)</li> <li>- Dosage d'HbA1c, bilan rénal (créatinine, clairance créatinine, microalbuminurie), bilan lipidique</li> <li>- Information détaillée + exploration ophtalmologique, dentaire, cardio-vasculaire, neurologique ...</li> </ul>

### II.4. La thyroïdite d' Hashimoto (hypothyroïdie) :

Aussi appelée thyroïdite chronique lymphocytaire, la thyroïdite de Hashimoto est une maladie auto-immune fréquente.

C'est d'ailleurs la première maladie auto-immune à avoir été reconnue (en 1957). En effet, cette pathologie souligne une problématique précise au niveau du système immunitaire : l'organisme considère la glande thyroïde comme un agent étranger. Cette glande subit alors les atteintes portées par les globules blancs (**Reinaud, 2018**).

#### II.4.1. Cause :

La maladie de Hashimoto est une maladie thyroïdienne auto-immune. Le système immunitaire du corps produit des anticorps qui ciblent les cellules thyroïdiennes, en supposant qu'il s'agit d'une bactérie, d'un virus ou d'un objet étranger. Cela réduit la capacité de la glande thyroïde à produire suffisamment d'hormones thyroïdiennes .

- Facteurs génétiques
- Facteurs environnementaux tels que le stress ou l'exposition aux radiations.
- Iode excessif
- Post-livraison (**Mythili**).

#### II.4.2. Diagnostic

Le diagnostic du syndrome de Hashimoto s'effectue en pratiquant un dosage sanguin des hormones thyroïdiennes qui sont abaissées, ainsi qu'un dosage sanguin de la TSH qui est augmenté. Le dosage sanguin des anticorps dirigés contre la thyroïde, les anticorps anti-TPO, Confirme le diagnostic lorsque ils sont élevés. Une échographie de la thyroïde peut révéler la Présence d'un goitre (**Mason ,1963**).

# *Partie pratique*

### III. Partie pratique :

#### I. Introduction

Dans le présent chapitre on va présenter un système de contrôle des maladies auto immunes selon certains paramètres biologiques des patients. L'objectif de cette étude est d'examiner l'évolution de la thyroïdite auto-immune chez des patients diabétiques.

Ce chapitre est organisé comme suit, on va tout d'abord donner une vue générale sur notre système de Contrôle, en suite on passe à une étude épidémiologique et biologique sur laquelle on a basé pour la création de notre système Bio-informatique et en fin, on va donner quelques détails d'implémentation et de programmation.

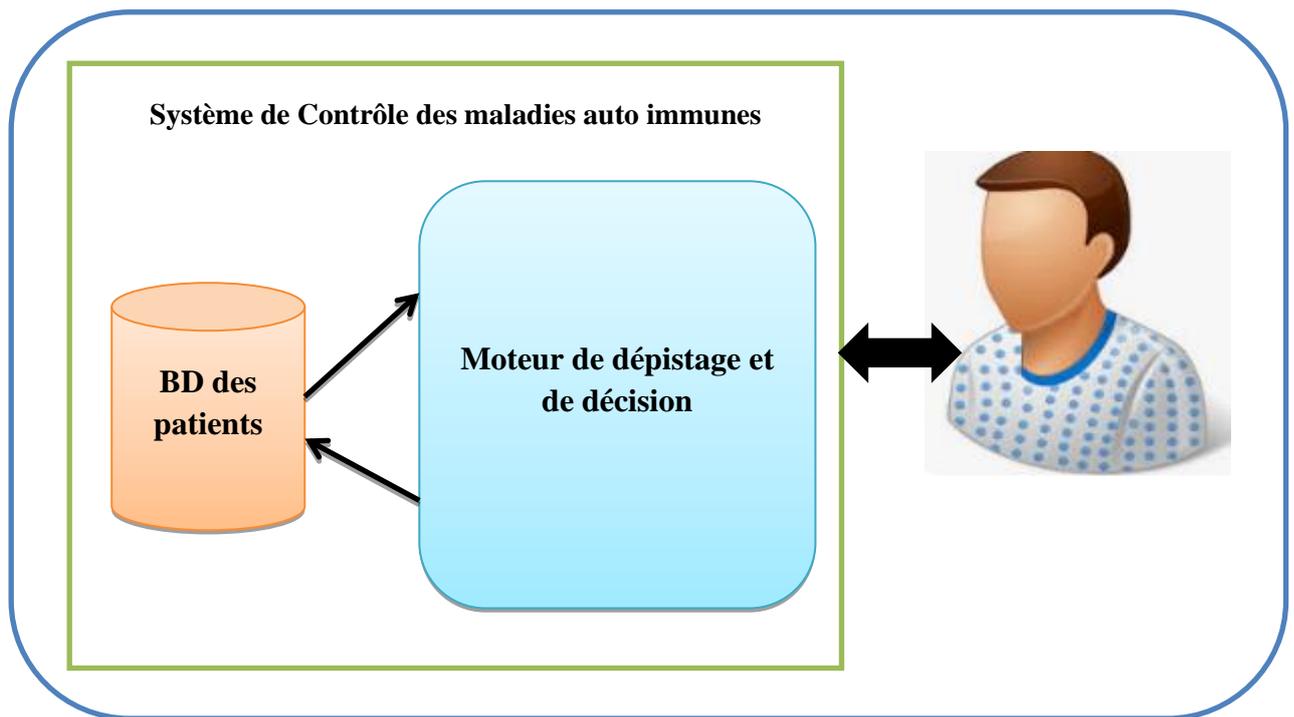
#### II. Présentation générale du système

Notre projet proposé nommé **Système de Contrôle des maladies auto immunes** est un système de contrôle et de test des maladies auto immunes selon certains paramètres et données biologiques, son principal objectif est de construire un système de diagnostic automatique des maladies auto immunes et la découverte automatique de l'influence de l'une sur l'autre.

Notre système permet de :

- Ajouter un nouveau patient
- Sauvegarder l'historique des paramètres biologiques des patients
- Chercher les paramètres biologiques des patients à un moment donné
- Découvrir la/ les maladies des patients selon leurs bilans biologiques
- Découvrir si une maladie peut influencer sur une autre.

Une description générale de notre système est résumée dans la figure 15.



