

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
المركز الجامعي لعين تموشنت  
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent  
Institut des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Électrique



Projet de fin d'études  
Pour l'obtention du diplôme de Master en :  
Domaine : Sciences et technologies  
Filière : Électronique  
Spécialité : Instrumentation

### Thème

## L'automatisation du diagnostic du stress psychologique à l'aide d'un système intelligent

### Présenté Par :

- DJABBOUR Rahmouna
- BELGHOMARI Kenza Fayza

### Devant les jurys composés de :

Dr BENGANA .A	MCB	C.U.B.B.A.T	President
Dr BADIR .L	MCB	C.U.B.B.A.T	Examinatrice
Dr BENDIMERAD .M	MCB	C.U.B.B.A.T	Encadrante
Mlle TAYBI .N	Psychologue	Tlemcen	Co-encadrante

Année universitaire 2019/2020

# اهراء

الكل من بنزل مقال فورة جهدر في سبيل سعادتني محنته لكم باننا

# Dédicaces

À mes parents : Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour vous.

- ❖ **MAMAN** Tu représentes pour moi le symbole de la douceur et de la bonté, la source de tendresse et de la sincérité. Ton amour tes conseils et tes prières ont fait de moi la femme que je suis.
- ❖ **PAPA** Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour et de mon respect.

Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

- ❖ À ma petite sœur **AMEL** la prunelle de mes yeux, l'espoir de la famille que Dieu te protège et te guide dans le chemin de la réussite et du bonheur.
- ❖ À mon grand frère **MOULAY-BRAHIM** mon exemple, mon soutien et mon guide dans la vie je te souhaite une vie pleine de bonheur et de succès, ainsi qu'à ta femme **FATIMA ZOHRA** qui mérite tout le bonheur du monde.

- ❖ À mon binôme **RAHMOUNA** en souvenir de nos années d'études, de notre amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble que Dieu éclaire ta route et t'aide à réaliser tes projets.
- ❖ À mes amies « **RAYEN** » « **IKHELAS** » Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter.
- ❖ À ma tante « **HOURLA** » et mon oncle « **KHALO** » qui malgré la distance, ils ont su être d'un grand soutien et d'un amour inépuisable. Que Dieu les garde et les protège.
- ❖ À l'homme de ma vie, qui a su me guider, me calmer, et sur tout me faire sourire, que Dieu veille sur toi et te guide vers un avenir radieux.
- ❖ À tous les membres de ma famille Petits et grands Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.
- ❖ À toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin.

- ❖ A la mémoire de ma grand-mère « **MÉMÉ** », de mon grand-père « **BÂ OMAR** » et de ma tante « **ZAHRA** »

J'aurais tant aimé que vous soyez présents. Que Dieu ait vos âmes dans sa sainte miséricorde.

**KENZA**





---

# REMERCIEMENT

---

Louange à Dieu tout puissant de nous avoir donné la volonté, le courage et la patience de mener à terme notre projet.

Ce travail est l'aboutissement d'un long cheminement au cours duquel nous avons bénéficié de l'enseignement, des encouragements et du soutien de plusieurs personnes que nous voulons à remercier.

En priorité, nous tenons à remercier **Mme BENDIMRED Mansouria** de nous avoir si bien encadrés durant notre travail, nous la remerciant également pour ses directives et conseils précieux, et les efforts qu'elle a fournis pour nous guider.

Nous aimerions exprimer notre gratitude à le psychologue **Mlle TAYBI Naima** qui nous a permis de mieux comprendre la psychologie, mais aussi qui nous a suivie, soutenue et réconfortée tout le long de notre travail. Et le psychologue **M. SEKKAL Idriss** qui nous avoir fait l'honneur de nous aider à mettre en place les règles d'apprentissage.

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements au **M. BENGANA Abdelfatih**, maître conférencier au centre universitaire d'Ain-Temouchent, qui nous a fait l'honneur de présider ce jury. Et au **Mme BADIR Laouria**, maître conférencier au centre universitaire d'Ain-Temouchent d'avoir accepté d'être membre du jury.

Nos remerciements vont également sur tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation durant notre cursus universitaire.

Enfin, nous adressons nos remerciements les plus sincères à nos familles pour leur amour et leur soutien inconditionnel, ainsi qu'à nos amis et collègues, qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

Pour conclure Merci à tous eux qui nous ont aidés de près ou de loin durant toutes ces années d'études.



### Résumé

Le processus du stress est considéré comme une ligne de défense générée par l'organisme contre les différentes perturbations de son environnement, grâce à cette réaction l'être humain s'adapte à tous les changements. Mais actuellement, le stress est devenu l'un des problèmes les plus désagréables chez la majorité des gens puisqu'il cause d'important trouble de la santé.

Ceci amène à l'importance d'un bon diagnostic qui permet le psychologue de déterminer de quel stress, il s'agit, et d'établir une évaluation qui indique son degré de criticité.

Notre projet est considéré comme une expérience de développement d'un système intelligent qui sert à diagnostiquer le stress psychologique d'une façon automatique à travers un apprentissage supervisé.

Mots clés : stress, anxiété, réseau neuronal artificiel, système automatisé, logique floue, test de Cohen, test de Spielberger, diagnostic.

### Abstract

Stress is a natural reaction of our organism against various disturbances. However, today, stress has become one of the common problems for most people as it causes many health problems.

Here comes the importance of the right diagnosis that allows the psychologist to determine what kind of stress it is, and to establish an evaluation of the situation.

Our project is an experience of developing an automated system of evaluation of psychological stress based on artificial intelligence.

Keywords: stress, anxiety, artificial neural network, automated system, fuzzy logic, Cohen test, Spielberger test, diagnosis.

### ملخص

يندرج مشروعنا تحت إطار تطوير نظام أوتوماتيكي يهدف إلى القيام بتشخيص اضطراب نفسي الا وهو التوتر العصبي وذلك من خلال استعمال تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وما توفره من آليات التعلم الذاتي، هذا النظام هو عبارة عن أداة عملية تمكن الطبيب النفسي والأخصائي العلاجي من تقييم التوتر لدى المريض ومعرفة مدى خطورته على المعني وبالتالي يمكنه اتخاذ الإجراءات اللازمة.

الكلمات المفتاحية: التوتر، القلق، الشبكة العصبية الاصطناعية، النظام الآلي، المنطق الضبابي، اختبار كوهين،

اختبار سبيلبرجر، التشخيص

# Sommaire

## Sommaire

<b>DEDICACE.....</b>	<b>I</b>
<b>REMERCIEMENT .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>IV</b>
<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>V</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTE DES TABLEUX.....</b>	<b>X</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS : .....</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE : .....</b>	<b>2</b>

### CHAPITRE I

<b>I INTRODUCTION : .....</b>	<b>4</b>
I.1 LA PSYCHOLOGIE : .....	4
I.1.1 Définition : .....	4
I.1.2 Le développement de la psychologie : .....	4
I.1.3 Les courants de la psychologie : .....	5
I.1.4 Champs d'application de la psychologie : .....	7
I.1.5 Le diagnostic psychologique : .....	7
I.1.6 La méthode clinique : .....	8
I.1.7 La vision analytique de l'utilisation de diagnostic avec les tests psychologique : .....	8
I.2 LE STRESS PSYCHOLOGIQUE.....	8
I.2.1 Définition : .....	8
I.2.2 L'historique du stress : .....	9
I.2.3 Les types du stress : .....	10
I.2.4 Les Symptômes du stress : .....	10
♦ <u>Symptômes émotionnel</u> .....	10
I.2.5 Les Facteur de stress : .....	11
I.2.6 La réaction au stress : .....	12
♦ <u>Réaction volontaire</u> .....	12
♦ <u>Réaction involontaire</u> .....	12
I.3 LE STRESS PATHOLOGIQUE : .....	13

# Sommaire

---

1.3.1	Définition du stress pathologique :	13
1.3.2	Différence entre le stress psychologique et le stress pathologique :	13
1.3.3	Type de stress pathologiques :	13
◆	<u>Stress aigue</u> .....	13
◆	<u>Stress chronique</u> .....	13
1.3.4	Les Facteurs du stress pathologique :	14
◆	<u>Les catastrophes</u> .....	14
◆	<u>Les changements importants de l'existence</u> .....	14
◆	<u>Les Soucis quotidiens</u> .....	14
	<u>L'intensité des facteurs de stress</u> :	14
1.3.5	Méthodes de mesure du stress pathologique :	15
1.3.6	Méthode de gestion du stress :	16
1.3.7	Conclusion :	17

## CHAPITRE II

<b>II</b>	<b>INTRODUCTION :</b>	<b>19</b>
II.1	L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE .....	19
II.1.1	Définition :	19
II.1.2	Historique :	19
II.1.3	L'apprentissage machine :	20
II.1.4	L'apprentissage profond :	20
II.2	LE RESEAU DE NEURONE :	20
II.2.1	Définition :	20
II.2.2	Le neurone biologique :	20
II.2.3	Le neurone artificiel .....	21
II.2.4	Types d'apprentissages :	26
II.2.5	Les méthodes d'apprentissage :	26
II.2.6	Le perceptron :	27
II.2.7	Conclusion .....	28

## CHAPITRE III

<b>III</b>	<b>INTRODUCTION :</b>	<b>30</b>
III.1.1	Définition :	30
III.1.2	Historique :	30
III.1.3	La différence entre la logique traditionnelle et la logique floue :	31
III.1.4	Potentiel de la logique flou :	31

# Sommaire

---

III.1.5	La théorie des ensembles floue :.....	32
a.	La fonction triangulaire :.....	34
b.	La fonction gaussienne :.....	34
c.	La fonction trapézoïdale :.....	35
d.	La fonction sigmoïde :.....	35
III.1.6	Les opérateurs flous : [33].....	36
o	<b>T-normes</b> :.....	36
o	<b>T-conormes</b> .....	37
III.1.7	Procédure de raisonnement flou :.....	39
III.1.8	Structure général d'un système flou :.....	39
III.1.9	Conclusion :.....	43