**Figure 15 :** Présentation générale du système proposé.

**Moteur de dépistage et de décision :** est un ensemble de modules de raisonnements nécessaires pour :

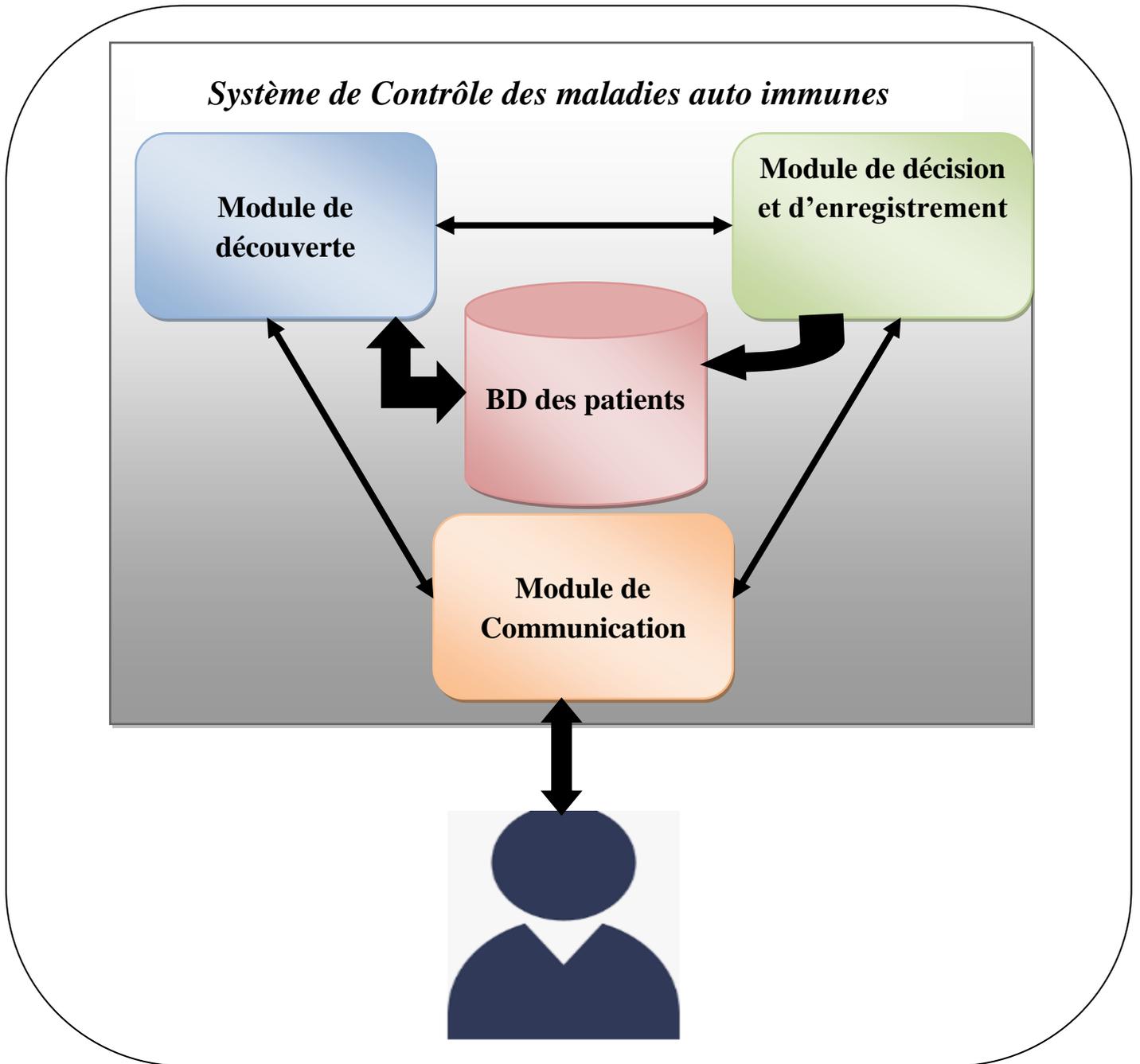
- La découverte d'une maladie auto immune
- Le dépistage automatique des maladies auto immunes
- L'évolution de la maladie
- L'enregistrement et le suivi des patients
- La sauvegarde et la traçabilité des patients avec leurs paramètres biologiques

**Base de données des Patients :**

Contient les caractéristiques physiologiques des patients (Poids, sexe, âge...) et les paramètres biologiques (Bilan biologique) pour étudier l'évolution des maladies auto immunes des patients et les influences que peut apporter une maladie sur l'autre

### **II.1. Architecture détaillée du système proposé.**

Notre système fonctionne selon trois différents modules complémentaires qui sont : le module de découverte, le module de décision et d'enregistrement et le module de Communication, la figure 16 représente l'architecture interne détaillée de notre système.



**Figure 16 :** Architecture interne détaillée du système de Contrôle des maladies auto-immunes .

***Module de Communication :***

- Reçoit les paramètres biologiques des patients et les coordonnées des patients (Age, sexe, ...)
- Envoi les paramètres biologiques des patients et les coordonnées des patients (Age, sexe, ...) au module de Découverte
- Reçoit la décision du module de décision.

## Partie pratique

- Envoi la décision du module de décision aux patients

### ***Module de découverte :***

- Reçoit les paramètres biologiques des patients et les coordonnées des patients (Age, sexe, ...)
- Découvre la maladie du patient selon le bilan biologiques et les paramètres de poids, sexe et âge.
- Envoi la conclusion au module d'enregistrement et de Décision

### ***Module d'enregistrement et de Décision :***

- Reçoit les paramètres biologiques des patients.
- Reçoit la conclusion du module de découverte.
- Crée un nouvel enregistrement du patient dans la base de données
- Enregistrer les données (patient, paramètres biologiques) dans la base de données du système
- Envoi la décision au module de Communication.

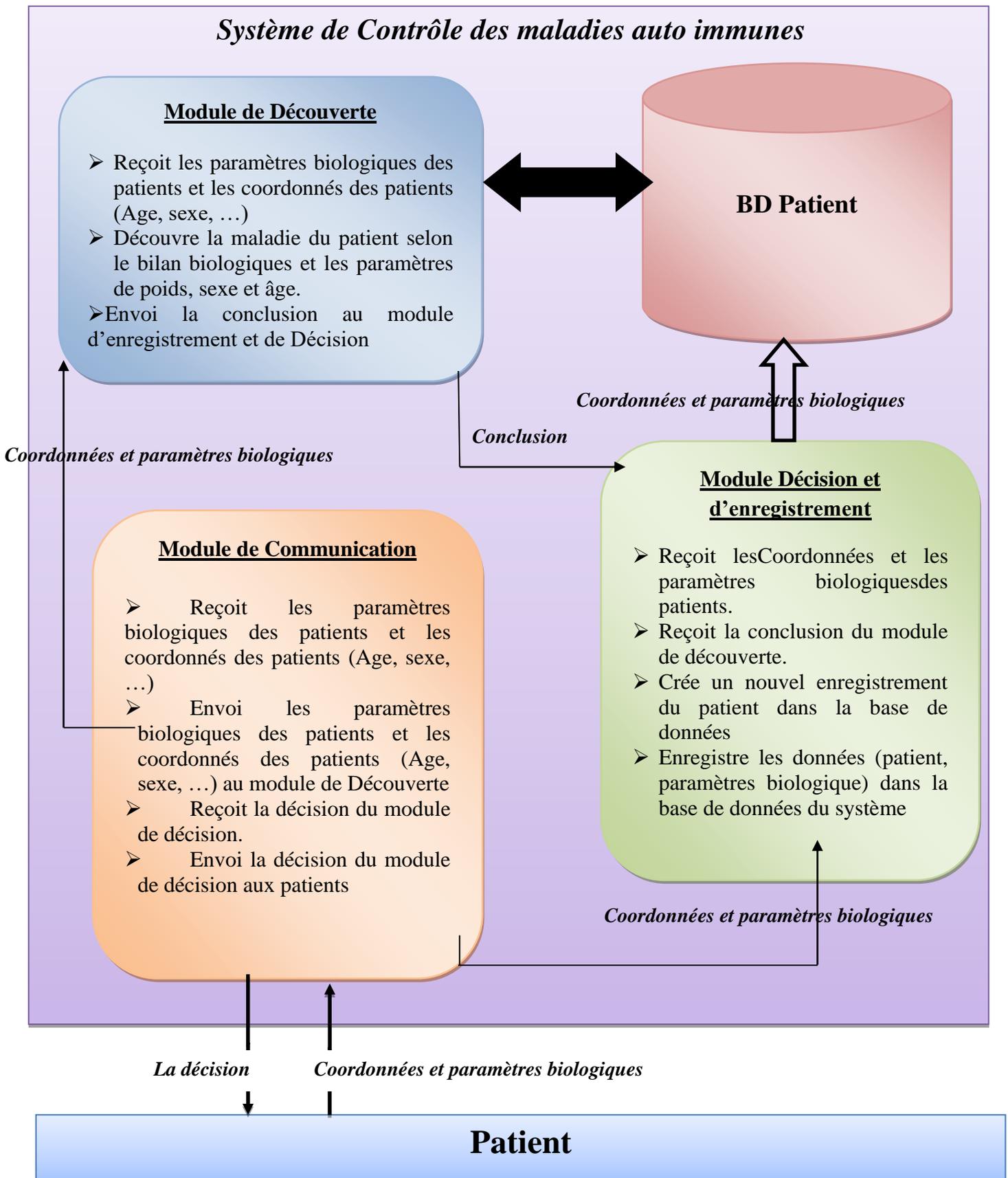
### ***Base de données des Patients :***

Notre système dispose une base de données accointance implémentée à son niveau, c'est une structure de donnée qui est mise à jour cycliquement, elle contient :

- Les coordonnées des patients (Identificateur, Age, sexe, poids...)
- les paramètres des bilans biologiques avec leurs historiques
- les normes (les standards) de chaque paramètre biologique par tranche d'âge.
- L'historique des bilans biologiques

## **II.2. Fonctionnement du système**

Dans la figure 17 nous allons présenter le Schéma de fonctionnement de notre système avec les interactions entre ses modules et la base de données:



**Figure 17** : Schéma de fonctionnement du Système de Contrôle des maladies auto immunes.

### III. Etude de cas :

#### III.1. Présentation générale de l'étude de cas.

Dans notre étude nous avons choisi les deux maladies : **le diabète** et **la thyroïde** de la famille des maladies auto-immune spécifique d'organe en raison de sa forte prévalence dans la société algérienne, la forte relation entre ces deux maladies et une association avec ces deux maladies, car la plupart des diabétiques souffrent des possibilités de développer la thyroïde.

Notre système contrôle le diabète et la thyroïde des patients selon des paramètres biologiques bien déterminés. Le système s'appuie sur deux types de données

1. Données relatifs aux patient : âge, sexe, poids
2. Les paramètres biologiques de la maladie :

Pour le diabète, le système utilise les principaux paramètres pour le dépistage et le suivi tels que : La glycémie à jeun GLY, l'hémoglobine glyquée HbA1c et la glycémie postprandiale.

Pour la thyroïde, le système utilise la TSH, FT3 et FT4.

Le **Système de Contrôle de diabète et de la thyroïde**, son principal objectif est de construire un système de diagnostic et dépistage automatique du Diabète et la Thyroïde et la découverte automatique de l'influence de l'une sur l'autre.

Le système est muni d'une base de données des patients pour garder l'historique de chaque maladie et cela pour un bon contrôle et suivi de l'évolution de la maladie et savoir si elle peut influencer sur l'autre. Le système aussi contient un moteur de découverte et de décision créé à partir des résultats de d'une étude épidémiologique et biologique réalisée au niveau de service Médecine interne de EPH Mohamed Meddahi –Ferdjioua –Mila- et au niveau du Laboratoire d'analyse médicale « EIRym » -Ain Abid –Constantine-, et aussi des résultats de plusieurs autre études épidémio- clinique et biologiques. Notre étude épidémiologique et biologique est détaillée dans la partie suivante.

### IV. Etude épidémiologique et biologique

### IV.1. Objectif :

L'objectif de cette étude est d'examiner l'évolution de la thyroïdite auto-immune chez des patients diabétiques. Et connaître la raison de la relation entre ces deux maladies, et les principales raisons qui y conduisent afin de faciliter le dépistage.

### IV.2. Lieu de stage :

Cette étude a été effectuée au niveau de service Médecine interne de EPH Mohamed Meddahi –Ferdjioua –Mila- et au niveau du Laboratoire d'analyse médicale « ElRym » -Ain Abid – Constantine-.

### IV.3. Population étudiées :

Notre étude statistique est portée sur 25 personnes diabétiques, nos sélectionnés d'âge moyen entre 25 et 86 ans, ces patients sont suivies au niveau de laboratoire « ElRyme » pendant ces derniers années .le bilan a comporté :

- Bilan de diabète : Glycémie, Hémoglobine glyquée (HbA1c).
- Bilan thyroïdienne : TSH, T4, T3, Acanti-TPO, Acanti-TG.

**Tableau05** : valeurs normaux de glycémie.

Hyperglycémie	< 0.60 g/l
Glycémie normal	A jeun : entre 0.70-1.10 g/l 1h 30 après un repas inférieur à 1.40g/l
Hypoglycémie	Supérieur à 1.10 g/l

**Tableau 06** : valeurs usuelles.

Hb 1c	4.2-6.2%
glycémie	0.70-1.10 g/l
TSH	0.300-4.500 $\mu$ U/ml

Pour chaque patient nous avons noté :

- L'âge.
- Sexe.
- Date de prélèvement.
- HbA1c, Glycémie.

## Partie pratique

- TSH, T3, T4.

Les résultats descriptifs ont été présentés sous forme de pourcentage, ils sont présentés sous forme de nombre de patient selon le sexe et l'âge.

L'élaboration des représentations graphiques de certaines données étaient réalisées avec EXCEL2007.

### IV.4. Résultats et discussion :

#### Répartition des patients diabétique selon le sexe :

Le diabète est prédominant chez les femmes avec un pourcentage de 88% contre 12% chez les hommes.

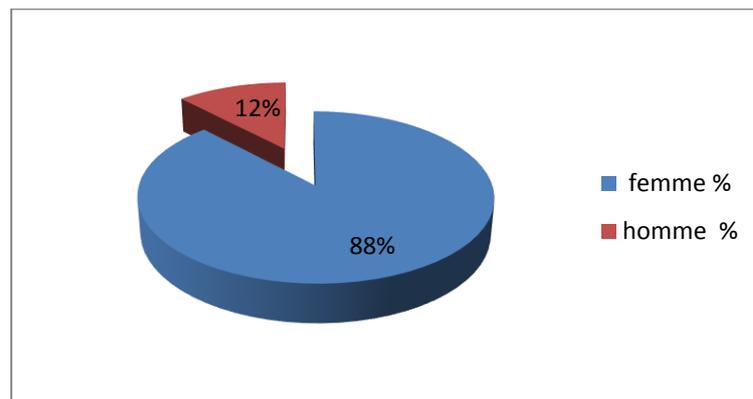
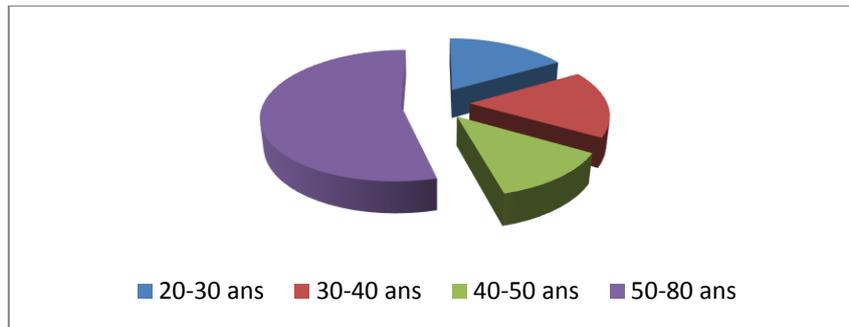


Figure 18 : Répartition des patients diabétiques selon le sexe.