## CHAPITRE IV

<b>IV INTRODUCTION :</b> .....	<b>45</b>	
IV.1	PRESENTATION DE L'OUTIL DE PROGRAMMATION :.....	45
IV.2	MECANISME ET METHODOLOGIE DE LA COLLECTE DE LA BASE DE DONNEES :.....	45
IV.2.1	Partie 1 : Choix des tests psychologique :.....	46
IV.2.2	Le principe du perceptron multi couche.....	55
IV.2.3	Le principe de classification. ....	57
IV.3	CONCLUSION :.....	62
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>64</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>67</b>	
<b>ANNEXES</b> .....	<b>70</b>	

# Liste des figures

## Liste des figures

### Chapitre I

FIGURE I- 1: POURCENTAGE DE L'AUGMENTATION DU STRESS DEPUIS 1990 A 2009 CHEZ DIFFERENTES TRANCHES D'AGES .....	11
FIGURE I- 2 :DIGRAMME REPRESENTATIVE DES DECLENCHEURS DE STRESS CHEZ DES PERSONNES NORMALES. ....	12

### Chapitre II

FIGURE II- 1 : SCHEMA D'UN NEURONE BIOLOGIQUE.....	20
FIGURE II- 2 :SCHEMA D'UN RESEAU DE NEURONE ARTIFICIEL .....	21
FIGURE II- 3 :REPRESENTATION D'UN RNA .....	22
FIGURE II- 4 :ORGANISATION D'UN RESEAU DE NEURONES .....	23
FIGURE II- 5 :SCHEMA D'UN SINGLE-LAYER NETWORK .....	23
FIGURE II- 6 :SCHEMA D'UN SHALLOW NEURAL NETWORK.....	24
FIGURE II- 7 :DEEP NEURAL NETWORK .....	24
FIGURE II- 8 :SCHEMA D'UN RNA TOTALEMENT INTERCONNECTE .....	25
FIGURE II- 9 :SCHEMA D'UN RNA FEEDFORWARD.....	25
FIGURE II- 10 :SCHEMA D'UN RNA RECURRENTS.....	26
FIGURE II- 11 : SCHEMA D'UN PERCEPTRON .....	27

### Chapitre III

FIGURE III- 1 :SCHEMA REPRESENTATIVE DE LA LOGIQUE FLOUE ET LA LOGIQUE BINAIRE .....	32
FIGURE III- 2 : FONCTION TRIANGULAIREB .....	34
FIGURE III- 3 : FONCTION GAUSSIEN .....	34
FIGURE III- 4 : FONCTION TRAPEZOÏDALE .....	35
FIGURE III- 5 : FONCTION SIGMOÏDALE .....	35
FIGURE III- 6 : REPRESENTATION DES CARACTERISTIQUES D'UN SOUS- ENSEMBLE FLOUE .....	36
FIGURE III- 7 : REPRESENTATION GRAPHIQUE D'OPERATEUR MAX .....	38
FIGURE III- 8 : REPRESENTATION GRAPHIQUE D'OPERATEUR MIN .....	39
FIGURE III- 9 : STRUCTURE GENERAL D'UN SYSTEME BASE SUE LA LOGIQUE FLOUE. ....	40
FIGURE III- 10 : SCHEMA EXPLICATIFS DE LE FUZZIFICATION.....	40
FIGURE III- 11 SCHEMA D'UN SYSTEME D'INFERENCE MAMDANI .....	41
FIGURE III- 12 : SCHEMA D'UN SYSTEME D'INFERENCE TAKAGI-SUGENO .....	42

### Chapitre IV

FIGURE IV 1 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS SELON LA PROFESSION 'ARABE' .....	53
--	----

## Liste des figures

---

FIGURE IV 2: REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS SELON LA PROFESSION 'FRANÇAIS' .....	53
FIGURE IV 3: REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS SELON LA PRESENCE D'UN TRAUMATISME OU UNE MALADIE CHRONIQUE 'ARABE' .....	54
FIGURE IV 4: REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS SELON LA PRESENCE D'UN TRAUMATISME OU UNE MALADIE CHRONIQUE 'FRANÇAIS' .....	54
FIGURE IV 5: MULTI-LAYER PERCEPTRON.....	55
FIGURE IV 6: REPRESENTATION DE LA FONCTION TANGENTE-SIGMOÏDE .....	56
FIGURE IV 7: REPRESENTATION DE LA FONCTION PURELIN. ....	56

## Liste des tableaux

TABLEAU IV. 1: QUESTIONNAIRE DE SPIELBERGER ‘ETAT DU STRESS SITUATIONNEL’ .....	47
TABLEAU IV. 2 LE BAREME DU TEST SPIELBERGER (ETAT SITUATIONNELLE).....	47
TABLEAU IV. 3 QUESTIONNAIRE SPIELBERGER DE L’ANXIETE GENERALE.....	49
TABLEAU IV. 4 LE BAREME DU TEST DE SPIELBERGER DE ‘L’ANXIETE GENERALE’ .....	49
TABLEAU IV. 5 LA METHODE D’INTERPRETATION DES TESTS DE SPIELBERGER.....	50
TABLEAU IV. 6 : QUESTIONNAIRE DE COHEN (GESTION DU STRESS).....	51
TABLEAU IV. 7 BAREME DU TEST DE COHEN .....	52
TABLEAU IV. 8 : METHODES D’INTERPRETATION DES RESULTATS DU TEST DE COHEN .....	52
TABLEAU IV. 9 : LES PERFORMANCES DES CLASSIFIEURS DU PREMIER TEST.....	59
TABLEAU IV. 10 : LES PERFORMANCES DES CLASSIFIEURS DU DEUXIEME TEST .....	59
TABLEAU IV. 11 :LES PERFORMANCES DES CLASSIFIEURS DU TROISIEME TEST.....	60
TABLEAU IV. 12 : REPRESENTATIONS DES EXEMPLES DU DIAGNOSTIC GENERAL. ....	61
TABLEAU IV. 13 :REPRESENTATIONS DES EXEMPLES DU DIAGNOSTIC GENERAL.....	62

### Liste des abréviations :

- **AI** : intelligence artificielles.
- **CAG** : classifieur anxiété générale
- **CGS** : classifieur gestion du stress
- **CSS** : classifieur du stress situationnelle
- **DL** : deep Learning.
- **ET** : union de deux ensembles ou plus.
- **OU** : intersection de deux ensemble ou plus.
- **PMC** : perceptron multi couches.
- **PTSD** : trouble du stress post traumatique.
- **RNA** : réseau de neurones artificiel.

INTRODUCTION  
GENERALE

## **Introduction générale :**

Le mode de vie actuel entraîne une augmentation de nombre des individus ayant des troubles anxieux compris le stress psychologique en premier lieu. L'impact de ce dernier n'est pas forcément un signe observable d'un trouble psychologique connu chez le grand public, ceci permet les personnes infectées de banaliser le stress et les empêche de prendre un pas vers la consultation clinique.

Dans ce cas-là, le diagnostic psychologique de ce trouble est considéré comme une étape très importante pour assurer une prise en charge rapide du patient avant que la situation ne s'aggrave. Et pour cela, notre projet s'inscrit dans un cadre du développement d'une technologie de diagnostic automatique qui s'intéresse au stress psychologique, à partir d'un système intelligent basé sur le réseau de neurones artificiel.

Le système proposé a pour le but de fournir aux psychologues un outil performant de diagnostic qui lui permet d'effectuer une bonne évaluation du stress dans la moindre période du temps possible.

Notre document sera réparti sur quatre chapitres :

Dans le chapitre introductif, nous allons présenter quelques notions sur la psychologie, ensuite nous allons aborder le sujet du stress psychologique en détaillant ses types, ses facteurs ainsi que les méthodes utilisées pour le gérer.

- Le chapitre suivant sera consacré à la présentation des réseaux de neurones artificiels, d'où nous allons citer les différents types, topologies des RNA et les méthodes d'apprentissage, puis nous allons détailler le modèle utilisé dans notre travail « le perceptron multicouches ».

- Dans le troisième chapitre, nous allons traiter le sujet de la logique floue en indiquant ces propriétés et ses applications dans le domaine de l'intelligence artificielle.

- Ensuite, dans un quatrième chapitre, nous allons présenter notre travail et discuter les résultats obtenus.

Le but de notre projet est de mettre en pratique un bon apprentissage supervisé qui va nous permet d'évaluer le stress chez le patient à travers ses réponses aux questionnaires, et cela d'une façon automatique

CHAPITRE I  
LE STRESS  
PSYCHOLOGIQUE

## **I Introduction :**

Notre vie actuelle est devenue une véritable course aux développements et aux innovations dans tous les domaines, afin de répondre aux besoins des individus. Mais tout ça a créé un nouveau problème au niveau de notre santé ; c'est ce qu'on appelle les troubles anxieux, en particulier 'le stress psychologique'.

« Le stress » ce petit mot qui circule fréquemment entre nous et qui est devenue une partie de notre quotidien, nous l'utilisons presque dans toutes les situations. Mais cela ne veut pas dire qu'il n'a pas une influence sur notre organisme, au contraire des surdoses de stress peuvent être néfastes sur notre métabolisme, si bien qu'il faut toujours garder un équilibre qui assure son bon fonctionnement. Ici vient le rôle de la psychologie pour définir de quelle stress s'agit-il, quelle sont ses facteurs, ainsi que les méthodes qui sont souvent utilisé pour le diagnostiquer et diminuer son danger.

Dans ce chapitre, nous allons nous baser sur le stress comme étant une pathologie du point de vue psychologique, tout en apportant quelque notion sur la psychologie et ses différents courants, et les différentes méthodes de diagnostic le stress.