#### Répartition des patients selon tranche d'âge :

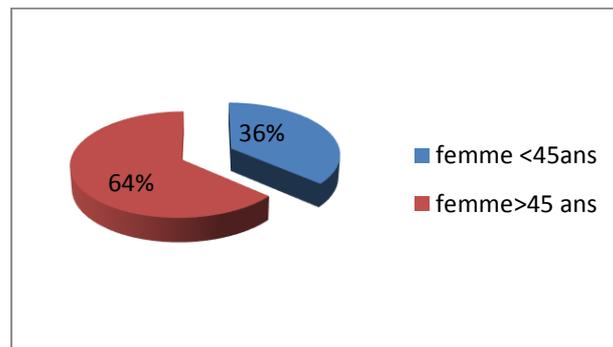
La majorité des patients diabétiques appartient à la tranche d'âge 50-80 ans avec un pourcentage de 54%, alors la tranche d'âge la moins touchée 20-30 ans avec un pourcentage de 17%.



**Figure 19** : Répartition des patients diabétique selon la tranche d'âge.

### Répartition des patients (femmes) selon la ménopause :

Cette étude comprend 22 patientes diabétiques avec deux tranches d'âges différentes, dont la première tranche désigne la catégorie des femmes diabétiques avant la ménopause  $\leq 45$  ans avec un pourcentage de 45%, et la deuxième désigne celle des femmes diabétiques ménopausées  $> 45$  ans avec un pourcentage de 64%.

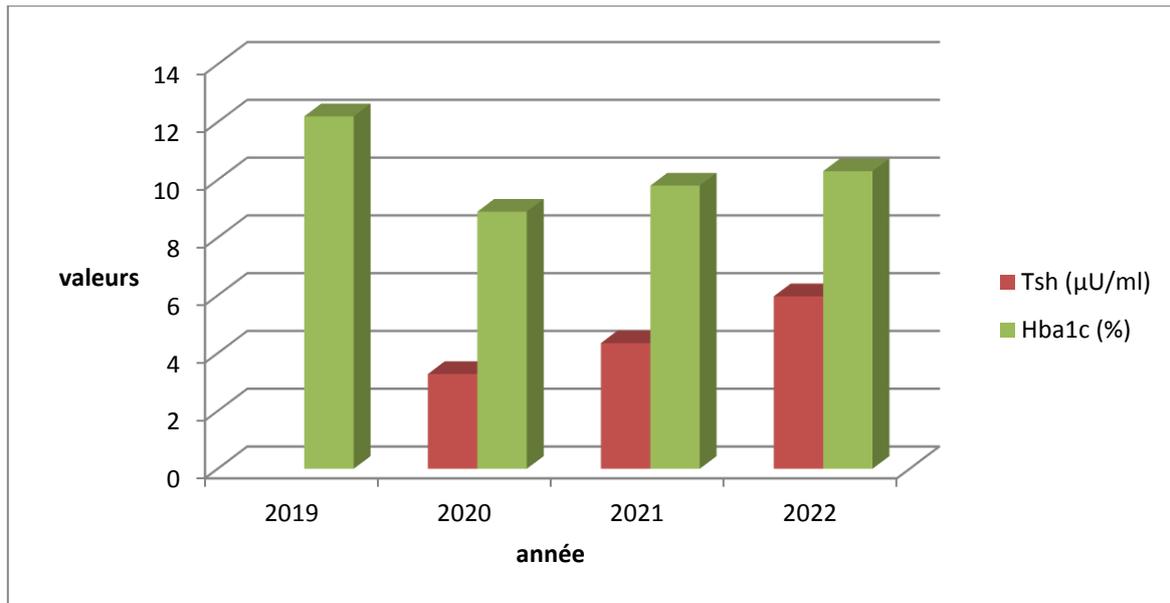


**Figure 20** : Répartition des femmes diabétiques selon la ménopause.

Ces résultats sont expliqués par les changements hormonaux que les femmes subissent tout le temps dans leur vie, notamment pendant le cycle de reproduction (adolescence, grossesse, ménopause) et le rôle des hormones sexuelles, en particulier des œstrogènes, dans l'auto-immunité.(Chabchoub et al., 2006). C'est pourquoi la majorité des maladies auto-immunes touchent les femmes.

La ménopause est responsable de modifications fonctionnelles thyroïdiennes en raison de la chute du taux d'œstrogène. Elle favorise la survenue de l'hypothyroïdie contrairement à l'hyperthyroïdie qui est l'apanage des femmes plus jeunes (Hassani et al., 2017).

### Résultats du bilan glucidiques :



**Figure 21** : L'évolution de TSH chez une diabétique de 60 ans.

Nous avons étudié l'évolution de TSH chez une diabétique par rapport à l'évolution de l'Hba1c .nous avons constaté un taux élevé de TSH par rapport à la normale (TSH = 5.969  $\mu$ U/ml) avec un taux élevé de hba1ca la normale (> 9%).

Parce que l'insuline et les hormones thyroïdiennes sont étroitement liées aux métabolisme cellulaire, l'excès ou le manque d'une de ces hormones est associé à une augmentation de la sensibilité et de la spécificité deTSHet une amélioration significative de l'évaluation du dysfonctionnement thyroïdien.(Reddyet al., 2018).

L'hyperthyroïdie altère le contrôle glycémique chez les sujets diabétiques, tandis que l'hypothyroïdie peut augmenter la sensibilité à l'hypoglycémie, ce qui complique la gestion du diabète. En outre, il semble qu'un dysfonctionnement thyroïdien non identifié pourrait avoir un impact négatif sur le diabète et ses complications (Reddyet al., 2018).

## V. Implémentation du système de contrôle de diabète et de la thyroïde :

### V.1. Les outils d'implémentation.

#### *Le langage JAVA*

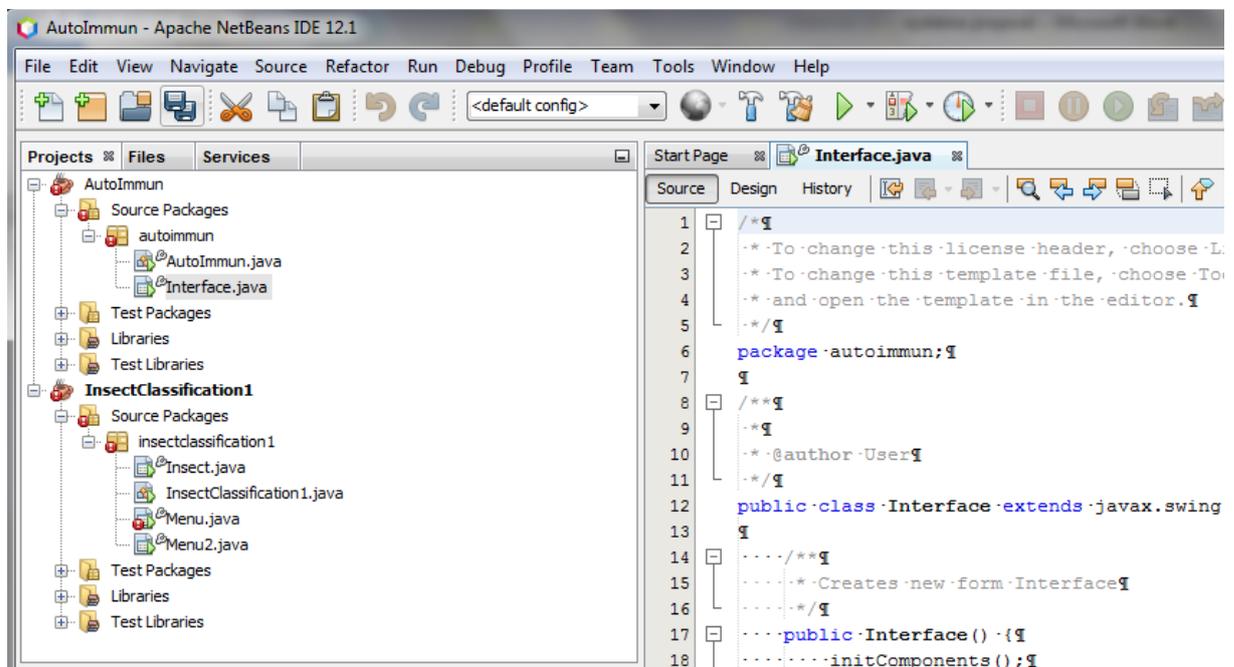
Afin de réaliser l'interface permettant aux utilisateurs de manipuler le prototype, nous avons choisi le langage Java. Ce choix a été motivé par les raisons suivantes :

## Partie pratique

- Java assure une totale indépendance des applications vis-à-vis de l'environnement d'exécution : c'est à dire que toute machine supportant Java est en mesure d'exécuter un programme sans aucune adaptation.
- Un accès simplifié aux bases de données

### *Environnement de développement*

En ce qui concerne l'environnement de développement, nous avons choisi NetBeans 12.1 qui est un environnement de développement intégré (IDE) pour le développement d'applications orientées objet. La figure suivante présente la page d'accueil de NetBeans :



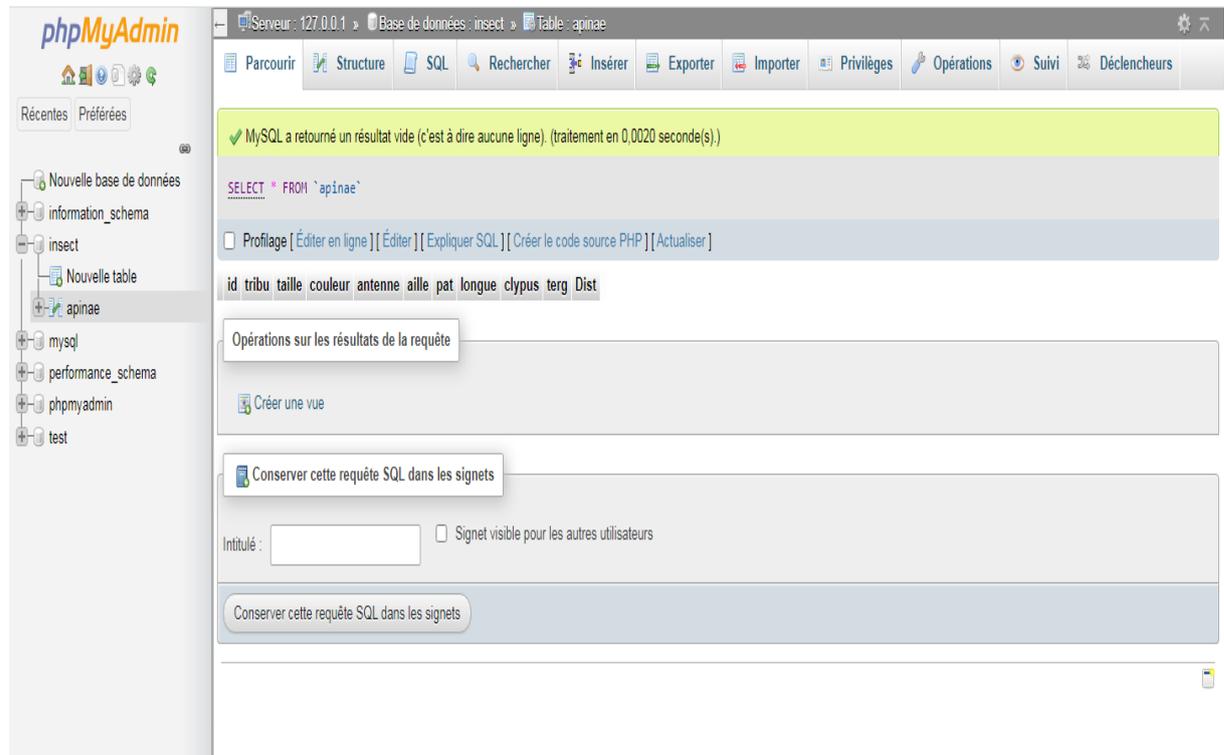
**Figure22** : Page d'accueil de NetBeans.

### *PhpMyadmin*

Est une application Web de gestion pour les systèmes de gestion de base de données MySQL et MariaDB, réalisée principalement en PHP et distribuée sous licence GNU GPL. Cette interface pratique permet d'exécuter, très facilement et sans grandes connaissances en bases de données, des requêtes comme les créations de table de données, insertions, mises à jour, suppressions et modifications de structure de la base de données, ainsi que l'attribution et la révocation de droits et l'import/export. Ce système permet de sauvegarder commodément

## Partie pratique

une base de données sous forme de fichier .sql et d'y transférer ses données, même sans connaître SQL.

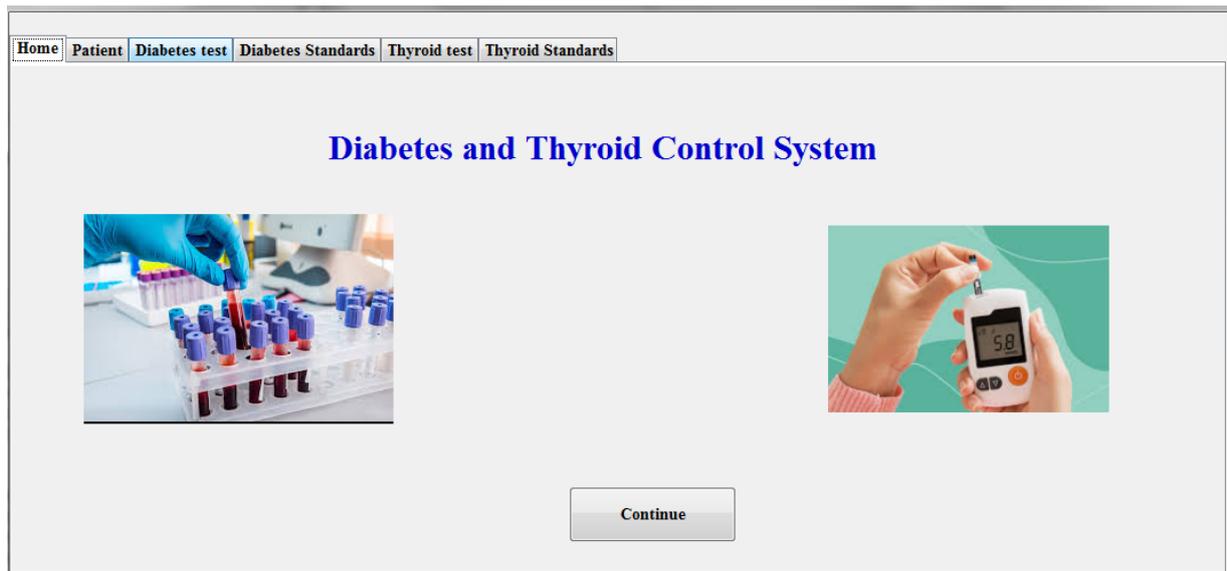


**Figure 23** :L'interface de phpMyadmin.

### **V.2. Développement de l'application de contrôle de diabète et la thyroïde.**

La figure 24 illustre l'interface d'accueil de notre système proposé, cette dernière est affichée

Dès qu'on lance l'exécution du système.



**Figure 24 :** Interface d'accueil.

L'interface d'accueil du système proposé comporte cinq volets : volet des patients, volet de test du diabète, volet des normes du diabète, volet de test de la thyroïde et volet des normes de la thyroïde

**Volet patient :** le volet est un ensemble de champs de texte qui permettent aux patients de faire entrer leurs coordonnées (Nom, prénom, âge, le poids et le sexe), ces derniers sont nécessaires dans la découverte d'une maladie auto-immune ou bien pour contrôler l'évolution de la maladie. Le volet contient aussi deux boutons :

Le bouton Ajouter : dans le cas d'un nouvel utilisateur, il permet de lui créer une entrée dans la base de données du système.