### **I.1 La psychologie :**

#### **I.1.1 Définition :**

« La psychologie est la science qui étudie le comportement et les processus mentaux et cherche à appliquer cette étude au service du bien-être humain. » [1]

« Le mot psychologie est tiré de la langue grec du mot « psuche » qui signifie l'âme ou l'esprit et « logos » qui signifie langage, raison, science, discours ordonné. » [1]

La psychologie est donc un moyen qui permet la compréhension de nous-mêmes et les fluctuations qui résulter de notre âme, en apprenant à gérer nos problèmes et nos perturbations selon une méthode scientifique organisée qui nous identifie avec diverses raisons des symptômes qui nous affligent.

#### **I.1.2 Le développement de la psychologie :**

La psychologie n'avait pas ce concept moderne auparavant. Ses racines étaient toujours liées à la philosophie, et le plus grand défi pour les scientifiques était la possibilité d'étudier objectivement la psyché humaine.

Après la renaissance et les époques qui ont suivi, la psychologie a pu émerger dans la scène scientifique et prouver de plus en plus la relation entre le comportement de l'individu et son état psychologique en abandonnant les théories philosophiques et en les remplaçant par des expériences précises.

Après 1920, la psychologie était définie comme une science de la vie mentale. Après elle est devenue 'la science des comportements observables', depuis qu'elle était dominée par les conceptions behavioristes, limitant son domaine à l'étude du comportement considéré comme seule réalité observable, et laissant aux psychophysicologues, le soin d'étudier le fonctionnement de la « boîte noire », constitué par le cerveau. Puis avec la redécouverte de la pensée les années 1960, on a apporté un nouveau terme à ces études qui est 'la science du comportement et des processus mentaux'.

### **I.1.3 Les courants de la psychologie :**

La psychologie a vécu plusieurs courants au cours de son développement, et cela était à cause des différents concepts adoptés par les savants et les philosophes, ce qui permet d'avoir une diversité des pensées concernant le monde qui l'entoure. Ainsi, plusieurs méthodes d'interprétation des événements et la façon d'agir.

#### ◆ Le courant phénoménologique :

Ce courant a été étudié par Husserl, par le biais de la primauté à l'intentionnalité.

La phénoménologie est la théorie des apparences ou de la conscience. Elle est basée sur une étude descriptive des phénomènes dans le temps et dans l'espace, sans référence aux lois explicatives du phénomène en lui-même. L'objet de l'expérience (la description) est généralement subjective et elle est exprimée à la première personne : il me semble que l'eau est chaude, la voiture me paraît loin...etc. Ce type de faits sont désignés par l'expression « conscience phénoménale » [3]

#### ◆ La pensée scientifique :

La volonté des psychologues a été d'approcher la psychologie sous un angle scientifique basée sur une méthodologie, où l'observation et l'expérimentation sont essentielles.

#### ◆ Le courant de la réflexologie :

C'est le courant de la primauté aux réflexes de **Pavlov**.

C'est à partir de l'étude du comportement animal dans son milieu que **Pavlov** constate que les chiens réagissent par une sécrétion gastrique à l'approche du personnel qui a la fonction de les nourrir, sans même que ceux-ci apportent de la nourriture. La sécrétion gastrique est la résultante d'un réflexe conditionné qui révèle l'importance de l'adaptation au milieu. En effet, une modification sert de signal à une adaptation physiologique nouvelle à ce changement. Ses recherches ont permis d'élargir le champ sur des comportements tels que la peur, l'anxiété.

#### ◆ Le courant behavioriste :

C'est Watson (États-Unis) qui, en 1913, crée le behaviorisme comme méthode d'observation de la modification du comportement d'un organisme en fonction des modifications du milieu. Le schéma

de l'étude psychologique comportementale s'élabore autour du stimulus et de la réponse. D'après les behavioristes, le comportement est la résultante d'un apprentissage qu'il faut observer mais ne pas chercher à comprendre ni à interpréter. Les conduites pathologiques sont la conséquence d'un mauvais conditionnement, d'où un traitement de déconditionnement.

◆ La pensée clinique :

Cette pensée se situe entre la pensée philosophique et la pensée scientifique. Elle s'attache à l'étude de cas individuels où l'analyse des faits psychiques (maladies mentales, vie affective des individus) relève de la plus haute importance.

◆ Le courant clinique :

À l'origine, la psychologie clinique a son action au chevet du lit du malade où le médecin recueille par l'observation directe les manifestations de la maladie en vue de poser un diagnostic. Cette méthode a pour répercussion la compréhension de la maladie mentale, mais du point de vue du malade, et non du point de vue de la maladie. Cette approche, fondée sur la notion de subjectivité, a ouvert la voie à l'étude de l'inconscient. Elle est à l'origine et au centre des diverses techniques psychothérapeutiques.

◆ Le courant psychanalytique :

La psychanalyse est issue du courant clinique tout en posant la question du psychisme en de nouveaux termes. C'est à Freud que l'on doit la découverte d'un point central dans l'étude du psychisme humain : l'inconscient. Pour Freud, l'inconscient dépasse la raison puisqu'il est à l'origine de comportements non-voulus tels que les actes manqués et les lapsus. Les refoulements inconscients seraient à l'origine des symptômes rencontrés dans les pathologies mentales. C'est à la suite de son constat que Freud met au point une nouvelle technique, la psychanalyse : elle est caractérisée par la méthode des associations libres, ce qui permet au psychanalyste de filtrer les informations inconscientes. La résistance et transfert sont deux éléments clés de l'analyse. En effet, par le transfert, l'individu analysé projette sur l'analyste les images parentales. La résistance est l'ensemble des actes (dires et gestes) de l'analysé qui refuse de faire ressurgir les éléments de son inconscient.

◆ Le courant de la linguistique structurale :

Ce courant de pensée issu du structuralisme apparu dans les années 60 (qui consiste à privilégier les structures par rapport aux éléments qui leur appartiennent), considère ainsi que tout élément du langage fait partie d'une structure qui le détermine dans sa nature par son opposition aux autres éléments.

### **I.1.4 Champs d'application de la psychologie :**

Au sein de la psychologie différents champs d'application cohabitent, parmi les plus importants on peut citer :

◆ *Psychologie du développement :*

C'est l'étude des changements du comportement humain du stade du fœtus jusqu'à la sénilité.

◆ *Psychologie sociale :*

C'est l'étude d'un comportement social de l'être humain dans son environnement.

◆ *Psychologie différentielle :*

C'est l'étude des différences entre groupe ou individu dans leurs milieux respectifs.

◆ *Psychologie pathologique :*

C'est l'étude des conduites pathologiques des individus.

### **I.1.5 Le diagnostic psychologique :**

L'examen ou diagnostic psychologique clinique est l'évaluation scientifique complète d'un cas spécifique. Il comprend des informations, des données et des symptômes de types quantitatifs et qualitatifs. Plusieurs méthodes sont utilisées : étude de cas, entretien diagnostique, tests et mesures psychologiques, observation, rapport médical, neuropsychiatrie, rapport scolaire et informations sur les conditions de vie, à condition que ces méthodes aient la précision en termes de contenu et de processus de mise en œuvre, qui est généralement effectuée par le conseiller clinique ou psychologue de l'état médical qui nécessite une intervention (traitement).

Et le domaine du diagnostic ou de l'examen de l'état pathologique qui nécessite l'intervention (traitement) l'examen psychologique clinique est l'une des étapes les plus importantes sur lesquelles repose la thérapie psychologique, en particulier en tant que clinicien spécialiste dont l'objectif principal est une étude minutieuse pour découvrir ce qui est lié aux modèles d'indifférence et pour identifier les troubles personnels, neurologiques et mentaux afin de il peut apporter l'assistance appropriée au patient.

L'examen psychologique clinique est destiné à examiner les symptômes pathologiques et à en déduire les causes, puis à collecter des informations et des observations dans une image intégrée. Ainsi déterminer le type de maladie et fournir un traitement et un diagnostic, dans le domaine médical signifie classer ou comprendre le patient et révéler la relation entre les symptômes pathologiques et le type de la condition existante. [4]

### **I.1.6 La méthode clinique :**

L'entretien clinique est une méthode visant à recueillir des données au cours d'une consultation privée, durant laquelle un sujet raconte son histoire ou répond aux questions du thérapeute ou du chercheur. [2]

La seule garantie de sérieux de travail des psychologues repose sur une formation scientifique dans l'un ou l'autre des disciplines, qu'il s'agisse de celui de la recherche ou de service à la commande.

### **I.1.7 La vision analytique de l'utilisation de diagnostic avec les tests psychologique :**

Dans le cadre d'un examen psychologique, des tests standardisés peuvent être utilisés par le psychologue comme étant un outil de quantification des caractéristiques mentales ou comportementales chez un patient, ceux-ci permettent de réduire au maximum les sources d'erreur par la technique de recueillir les scores validés.

Les processus de diagnostic des fonctions psychologiques et mentales font partie des tâches principales du spécialiste clinique, où le processus de diagnostic est essentiellement un processus de recherche d'informations importantes dans la vie du patient, ses capacités mentales et ses caractéristiques émotionnelles dans le but de découvrir les forces et les faiblesses de sa personnalité et d'identifier les symptômes pathologiques de l'individu qui permettent ou aident le thérapeute. La clinique a établi les étapes appropriées pour mettre en œuvre le programme clinique approprié.

En conséquence, les méthodes utilisées en psychologie clinique pour gérer le processus d'allocation ont été établies et les programmes sont la méthode des études de cas, l'approche de suivi diagnostique et la méthode d'utilisation des tests psychologiques et mentaux et des mesures de la personnalité.

Et il est devenu clair que le test de diagnostic précis dépend de la mesure dans laquelle le clinicien utilise des tests psychologiques dans le processus de diagnostic d'une part et de la position de distinguer le spécialiste ayant réussi du spécialiste ayant échoué grâce à son utilisation de cette approche d'autre part. [4]

## **I.2 Le stress psychologique**

### **I.2.1 Définition :**

D'abord le mot stress est un mot anglais qui est lié au domaine mécanique et qui signifie 'contrainte', 'charge' ;

Selon le psychiatre « Masserman » 1943 C'est un état de tension généralisée qui survient lors des tentatives d'adaptation de l'individu à chaque situation.

Alors que « Ahmed Akacha » 1988 le définit comme « un sentiment ambigu et désagréable de peur, de tension et de motivation généralement accompagner des sensations différentes pour chaque individu. ».[5]

Et d'après **Souad Djabr Saïd** en 2008 « c'est des tensions ou des préoccupations de l'individu sur des nombreux événements pendant une période de temps, et elles s'accompagnent de symptômes physiques et émotionnels ». [6]

Alors on peut dire que le stress est tout un processus liée à deux éléments essentiels qui sont : l'élément stressor et la réaction à cet élément.

### I.2.2 L'historique du stress :

**Cannon**, en 1929, décrit la réaction d'urgence d'animaux confrontés à une menace, **fight** or **flight** (lutter ou fuir), liée à la libération d'adrénaline. Quelques années plus tard, le stress désigne en fait la réaction hormonale en réponse à un stressor. **Hans Selye** est considéré comme le père fondateur du concept de stress. Sur la base d'études menées chez l'animal, il décrit dès 1936, sous le terme de syndrome général d'adaptation, la réaction mettant en jeu principalement les hormones surrénaliennes, qui permet de maintenir l'équilibre de l'organisme. [7]

**Hans Selye** a publié, en 1956, « The stress of life » (Le Stress de la vie) et y décrit le mécanisme du syndrome d'adaptation, c'est-à-dire « l'ensemble des modifications qui permettent à un organisme de supporter les conséquences d'un traumatisme naturel ou opératoire ».

Il dépend un syndrome réactionnel endocrinien comportant trois phases consécutives :

La « phase d'alarme », la « phase de réaction », la « phase d'épuisement » [8]

Poursuivant ses recherches, il développe le concept d' « **Eustress** ». Ce terme inventé se compose de deux parties : le préfixe « eu », vient du mot grec qui signifie « bien » ou « bon ». Accolé au mot stress, il signifie littéralement « bon stress ». [9]

Des scientifiques tel que **Seymour Levine**, **John mason**, qui après avoir fait des expériences sur les animaux puis des études sur les êtres humains ont réussi à démontrer l'importance de l'activation émotionnelle dans l'intensité des réponses de stress.

Ainsi la psychologie et plus particulièrement les études récentes sur le stress doivent leur développement grâce à **Robert Lazarus** et **Susan Folkman** qui ont énoncé le concept du stress défini comme « le déséquilibre entre les sollicitations faites à l'individu et les ressources dont il dispose pour les affronter ». [10]

Cette théorie considère le patrimoine génétique, l'environnement et l'histoire personnelle comme des facteurs non négligeables de la variabilité des réponses au stress de chaque individu.

### I.2.3 Les types du stress :

Le stress peut être classé selon ses 3 types :

#### ◆ Stress positifs :

C'est le stress qui se développe lors d'une situation normale, c'est une stimulation vitale pour l'individu car il permet de faire face à des situations difficiles, d'améliorer ses performances physiques et mentales, surpasser ses peurs et relever des défis. Donc il permet de maintenir le bon fonctionnement du corps et son équilibre

#### ◆ Stress normal :

C'est un stress que l'être humain a appris à gérer, c'est des stimulations quotidiennes auxquelles notre corps a développé des mécanismes (tel qu'un examen ou une mauvaise nouvelle). Une fois les épreuves surmontées, s'ensuit une phase de relâchement et de récupération dans le but de maintenir et de stabiliser les constantes physiologiques.

#### ◆ Stress pathologique :

C'est un stress normal qui devient chronique. À la longue, si cette mobilisation des forces ne permet pas de dépasser le stress, l'organisme s'enfonce dans un état d'épuisement avancé physique, et psychologique à force de lutter en vain. Autrement dit quand le seuil de tolérance des stimuli est franchi, le stress devient nocif pour l'individu, il peut même être handicapant.

### I.2.4 Les Symptômes du stress :

**Hans Selye** a démontré que le stress est une réaction non contrôlée du corps humain aux exigences de la société [9], ses réactions sont appelées les symptômes du stress, elles sont plus ou moins apparentes lors d'un état de stress.

Les spécialistes ont classé ses symptômes selon 3 critères : symptômes physiques, mentaux ou émotionnels :

#### ◆ Symptômes mentaux :

Le patient peut avoir des états d'inquiétude constante, de pensées abusives, de difficultés dans la concentration et dans sa prise de décisions, des troubles de la mémoire.

#### ◆ Symptômes physiques :

Le patient peut souffrir de maux de tête, de douleurs musculaires, de vertiges ou de nausées, de troubles du sommeil ou de l'alimentation, des fatigues intenses.

#### ◆ Symptômes émotionnels :

Le patient peut ressentir du surmenage, de l'irritabilité, de l'anxiété, de l'angoisse, il peut aussi perdre progressivement confiance en soi.

Il peut y avoir d'autres symptômes tels que l'isolement, le changement d'humeur, pensée noire, ou réactions violentes.

### I.2.5 Les Facteurs de stress :

La raison principale du déclenchement du stress c'est une situation sur laquelle on n'a aucun contrôle, cette situation est différente selon l'âge de la personne, son caractère et l'environnement qui les entourent mais aussi la période à laquelle on vit, par exemple la vie d'un homme de 30 ans est beaucoup plus stressante en 2020 qu'en 2000 à cause des facteurs (historiques, environnementaux, sociaux, générationnels)



FIGURE I- 1: POURCENTAGE DE L'AUGMENTATION DU STRESS DEPUIS 1990 À 2009 CHEZ DIFFÉRENTES TRANCHES D'ÂGES [11].

Par exemple pour un enfant ou un ado, le stress peut apparaître lors des examens, ou d'un déménagement ou si il est confronté à une situation de violence.

Alors que pour un adulte il y a plusieurs raisons telles que la vie quotidienne, un imprévu (maladie, accident) ou une situation dangereuse.

### I.2.6 Les traumatismes :

Les traumatismes peuvent être à l'origine du stress et dans ce cas c'est un stress chronique, il est plus compliqué à traiter.

#### ◆ Facteur génétique :

Des études ont montré que l'anxiété et le stress se transmettent par l'hérédité, car on suppose qu'il s'agit d'un trouble biologique, les études ont été menées sur des proches de personnes ayant un trouble psychologique ; les résultats sont une grande probabilité de développer un stress lié aux maladies. [5]

### ◆ D'autres éléments :

D'autres éléments peuvent être considérés comme des facteurs de stress chez les personnes sensibles tel que le tabagisme, l'alcoolisme.

Le point commun entre tous les facteurs de stress quel que soit leur cause c'est leur impact psychologique sur l'individu, ce qui entraînera par la suite des conséquences physiologiques

La figure suivante nous décrit les déclencheurs de stress les plus communs chez les individus dit normaux ;



FIGURE I- 2 :D IGRAMME REPRESENTATIVE DES DECLENCHEURS DE STRESS CHEZ DES PERSONNES NORMALES. [12]

### **I.2.7 La réaction au stress :**

L'être humain réagit au stress de deux manières différentes :

#### ◆ Réaction volontaire :

c'est toutes les réactions que fait le stresser en connaissance de cause, c'est-à-dire toutes les actions qui servent à diminuer l'état de stress ; changer de vêtements ou de position, manger , ou prier.

#### ◆ Réaction involontaire :

toutes les réactions du corps sur les quelle le stresser un aucun contrôle come les tremblements, la transpiration, ou l'agitation.

#### ◆ Les conséquences du stress :

Plusieurs études récentes ont démontré qu'il y a une relation directe entre le stress psychologique et certaines maladies, car le stress peut diminuer l'énergie du système immunitaire rendant l'individu plus vulnérable aux infections ou développement de tumeur. [13] Il peut aussi augmenter les risques d'ulcères et de crises cardiaques et des crises d'asthme.

D'autres problèmes peuvent être causés par le stress tel que les aphtes, trouble digestif (constipation, diarrhée), les migraines, problèmes de peau tel que l'eczéma.

### **I.3 Le stress pathologique :**

Dans notre travail, on va étudier un type de stress qui est le stress pathologique. les causes et les conséquences de cette pathologie, ses catégories et les différentes méthodes utilisées pour le diagnostic

#### **I.3.1 Définition du stress pathologique :**

Le stress pathologique est un état de tension persistant vécu négativement ; l'individu est -ou se sent- incapable de répondre adéquatement à la tâche qui lui est assignée même en l'absence de stressor.

Autrement dit c'est l'incapacité de la personne stressée à revenir à un état émotionnel ou psychique normal après que la période de stress soit passée, mais c'est également un déséquilibre entre le besoin et la capacité de répondre face à des situations stressantes, où le fait de ne pas répondre adéquatement peut avoir des conséquences significatives physiologiques, psychologiques, sociales.

#### **I.3.2 Différence entre le stress psychologique et le stress pathologique :**

Les plus grandes différences entre ces deux types de stress sont :

- le stress pathologique « chronique » est un stress qui dure longtemps et qui se répète souvent (même si il n'y a plus de stressor).
- le stress pathologique s'amplifie à fur et à mesure qu'il se répète, contrairement au stress psychologique.
- Le stress pathologique est néfaste pour la santé il peut causer des troubles irrévocables.

#### **I.3.3 Type de stress pathologiques :**

IL existe deux types différents :

##### ◆ Stress aigue :

il est causé par des situations inhabituelles ou des événements inattendus, c'est un stress passager dont les symptômes disparaissent une fois la situation finis.