## Partie pratique

Le bouton Chercher : permet de chercher l'historique d'un patient déjà inscrit dans le système.

Title 1	Title 2	Title 3	Title 4

Figure 25 : Volet Patient.

**Volet test de diabète** : ce volet permet aux patients de découvrir s'ils ont un diabète ou non ou bien pour contrôler l'évolution de leur diabète. La découverte ou bien le contrôle se fait selon les trois paramètres liés au diabète : HbA1c, la glycémie à jeun et la glycémie postprandiale

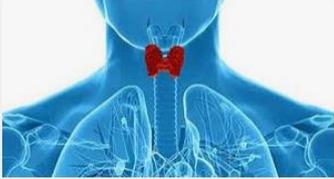
HbA1c	<input type="text"/>	%
Fasting blood glucose	<input type="text"/>	g/l
Postprandial blood glucose	<input type="text"/>	g/l

**Volet des normes de diabète** : le volet contient les normes de plusieurs paramètres de diabète pour des gens normaux, pré diabétiques ou diabétiques.

Home	Patient	Diabetes test	Diabetes Standards	Thyroid test	Thyroid Standards
<b>Diabetes Standars</b>					
		<b>A1C Test</b>	<b>Fasting Blood Sugar Test</b>	<b>Glucose Tolerance Test</b>	<b>Random Blood Sugar Test</b>
<b>Diabetes</b>		6.5% or above	126 mg/dl or above	200 mg/dl or above	200 mg/dl or above
<b>Prediabetes</b>		5.7-6.4%	100-125 mg/dl	140-199 mg/dl or above	N/A
<b>Normal</b>		Below 5.7%	99 mg/dl or below	140 mg/dl or above	N/A

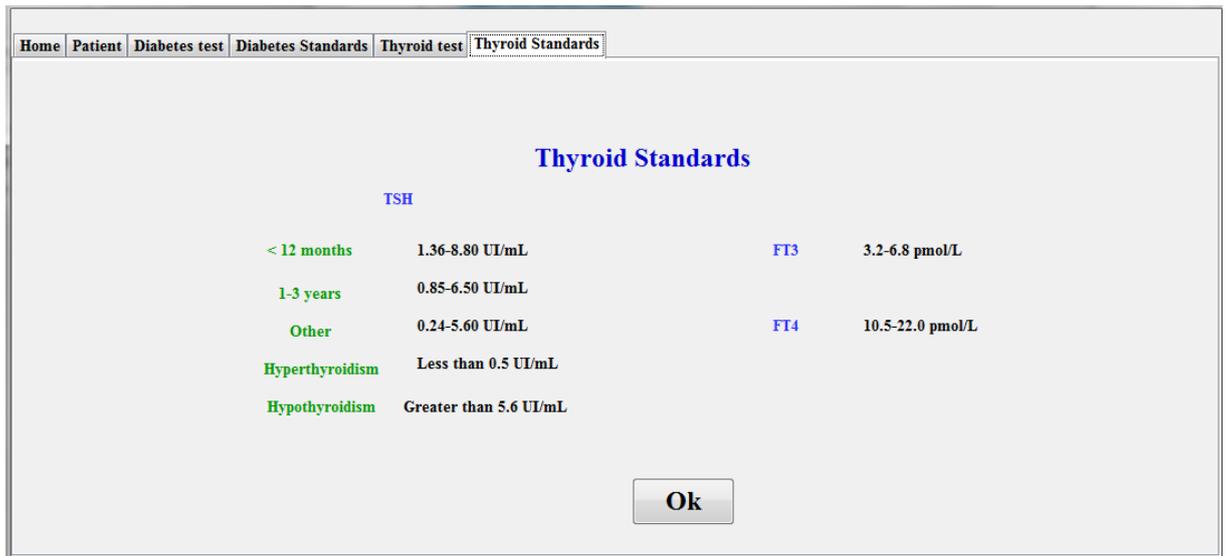
**Figure 26 :** Volet Normes de diabète.

**Volet test de thyroïde :** ce volet permet aux patients de découvrir s'ils ont une hypo ou une hyper thyroïde ou non ou bien pour contrôler l'évolution de leur maladie. La découverte ou bien le contrôle se fait selon les trois paramètres liée au diabète : TSH, FT3, FT4.

Home	Patient	Diabetes test	Diabetes Standards	Thyroid test	Thyroid Standards
<b>Thyroid test</b>					
					
TSH		<input type="text"/>	UI/mL		
FT3		<input type="text"/>	pmol/L		
FT4		<input type="text"/>	pmol/L		
<input type="button" value="Ok"/>					

**Figure 27 :** Volet des normes de thyroïde.

**Volet des normes de thyroïde :** le volet contient les normes de plusieurs paramètres de la thyroïde : TSH, FT3 et FT4 qu'on a utilisé dans notre étude.



### V.3. Scénarios d'exécution de notre système et les résultats obtenus :

#### Scénario 1 :

Sexe : femme  
Age : 38 ans  
Poids : 82 Kg  
TSH : 9.38 UI/ml

La figure 28 et la figure 29 montrent les interfaces du système au moment de l'interrogation de la patiente.

Home Patient Diabetes test Diabetes Standards Thyroid test T

### PATIENT

**Patient-ID**

**First Name**

**Last Name**

**Date of birth**

**Weight**

**Women**  **Mal**

Figure 28 : L'interface du système au moment de l'interrogation de la patiente atteinte de la thyroïde.

Home Patient Diabetes test Diabetes Standards Thyroid test Thyroid Standards



### Thyroid test

<b>TSH</b>	<input type="text" value="9.38 UI/mL"/>
<b>FT3</b>	<input type="text" value="pmol/L"/>
<b>FT4</b>	<input type="text" value="pmol/L"/>

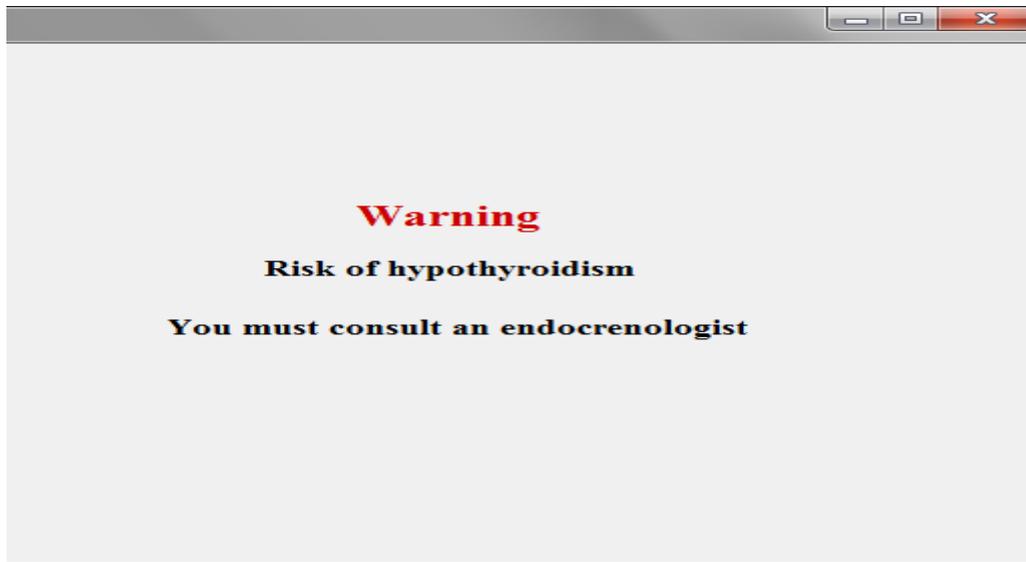


**Ok**

Figure 29 : Résultat de test thyroïdien.