##### ◆ Stress chronique :

c'est un stress qui est prolonger dans le temps est souvent répéter, il est la conséquence d'une longue exposition à des agents tresseur ce qui épuise le corps à force de puisé constamment dans les réserves énergétiques pour tenter de diminuer le stress. [14]

Ce type-là est dangereux pour la santé car il peut conduire à des dépressions ou pire des envies de suicide.

### **I.3.4 Les Facteurs du stress pathologique :**

Pour ce type de stress trois facteurs jouent un rôle conséquent sur son développement ; les catastrophes, les changements important, les soucis quotidiens. [13]

#### ◆ Les catastrophes :

Ce sont des événements imprévisible de grande envergure, ils sont considéré dangereux et menaçants part la majorité des individus. on peut citer les tremblements de terre les pandémies où les guerres. Ces catastrophes déclenchent des réactions plus ou moins considérable tel que les insomnies ou un manque de concentration ou d'autre bien plus grave tel que les crises d'anxiété ou de dépression,

◆

#### ◆ Les changements importants de l'existence :

Ce sont des événements personnels qui peuvent être stressant parce qu'elle cause des bouleversements conséquents dans la vie tels qu'un mariage, un accouchement, la mort d'un parent, ou un divorce. Ces changements créer une période d'instabilité et d'insécurité c'est cette sensation-là qui fait l'augmentation du stress.

#### ◆ Les Soucis quotidiens :

Certains évènements imprévus ou souci pendant la journée comme les embouteillages une dispute ou bien même surcharge de travail peuvent être des sources de stress, bien sûr pour ce facteurs-là la réaction de chaque individu est unique certains le gère très bien quand à d'autres c'est une cause de stress à force l'additionner ses petits facteurs.

### **L'intensité des facteurs de stress :** [12]

Les facteurs de stress sont classés selon la tension qu'il provoque chez les individus : Pour mieux comprendre leurs intensités nous allons seulement citer quelques exemples pour chaque intensité

- Tension légère : changement d'établissement scolaire, événement familiaux, changement dans les conditions de travail.
- Tension normal : dettes, problème avec la belle-famille, des problèmes judiciaires
- Tension élevée : retraite, changement de travail, la maladie d'une personne proche.
- Tension extrême : le décès d'un parent ou d'un conjoint, divorce, déménagement, une maladie grave.

Les facteurs de stress catastrophiques sont considérés comme beaucoup plus graves que des facteurs normaux car [10] :

- Pas de temps pour se préparer psychologiquement.
- Provoque un sentiment d'impuissance et de perte de contrôle.
- Provoque un sentiment d'oppression et de désespoir.
- Un cruel manque d'expériences.
- Grande affectation psychologique.
- Apparition de différents problèmes de santé.
- Sensation de solitude.

### **I.3.5 Méthodes de mesure du stress pathologique :**

Il est important de déterminer la procédure de recueil de la mesure du stress pathologique, cela peut se faire par l'intermédiaire de différents outils communs aux sciences de gestion et aux sciences humaines : l'observation, les interviews, les questionnaires, le recueil de données organisationnelles, le recueil de données psychophysiologiques individuelles. [10]

Pour notre mémoire, nous avons choisi la méthode des tests sous forme un questionnaire, voici les exemples que nous avons utilisé :

#### ◆ L'échelle du stress (Taylor) :

Le test est tiré de l'échelle de l'anxiété et du stress pathologique, qui a été établie par **J.A.Taylor**

Ce test mesure le degré d'objectif du niveau d'anxiété ressenti par les individus lors d'un phénomène explicite, et ce test peut être utilisé pour différente tranches d'âges. [15]

#### ◆ L'échelle du stress Spielberger :

C'est un ensemble de questions qui permet d'évaluer le niveau d'anxiété et du stress ; mais aussi le sentiment d'appréhension et de nervosité que le sujet ressent dans certaines situations. [16]

Il a été réalisé par **Spielberger, Gorsush, et Husheene** en 1970. Il a été utilisé dans nombreuses études et recherches sur le fonctionnement et les maladies psychologique [17],il est constitué de deux

tests distinct ; le premier pour mesurer le stress situationnel, et le deuxième pour mesurer le stress dans l'état général. Il est important de faire les deux tests pour situer la différence entre l'état lors de la situation du stress et l'état ceux-ci pour assurer un bon diagnostic.

### ◆ L'Échelle du stress perçu (Cohen) :

Ce test est publié par le psychologue **Sheldon Cohen** et **Williamson** en 1983, il est parmi les tests les plus utilisés dans la recherche en psychologie, il permet en dix questions de mesurer facilement à quel point une personne perçoit globalement les situations de sa vie comme étant stressantes et sa capacité de gérer son stress.

C'est une méthode qui permet au spécialiste de constituer un plan de travail pour mieux amorcer les discussions et les échanges avec les patients lors de rendez-vous.[18]

### **I.3.6 Méthode de gestion du stress :**

Il existe plusieurs méthodes pour faire face au stress cela dépend bien sûr de la volonté de la personne stressée, de la situation stressante, de l'environnement mais aussi de certains autres facteurs tels que l'état de la personne, le nombre de fois qu'elle a subis cette situation, et sa connaissance de la situation et de ses conséquences.

➤ L'une de ses méthodes consiste à avoir une stratégie d'adaptation au stress autrement dit une stratégie pour faire face au stress ; on les retrouve dans trois stratégies [19]:

- Les stratégies centrées sur le problème : elles impliquent des efforts pour gérer ou diminuer le problème qui est la cause du stress tel que la collecte des informations, gestion des objectifs et du temps, la recherche des solutions.

- Les stratégies centrées sur les émotions : elles permettent de réduire les effets secondaires du stress, de réguler les tensions émotionnelles, et donc de mieux gérer les réactions émotionnelles.

- Les stratégies centrées sur le support social : Elles consistent à obtenir le soutien et l'aide de l'entourage de l'individu stressé.

➤ Une autre de ses méthodes consiste à lâcher prise, ne plus penser à la situation stressante et à se vider la tête, les spécialistes l'appellent (*la cohésion entre le corps et l'esprit*). Cette méthode

est souvent appliqué lors des activités antistress tel que le yoga, la relaxation, l'aromathérapie, La sophrologie, les exercices de respiration abdominale.

- D'autres méthodes permettent aussi de faire face au stress tel que l'adaptation aux situations, avoir une attitude positives aux événements, l'amélioration de la confiance en soi, avoir un bon environnement relationnel, l'acceptation, la prière, la méditation. Toutes ses méthodes permettent de diminuer la détresse et d'améliorer la qualité de vie de chaque personne.

### **I.3.7 Conclusion :**

Le stress désigne un symptôme qui a une fonction d'alerte et de protection. Cette réaction peut être un indice de pathologie lorsqu'elle franchit certain seuil, ici il vaut mieux d'effectuer un examen psychologique et passer des tests appropriés afin de distinguer le type de ce trouble. Pour faciliter ce diagnostic, de nouvelles technologies basées sur des systèmes intelligents sont devenues l'une des techniques les plus performantes permettant l'amélioration de la prise en charge des patients et la possibilité de faciliter leur vie.

CHAPITRE II  
LES RÉSEAUX DE  
NEURONES  
ARTIFICIELS

### **II Introduction :**

Le développement technologique est une méthode d'adaptation aux changements en cours, dans l'objectif de fournir les exigences pour une vie satisfaisante.

À partir de ce point, les scientifiques ont pensés a créés des programmes émulateurs d'intelligence humaine, basés sur des algorithmes qui reçoivent des entrées et les analysent ensuite, cela à travers un réseau artificiel composé d'un ensemble des couches de neurones formels.

Cette technique a réussi à révolutionné le domaine de l'intelligence artificielle.

Dans ce chapitre nous allons voir quelque notion de base sur l'intelligence artificielle puis nous aborderons le sujet du réseau neuronal artificiel, leurs principales architectures et leurs méthodes d'application.

#### **II.1 L'intelligence artificielle**

##### **II.1.1 Définition :**

L'intelligence artificielle est une branche de l'informatique qui a pour objectif de produire une machine intelligente qui répond d'une manière similaire à l'intelligence humaine. Le domaine est très vaste et il a connue d'important progrès dans la dernière décennie dans différents secteur tel que la robotique, la reconnaissance vocale, traitement d'images et les systèmes experts.

Il est concevable que les produits technologiques apportés par l'intelligence artificielle dans le futur soient le «conteneur» de la sagesse humaine. Son développement est tellement rapide et productif, il lui permettra peut-être de dépasser l'intelligence humaine dans un futur lointain.

##### **II.1.2 Historique :**

- 1890 : **W. James**, célèbre psychologue américain introduit le concept de mémoire associative, et propose ce qui deviendra une loi de fonctionnement pour l'apprentissage sur les réseaux de neurones connue plus tard sous le nom de loi de Hebb.
- 1943 : **McCulloch** et **W. Pitt** sont mis en place études théoriques sur les premiers réseaux neurones formel (biologique).
- 1949 : **D. Hebb**, a mis en place la loi de modification des propriétés des connexions entre neurones, appelé« la loi de Hebb »
- 1957 : **F. Rosenblatt** développé le modèle du perceptron. Puis la construction du premier neuro-ordinateur « domaine de la reconnaissance de formes ».
- 1982 : '**J. J. Hopfield**' a présenté la théorie du fonctionnement et des possibilités des réseaux de neurones. Mais aussi l'apparition des premières lois d'apparentages.
- 2012 : l'utilisation généralisée de l'apprentissage profond. [20]

### II.1.3 L'apprentissage machine :

La machine Learning est une branche qui fait partie de l'intelligence artificielle, il s'agit des techniques permettant à l'ordinateur d'apprendre sans être explicitement programmé. Autrement dit ; L'ordinateur apprend automatiquement ceci est fait en utilisant les données qu'on lui donne au premier lieu.

### II.1.4 L'apprentissage profond :

Le *deep Learning* ou l'apprentissage profond est une technique de la machine Learning, elle permet à l'ordinateur un apprentissage profond à travers un réseau de neurones artificiels constituer de plusieurs couches.

## II.2 Le réseau de neurone :

### II.2.1 Définition :

Un réseau de neurones est un assemblage de processeurs élémentaires interconnectés qu'en appelle «neurones» en hommage à leur modèle biologique.

Chaque neurone réalise un traitement simple mais dont l'ensemble en interaction engendre des propriétés complexes. Chaque neurone fonctionne indépendamment des autres de telle sorte que l'ensemble forme un système massivement parallèle. [21]

### II.2.2 Le neurone biologique :

Le neurone est une cellule nerveuse de base dans notre système nerveux, elle sert à transmettre une information aux autres cellules.

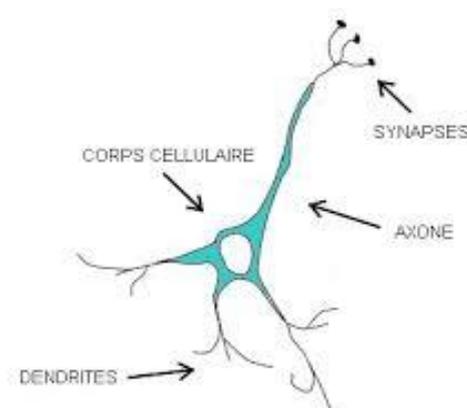


FIGURE II- 1 : SCHEMA D'UN NEURONE BIOLOGIQUE

L'axone part du corps cellulaire et forme souvent de nombreuses petites ramifications avant de se terminer en terminaisons nerveuses. Les axones peuvent mesurer de moins d'un centimètre jusqu'à

un mètre ou plus. Les dendrites partent du corps cellulaire et reçoivent des informations provenant d'autres neurones.[22] le cerveau humain contient environ  $10^{12}$  neurones.

Le processus de fonctionnement du neurone est baptisé sur la capacité de ce dernier à transmettre les impulsions électriques le long de l'axone quand il reçoit ou envoie un message.

Alors, on peut dire que le neurone effectue une fonction sur les entrées ce que lui permet de envoyer un signal aux sorties ou non, et ceux-ci dépendent de la différence de charge électrique entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule.

### II.2.3 Le neurone artificiel

#### Le principe de fonctionnement :

Les neurones artificiels sont des outils très performants dans le domaine d'apprentissage automatique, ils sont une représentation mathématique des neurones biologiques, de façon qu'ils puissent extraire les caractéristiques des entrées pour avoir une décision de distinction ou classification à la sortie.

L'objectif général d'un RNA est de trouver la configuration des poids de connexion entre neurones pour qu'il associe à chaque configuration d'entrée, une réponse adéquate. L'utilisation d'un RNA se fait en deux temps. Tout d'abord une phase d'apprentissage qui est chargée d'établir des valeurs pour chacune des connexions du réseau, puis une phase d'utilisation proprement dite, où l'on présente au réseau une entrée et où il nous indique en retour « sa » sortie calculée[23].

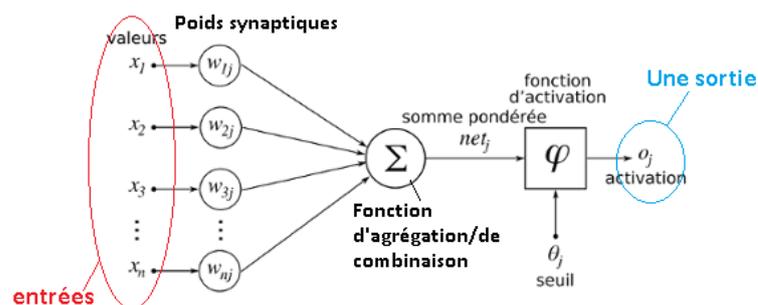


FIGURE II- 2 :SCHEMA D'UN RESEAU DE NEURONE ARTIFICIEL

Le cercle et la flèche de la figure indiquent respectivement le nœud et le flux de signal.

$x_1, x_2$  jusqu'à  $x_n$  sont les signaux d'entrée tandis que  $o_j$  est la sortie.  $w_{1j}, w_{2j}$  jusqu'à  $w_{nj}$  sont les poids des signaux correspondants,  $\Sigma$  est le biais, qui est un autre facteur associé au stockage des informations. Enfin  $\varphi$  est la fonction d'activation. En d'autres termes, les informations du réseau neuronal sont stockées sous forme de poids et de biais.

## Chapitre II : Les réseaux de neurones artificiels

Le signal d'entrée de l'extérieur est multiplié par le poids avant atteint le nœud. Une fois que les signaux pondérés sont collectés au nœud, ces valeurs sont ajoutées pour constituer la somme pondérée.

➤ Exemple d'application :

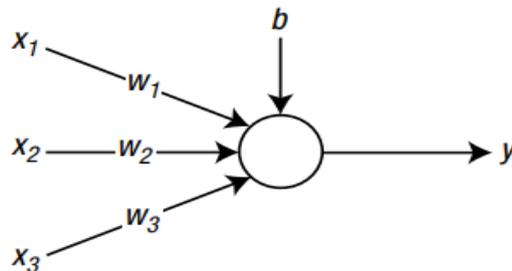


FIGURE II- 3 :REPRESENTATION D'UN RNA

$$v = (w_1 \times x_1) + (w_2 \times x_2) + (w_3 \times x_3) + b$$

Cette équation indique que le signal avec un poids plus grand a un plus grand effet. Par exemple, si le poids  $w_1$  vaut 1 et  $w_2$  vaut 5, alors le signal  $x_2$  a cinq effet fois plus grand que celui de  $x_1$ . Quand  $w_1$  est zéro,  $x_1$  n'est pas transmis au nœud du tout. Cela signifie que  $x_1$  est déconnectés du nœud. Cet exemple montre que les poids du réseau neuronal imitent comment le cerveau modifie les associations des neurones.

L'équation de la somme pondérée peut être écrite avec des matrices comme :

$$w = [w_1 w_2 w_3]x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

Enfin, le nœud entre la somme pondérée dans la fonction d'activation et donne sa sortie. La fonction d'activation détermine le comportement du nœud.

$$y = \theta(v)$$

$\theta()$  De cette équation est la fonction d'activation. De nombreux types de fonctions d'activation sont disponibles dans le réseau neuronal. Nous les développerons plus tard. Passons brièvement en revue le mécanisme du réseau neuronal. Le processus suivant est effectué à l'intérieur du nœud du réseau neuronal :

1. La somme pondérée des signaux d'entrée est calculée.

$$v = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + b = wx + b$$

2. La sortie de la fonction d'activation vers la valeur pondérée la somme est passée à l'extérieur.[22]

$$y = \theta(v) = \theta(wx + b)$$

### ◆ Les couches d'un RNA :

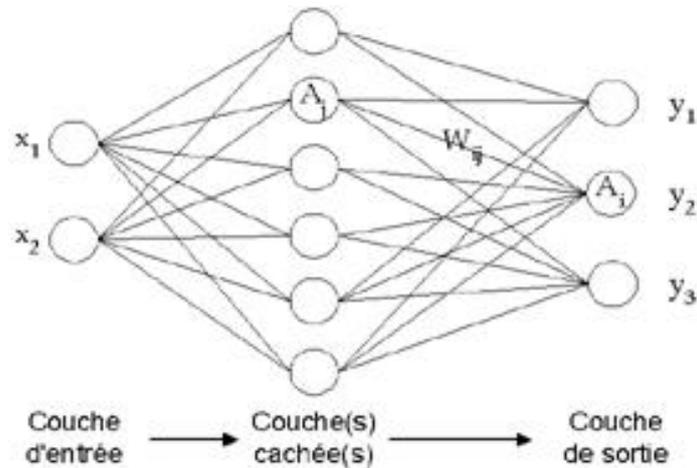


FIGURE II- 4 :ORGANISATION D'UN RESEAU DE NEURONES

Les RNA sont organisés en couches qui se composent d'un certain nombre de neurones interconnectés, ces couches contiennent une fonction d'activation. La couche d'entrée permet de présenter les entrées au réseau ainsi de les communiquer aux couches cachées, après que le traitement être effectué, les couches cachées transmettent la réponse à la couche de sortie

### ◆ Les architectures :

Le développement des architectures du réseau de neurones artificiels est passé par des étapes ; du plus simple (basique) au plus complexe.

Les architectures du RNA se diffèrent selon plusieurs critères :

#### ❖ Le nombre des couches cachées

Single-layer neural networks:

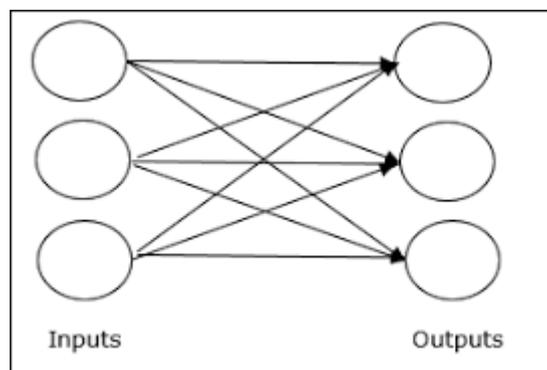


FIGURE II- 5 :SCHEMA D'UN SINGLE-LAYER NETWORK

## Chapitre II : Les réseaux de neurones artificiels

Ce type de réseau contient deux couches uniquement ; une couche pour les entrées et une autre pour les sorties (absence de couches cachées). C'est le modèle le plus simplifié qui était la base des autres, les plus avancés.