## Partie pratique

Selon les données entrés par la patiente le système a pu prendre une décision : selon l'âge 38 ans et le poids= 82 Kg de avec une TSH= 9.38, la patiente a un risque d'une hypothyroïdie et elle doit consulter chez un médecin endocrinologue. Figure 30



**Figure 30** : La décision du système de contrôle.

### Scénario 2 :

Sexe : Homme
Age : 72 ans
Poids : 71 Kg
Glycémie : 2.01 g/L

Home Patient **Diabetes test** Diabetes Standards Thyroid test T

**PATIENT**

Patient-ID: 1002

First Name: Boukerrou

Last Name: Said

Date of birth: May 21 1950-...

Weight: 71 Kg

Women  Mal

Search Add

Figure 31 :L'interface du système au moment de l'interrogation du patient atteint du diabète.

Home Patient Diabetes test **Diabetes test** Diabetes Standards Thyroid test Thyroid Standards

**Diabetes test**

HbA1c: %

Fasting blood glucose: 2.08 g/l

Postprandial blood glucose: g/l

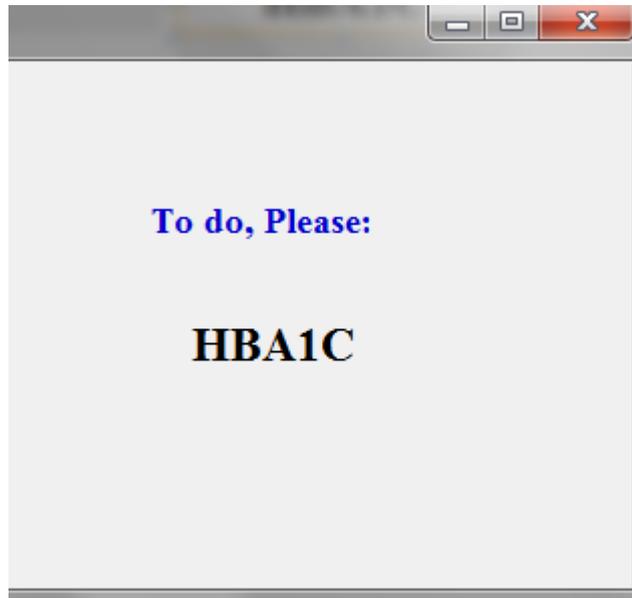
Ok



Figure 32 : Résultat de test diabétique.

## Partie pratique

Le système a proposé a décidé de voir le HbA1c pour qu'il puisse prendre une décision précise. Figure 33.



**Figure 33 :** Le système a proposé a décidé de voir le HbA1c .

# *Conclusion*

### *Conclusion*

Le travail proposé dans ce mémoire est un système bioinformatique pour contrôler automatiquement les maladies auto immunes : dépistage, test, contrôle et évolution des maladies, ainsi que l'influence d'une maladie sur l'autre. Nous avons choisis les deux maladies : **le diabète** et **la thyroïde** de la famille des maladies auto-immune spécifique d'organe en raison de sa forte prévalence dans la société algérienne, la forte relation entre ces deux maladies et une association avec ces deux maladies, car la plupart des diabétiques souffrent des possibilités de développer la thyroïde.

Notre système s'est basé sur une étude épidémiologique et biologique à partir des résultats d'analyses des patients diabétique.

A travers ces résultats, nous sommes arrivés à la présence d'une prédominance féminine chez les patients atteints de diabète avec un pourcentage de 88 %. La tranche d'âge la plus touchée est entre 50-80 ans chez ces femmes, c'est-à-dire des femmes ménopausées.

La thyroïdite de Hashimoto est une maladie auto immune associée avec le diabète, alors le dépistage des maladies de la thyroïde doit être systématique chez les patients avec diabète de type 1 afin de détecter les troubles thyroïdiennes.

Notre système a été implémenté complètement en JAVA, il fonctionne selon plusieurs modules complémentaires :

Ce mémoire s'appuie essentiellement sur une synthèse bibliographique récente et très variée.

### **Perspectives de recherche**

- Etablir une étude épidémio- clinique chez des enfants diabétiques dans un service de médecine interne pour voir l'influence du diabète sur la thyroïde.
- Tester notre système sur plusieurs résultats pour déterminer sa fiabilité pour une utilisation à l'avenir
- Ajouter un module de traitement : donner un traitement adéquat aux patient (le médicament qui convient avec la dose exacte) selon les caractéristiques des patients et les paramètres biologiques

# *Références*

### Références:

1. **Abul.k ,Ansrew.H ,Shuv.P.** *les bases de l'immunologie fondamentale et clibique .*
2. **Andrea Rodrigo, Marta Barranquero Gómez, Dr. Rut Gómez de Segura, Zaira Salvador, Cristina Algarra Goosman.** *Maladies auto-immunes: comment affectent-elles la fertilité et la grossesse . inviTRA.2021*
3. *Annales de l'Institut Pasteur / Actualités. 7: 143-146.*
4. **Ashley B. Grossman , MD,** *University of Oxford; Fellow, Green-Templeton College . Édition professionnelle du Manuel MSD .2022.*
5. **Atouf. O, Benseffaj. N, Brick. C, Essakalli. M, Ouadghiri. S.** 2012. *Valeur diagnostique des auto-anticorps dans les maladies auto-immunes Immuno-analyse. Biologie Spécialisée. 27:233-236.*
6. **BENDIABDELLAH, Mohamed Hakim.** *Système immunitaire artificiel pour la reconnaissance du diabète.MEMOIRE SOUTENU EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN INFORMATIQUE.université de Abou Bker Belkaid .2011.81p.*
7. **Caroline Daems, Juliette Vanderroost, Philippe A. Lysy .** *Diabete de type 1 : une maladie auto-immune, vraiment ?.Louvain Médical . 2019.*
8. **Chaa Sarra.** *Diabète de type1 et maladies auto immunes chez l'enfant. Faculté de médecine Dr B.BENZARDJEB Tlemcen. 2016-2017.*
9. **Chabchoub, G., Mnif, M., Maalej, A., Charfi, N., Ayadi, H., & Abid, M.** (2006). *Étude épidémiologique des maladies autoimmunes thyroïdiennes dans le sud tunisien. Ann. Endocrinol, 67, 591–595.*
10. **Christopher P. Raab , MD,** *Sidney Kimmel Medical College at Thomas Jefferson University. Édition professionnelle du Manuel MSD .2023.*
11. **Claire Casnin,** *Le diabète de type 1 — Site des ressources d'ACCES pour enseigner les Sciences de la Vie et de la Terre. 2018.*
12. **DeLisa Fairweather , Johns Hopkins University, Bloomberg School of Public Health, Baltimore, Maryland, USA .** *Autoimmune Disease:Mechanisms . Encyclopedia of life sciences. 2007.*

## Références:

13. **Dr. SAD HOUARI Nawal** .Bioinformatique et modélisation. Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf Oran . 2018-2019.
14. **Dr.Aouatef CHAIB** . Cours de la bioinformatique . Université des Frères Mentouri Constantine . 2021-2022.
15. **Edelson RL**. Pemphigus — decoding the cellular language of cutaneous autoimmunity. *N Engl J Med* 2000.
16. **Eric Espanosa , Pascal Chillet** . Immunologie . 2010
17. **Esculape**, *Les maladies auto-immunes : causes, symptômes et traitements*.2022.
18. **Flore.J ,Avila.C, Springal.R**. Usefulness of Easy-to-Use Risk Scoring Systems Rated in the Emergency Department to Predict Major Adverse Outcomes in Hospitalized COVID-19 Patients.*journal of clinical medicine* . 2021, 10, 3657.
19. **François Tron** . 2014 . Les auto-anticorps comme biomarqueurs Autoantibodies as biomarkers . *La Presse Médicale*. 57-65.
20. **Futura**, *tout savoir sur la sclérose en plaques*.2010.
21. **Gabriel J. Tobón a,b, Jacques-Olivier Pers a, Carlos A. Cañas b, Adriana Rojas-Villarraga c, Pierre Youinou a, Juan-Manuel Anaya** . *Autoimmunity Reviews* .journal Elsevier.2012 .
22. **Gray R., Irvine W., Clarke B** . “Screening for thyroid dysfunction in diabetics,” *British medical journal*, vol. 2, no. 6202, p. 1439, 1979.
23. **Hassani, F. A., Bensouda, M., & Ouahabi, P. H. EL**. (2017). Piège diagnostic : carcinome papillaire développé sur une ectopie thyroïdienne latéro-cervicale Les dysthyroïdies se présentent-elles différemment du fait de la ménopause ? *CHU Mohammed VI d ' Oujda : quel profil diagnostique et thérapeutique ? Thyroïdite . Annales d'Endocrinologie*, 78(4), 348. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2017.07.432>.
24. **Huck. S, Zouali. M**. 1996 .Facteurs liés au sexe et pathologies auto-immunes.
25. **J. London et L. Mouthon** , *Service de médecine interne, hôpital Cochin, 75014 Paris, Centre de Référence pour les vascularites nécrosantes et la sclérodermie systémique, AP-HP et Université Paris Descartes, Paris ,Sous la direction de Y.-E. Claessens et L. Mouthon, Maladies rares en médecine d'urgence* ISBN : 978-2-8178-0349-4.
26. **Marie-Paule Lefranc** .Bases de données anticorps IMGT®, une plate-forme française d'intérêt mondial..*MEDECINE/SCIENCES* 2009 ; 25 : 1020-3.

## Références:

27. **Mason, W.B. R.J.** Henry et al, Harper and Row Flame photometry. In *Clinical Chemistry : Principales and Techniques, 2nd, Hagerstown, MD 1963.*
28. **Michael C. Levin** , MD, College of Medicine, University of Saskatchewan . Édition professionnelle du Manuel MSD . 2021.
29. **Mythili Ayyagari.** Endocrinologue Consultant Sénior .*Maladie de Hashimoto : symptômes, causes, choses à faire et à ne pas faire, traitement. Medicover Hospitals.*
30. **Reddy KS, Pragnanjali E, Dorsanamma M, Nagabushana MV** (2018). A study of prevalence of thyroid disorders in type 2 diabetic patients in tertiary care hospital. *International Journal of Advances in Medicine; 5(6):1383-1387.*
31. **Reinaud F** . *Thyroidite ou maladie de Hashimoto: Causes, symptômes et traitements. Concilio. 2018.*
32. **Shinjita Das** , MD, Harvard Medical School . Édition professionnelle du Manuel MSD . 2022 .
33. **Thomas J .Kindt ,RichardA.Goldsby ,Barbra A.Osborne.** *Immunologie le cours de Janis Kuby .2007.*
34. <https://clemedicine.com> (1).
35. <https://www.informationhospitaliere.com> (2).
36. <https://sante.journaldesfemmes.fr> (3).

# *Résumés*

### **Abstract :**

Diabetes is one of the most common autoimmune diseases today. In addition, this disease increases the risk of developing other diseases such as Hashimoto's thyroiditis.

An epidemiological study was carried out on 25 diabetic patients to examine the increase in Tsh in diabetics.

The results obtained show that there is a female predominance in diabetic patients with thyroid disorders.

This end-of-study project presents a bioinformatics system which is an autoimmune disease control system for the purpose of a discovery and automatic screening of diabetes and thyroid and control the influence of one on the other.

The diabetes and Tyroid monitoring system works according to three different add-on modules which are : discovery module, record and decision module and communication module, it is fully implemented in JAVA programming language using phpMyadmin as database managment system.

**Keywords :** Bioinformatics, autoimmune diseases, diabetes, thyroid, Database.

### ملخص:

يعد مرض السكري من أكثر أمراض المناعة الذاتية شيوعاً اليوم. بالإضافة إلى ذلك، يزيد هذا المرض من خطر الإصابة بأمراض أخرى مثل التهاب الغدة الدرقية. تم إجراء دراسة وبائية على 25 مريضاً بالسكري لفحص زيادة نسبة هرمون الغدة الدرقية لدى مرضى السكري.

النتائج التي تم الحصول عليها تظهر أن هناك نسبة كبيرة من النساء المصابات بمرض السكري يعانون من اضطرابات الغدة الدرقية.

يقدم مشروع نهاية الدراسة هذا نظاماً للمعلوماتية الحيوية وهو عبارة عن نظام للتحكم في أمراض المناعة الذاتية بغرض اكتشاف مرض السكري والغدة الدرقية والفحص التلقائي للسيطرة على تأثير أحدهما على الآخر.

يعمل نظام مراقبة مرض السكري و الغدة الدرقية وفقاً لثلاث وحدات إضافية مختلفة و هي : وحدة الاكتشاف ,وحدة التسجيل و القرار و وحدة الاتصال , يتم تنفيذها بالكامل في لغة برمجة جافا باستخدام phpMyadmin كنظام لإدارة قواعد البيانات .

**كلمات البحث:** المعلوماتية الحيوية ، أمراض المناعة الذاتية ، السكري ، الغدة الدرقية ، قاعدة البيانات.

Année universitaire : 2022-2023

Présenté par : LARBAOUI Rania  
FILALI Salam

*Un système bioinformatique de contrôle des maladies auto-immunes (étude épidémiologique et biologique de diabète et thyroïde).*

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en  
Immunologie moléculaire et cellulaire

Le diabète fait partie des maladies auto-immunes les plus courantes aujourd'hui. En plus cette maladie augmente le risque de développer d'autres maladies comme la thyroïdite d'Hashimoto.

Une étude épidémiologique a été réalisée sur 25 patients diabétiques pour l'examen de l'augmentation de TSH chez les diabétiques.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une prédominance féminine chez les patients diabétiques qui ont des troubles thyroïdiens.

Ce projet de fin d'étude présente un système de bioinformatique qui est un système de contrôle des maladies auto-immunes pour le but d'une découverte et un dépistage automatique du diabète et la thyroïde et contrôler l'influence de l'une sur l'autre.

Le système de contrôle de diabète et de la thyroïde fonctionne selon trois différents modules complémentaires qui sont : Module de découverte, Module d'enregistrement et de décision et le module de communication, il implémente complètement en langage programmation JAVA en utilisant phpMyadmin comme un système de base de données.

**Mots-clés :** Bioinformatique, maladies auto-immunes, diabète, thyroïde, Base de données.

**Laboratoire de recherche :**

Laboratoire d'analyse médicale « ELRYM »-Ain Abid-Constantine.

Jury d'évaluation :

**Président du jury :** ELOUARIbtissem (Professeur- UFM Constantine1).

**Rapporteur :** CHAIB Aouatef (MCB- UFM Constantine1).

**Examineur :** HADDAD Souad (MAA- UFM Constantine1).

**Date de soutenance :** 19/06/2023