-Multi-layer neural network

-Shallow neural network:

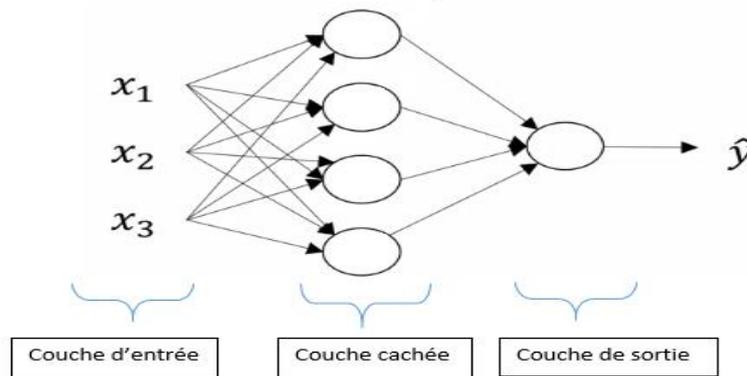


FIGURE II- 6 :SCHEMA D'UN SHALLOW NEURAL NETWORK

Comme son nom l'indique, ce sont les réseaux de neurones avec moins de profondeur. En termes simples, ce sont les réseaux avec moins de couches cachées. Généralement, ces RNA ont une couche cachée et une couche de sortie

La largeur de ces réseaux ou le nombre de neurones dans la couche cachée peuvent varier.

Deep neural network :

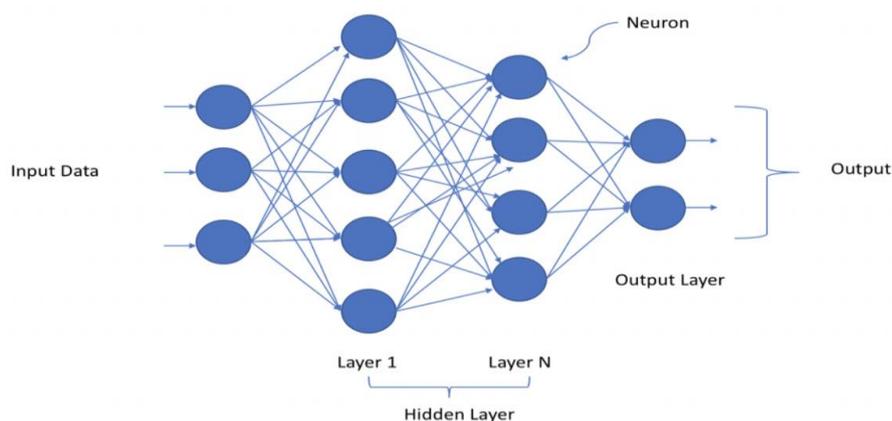


FIGURE II- 7 :DEEP NEURAL NETWORK

Le deep neural network est un réseau multi couches, il contient plusieurs couches cachées qui sert à améliorer l'architecture précédente (shallow) en ajoutant des paramètres de calcul

supplémentaires. Ce type de réseau est la base du *deep Learning* ; ils sont utilisés dans des applications à la fois complexes et performantes.

❖ La topologie :

Les neurones sont connectés entre eux de diverses manières :

a. réseaux totalement interconnectés :

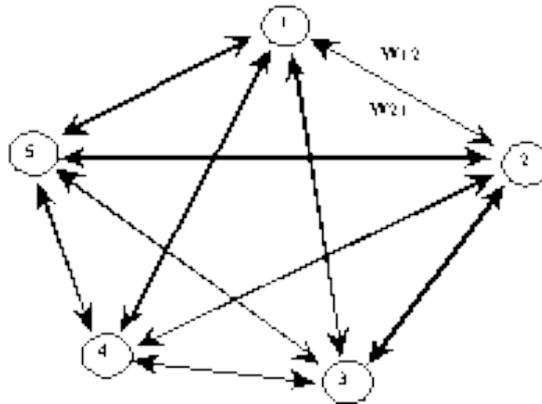


FIGURE II- 8 :SCHEMA D'UN RNA TOTALEMENT INTERCONNECTE

b. réseaux à couches ou réseaux de type feedforward :

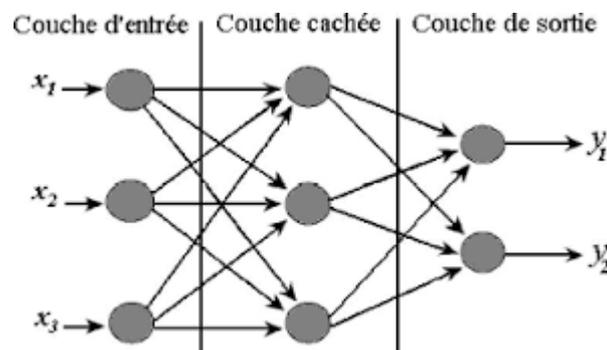


FIGURE II- 9 :SCHÉMA D'UN RNA FEEDFORWARD.

c. récurrents

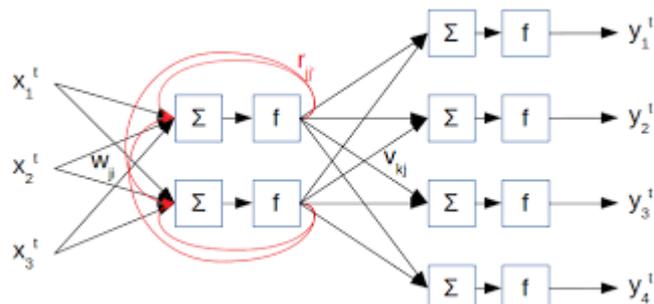


FIGURE II- 10 :SCHEMA D'UN RNA RECURRENENTS.

### II.2.4 Types d'apprentissages :

Il existe deux types d'apprentissages : l'apprentissage supervisé et l'apprentissage non supervisé :

- Apprentissage supervisé : un superviseur, ou professeur, fournit au réseau des couples d'entrées-sorties. Il fait apprendre au réseau l'ensemble de ces couples, par une méthode d'apprentissage, comme la rétropropagation du gradient de l'erreur, en comparant pour chacun d'entre eux la sortie effective du réseau et la sortie désirée. L'apprentissage est terminé lorsque tous les couples entrée-sortie sont reconnus par le réseau. Ce type d'apprentissage se retrouve, entre autres, dans le perceptron.
- Apprentissage non supervisé : cet apprentissage consiste à détecter automatiquement des régularités qui figurent dans les exemples présentés et à modifier les poids des connexions pour que les exemples ayant les mêmes caractéristiques de régularité provoquent la même sortie [24].

### II.2.5 Les méthodes d'apprentissage :

Dans les systèmes experts, les connaissances de l'expert ont une forme énumérée : elles sont exprimées sous forme de règles.

Dans le cas des réseaux de neurones, les connaissances ont une forme distribuée : elles sont codées dans les poids des connexions, la topologie du réseau, les fonctions de transfert de chaque neurone, le seuil de ces fonctions, la méthode d'apprentissage utilisée. Il existe un certain nombre de méthodes d'apprentissage :

- la règle de Hebb : c'est la méthode d'apprentissage la plus ancienne (1949), elle est inspirée de la biologie. Elle traduit le renforcement des connexions liant deux neurones activés. Si un des deux neurones au moins n'est pas activé, le poids de la connexion n'est pas modifié.
- la rétropropagation du gradient de l'erreur : cet algorithme est utilisé dans les réseaux de type feedforward, ce sont des réseaux de neurones à couches, ayant une couche d'entrée, une couche de sortie, et au moins une couche cachée. Il n'y a pas de récursivité dans les connexions, et pas de connexions entre neurones de la même couche. Le principe de la rétropropagation consiste à présenter au réseau un vecteur d'entrées, de procéder au calcul de la sortie par propagation à travers les couches, de la couche d'entrée vers la couche de sortie en passant par les couches cachées. Cette sortie obtenue est comparée à la sortie désirée, une erreur est alors obtenue. A

partir de cette erreur, est calculé le gradient de l'erreur qui est à son tour propagé de la couche de sortie vers la couche d'entrée, d'où le terme de rétropropagation. Cela permet la modification des poids du réseau et donc l'apprentissage. L'opération est réitérée pour chaque vecteur d'entrée et cela jusqu'à ce que le critère d'arrêt soit vérifié.

### II.2.6 Le perceptron :

La conception du perceptron par **Rosenblatt** marque la naissance historique du connexionnisme dans les années cinquante. Le perceptron élémentaire est constitué d'un réseau d'associeurs linéaires, basés sur la représentation mathématique de la cellule nerveuse réalisée par **McCulloch** et **Pitts** ayant la technique d'apprentissage par la loi de **Widrow-Hoff**.

#### ◆ Description :

Les perceptrons sont des réseaux de type feedforward, possédant la structure qui contient : une couche de connexions fixes, située entre les unités d'entrée, la rétine, et les unités d'association. La seconde couche relie les unités d'association et les unités de réponse : c'est sur ces poids que l'adaptation agit. Dans le perceptron, il n'y a qu'une seule couche qui varie en fonction de l'adaptation. [25]

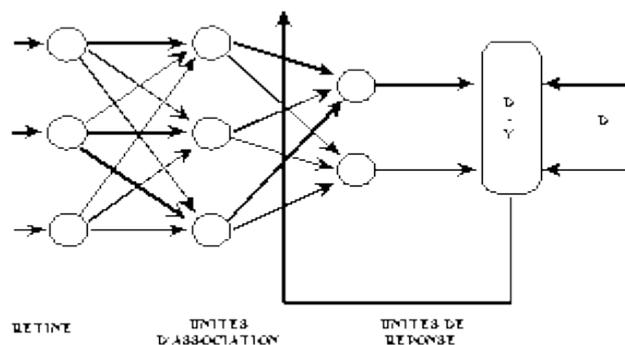


FIGURE II- 11 : SCHEMA D'UN PERCEPTRON

#### ◆ l'algorithme du perceptron :

On note  $S$  la base d'apprentissage.

$S$  : est composée de couples  $(x, c)$  où :

$x$  : est le vecteur associé à l'entrée  $(x_0, x_1, \dots, x_n)$

$c$  : la sortie correspondante souhaitée

On cherche à déterminer les coefficients  $(w_0, w_1, \dots, w_n)$ .

- Initialiser aléatoirement les coefficients  $w_i$ .

- Répéter :
- Prendre un exemple  $(x, c)$  dans  $S$
- Calculer la sortie  $o$  du réseau pour l'entrée  $x$
- Mettre à jour les poids :
- Pour  $i$  de 0 à  $n$  :
- $w_i = w_i + \epsilon * (c - o) * x_i$
- Fin Pour
- Fin Répéter

➤ Pour garantir un bon apprentissage, il faut tenir compte aux remarques suivantes :

- $\epsilon$  bien choisi, suffisamment petit.
- Si  $\epsilon$  trop grand : risque d'oscillation autour du minimum.
- Si  $\epsilon$  trop petit : nombre élevé d'itérations.
- En pratique : on diminue graduellement  $\epsilon$  au fur et à mesure des itérations.
- Si l'échantillon n'est pas linéairement séparable, l'algorithme ne converge pas.
- L'algorithme peut converger vers plusieurs solutions (selon les valeurs initiales des coefficients, la valeur de  $\epsilon$ , l'ordre de présentation des exemples).[26]

### II.2.7 Conclusion

Dans un réseau de neurones formels, chaque neurone recueille des valeurs réelles, ou binaires provenant d'autres neurones grâce à ses connections. En général toutes ces valeurs sont ajoutées, et passent par une fonction d'activation qui calcule la valeur de sortie du neurone. Cette valeur, à son tour, se propage vers les autres neurones du réseau, jusqu'à leur sortie respective.

Les réseaux de neurones possèdent des propriétés d'apprentissage intéressantes, de reconnaissance de forme, d'approximations universelles. Les inconvénients ne sont pas négligeables, citons notamment le nombre de poids à optimiser, le choix de la structure du réseau, le choix des fonctions de transfert, les performances de la règle d'apprentissage. [27]

CHAPITRE III  
LA LOGIQUE FLOUE

### III Introduction

L'évolution de l'humanité et sa direction, jour après jour, vers tout ce qui est moderne, a poussé les scientifiques à évoluer et innovée afin de trouver des solutions adéquates aux problèmes de notre époque.

C'est dans ce but qu'ils ont conçu des systèmes capables de reproduire non seulement le comportement corporel humain, mais aussi ses capacités de raisonnement. Ses systèmes utilisent l'intelligence artificielle (AI) pour modéliser le raisonnement humain.

D'où vient l'idée de développer une logique similaire à celle de l'homme dont elle analyse et manipule les choses d'une façon approximative. Ceci est ce qu'on appelle la logique floue « FUZZY LOGIC ».

Le but de ce chapitre est de donner des notions sur la logique floue et comment peut-elle servir au développement à travers ses applications dans le domaine de l'intelligence artificielle.

#### III.1.1 Définition :

Avant de définir la logique floue, il faut savoir d'abord c'est quoi la logique binaire ; en fait la logique binaire est une méthode de raisonnement qui ne permet d'exprimer que deux valeurs de vérité « vrai » et « faux » qui peuvent être représentées respectivement par « 1 » et « 0 ».

Cependant que dans la logique floue, on peut avoir n'importe quelle valeur entre le « 0 » et le « 1 ». Ce qui nous donne un résultat qui soit partiellement vrai ou partiellement faux cela dépend des critères d'opération effectués.

#### III.1.2 Historique :

- D'après '**Bart Kosko**'<sup>1</sup>, professeur à l'université de Californie du Sud à Los Angeles, c'est Max Black « philosophe de la mécanique quantique » qui en 1920 est le premier à avoir dessiné les premiers diagrammes flous pour le développement d'une logique à plusieurs valeurs de vérité.
- mais la logique floue ne fait son apparition qu'en 1965, lorsque le professeur '**Lotfi A. Zadeh**', de l'université de Berkeley aux USA, a publié un article nommé « Fuzzy sets » ou « Ensembles flous » où il établit les bases de cette nouvelle technique opérationnelle.
- Après, en 1975, le professeur '**Ebrahim Mamdani**' à Londres développe une stratégie pour le contrôle des procédés et présente les résultats très encourageants qu'il a obtenus sur la conduite d'un moteur à vapeur.
- Plus tard, dans les années 1980 au Japon que la logique floue connaît un véritable essor, où elle est appliquée dans l'industrie, les métros, les systèmes de ventilation sans contact aussi dans les produits destinés au grand public tel que les machines à laver et les appareils photos,

- Et c'est en 1990 que des applications dans le domaine du diagnostic médical apparaissent en majorité en Allemagne puis aux USA [28]
  - Aujourd'hui Dans le domaine des processus de production, et dans les automatismes les applications se sont également multipliées. La logique floue s'y développe car qu'elle permet de systématiser ce qui est du domaine de l'évolutionnisme.

### III.1.3 La différence entre la logique traditionnelle et la logique floue :

La comparaison entre la logique floue et la logique traditionnelle (binaire) permet de mieux comprendre le fonctionnement et les avantages de cette dernière.

#### ◆ Contrôleur traditionnels :

- Le besoin de connaître les propriétés physiques détaillées du system. (difficile)
- La plupart des systèmes sont trop complexe et doivent être idéalisée pour développer un contrôleur traditionnel
  - Cela signifie qu'on ne dépose pas d'un plein du système.
- Les conditions des contrôleurs traditionnels sont assez limitées.

#### ◆ Contrôleur de la logique floue :

- On n'a pas besoin d'une connaissance détaillé du système.
  - Ce que le contrôleur doit faire est déterminer par des règles linguistique.
- Si les outils d'optimisation sont utilisés comme des algorithmes génétiques.
- Le système n'a pas non plus besoin d'être réduit ou idéalisé pour développer un contrôleur de logique floue de travail.
- Les conditions quand les contrôleurs de la logique floue fonctionnent sont plus robuste car ils peuvent représenter plus de variabilité.

### III.1.4 Potentiel de la logique flou :

Le nombre d'applications sont pratiquement illimité.

- Système de contrôle
- Des appareils de cuisine.

- System de control de voiture.
- Système de contrôle des véhicules aérospatiaux.
  - o Traitement d'image
  - o Prise de décision « Decision-making »
  - o Planification de la dérouté « Rout-planning »

Encore au cours de développement ce qui concerne les systèmes de sécurité critique.

Il est testé et mise en œuvre dans certain petit cas comme petit control d'attitude du satellite. [29]

### III.1.5 La théorie des ensembles floue :

#### ◆ Définition :

Avant de parler des ensembles floue, il faut savoir c'est quoi un ensemble tous d'abord :

En 1895, '**Georg Cantor**' donnait la définition suivante d'un ensemble :

« Nous appelons ensemble toute 'réunion'  $M$  d'objets de notre conception, détermine et bien distincts, que nous nommerons 'éléments' de  $M$ . » [30]

La théorie des ensembles flous repose sur la notion d'appartenance partielle, chaque élément appartient partiellement ou graduellement aux ensembles flous qui ont été définis. Les contours de chaque ensemble flou ne sont pas «nets», mais «flous » ou «graduels».

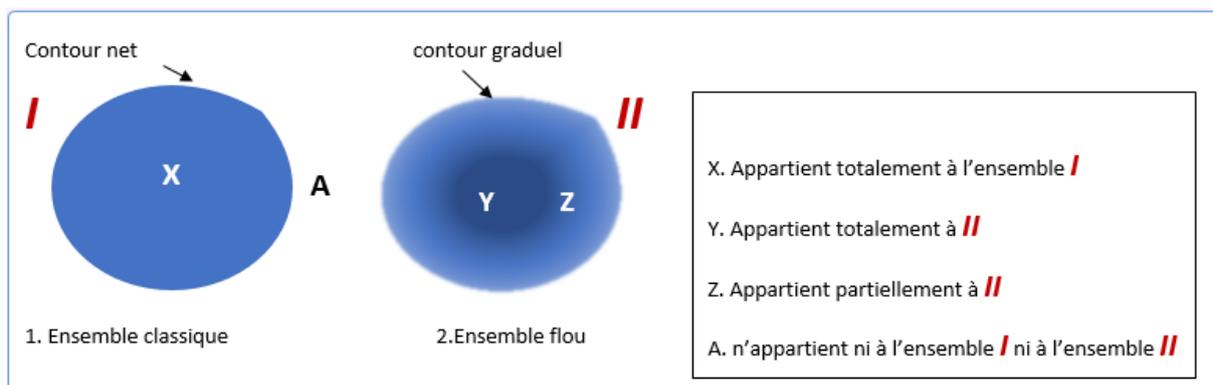


FIGURE III- 1 :SCHEMA REPRESENTATIVE DE LA LOGIQUE FLOUE ET LA LOGIQUE BINAIRE

#### ◆ Variable linguistique : [31]

L'ensemble de référence d'un mot de langage naturel s'appelle l'univers de discours. L'univers de discours d'un mot est un ensemble de terme qui évoque le même concept mais à degrés différent .il peut être fini ou non.

Une variable linguistique représente un état dans le système a réglé ou une variable de réglage dans un contrôleur flou. Sa valeur est définie dans des termes linguistiques qui peuvent être des mots ou des phrases d'un langage naturel ou artificiel.

Chaque variable linguistique est caractérisée par un ensemble tel que :

$\{x, T(x), U, G, M\}$

Où :

- X est le nom de la variable
- T(x) est l'ensemble des valeurs linguistique que prendre x
- U est l'univers de discours associé avec la valeur de base.
- G est la règle syntaxique pour générer les valeurs linguistique,
- M est la règle sémantique pour associer un sens à chaque valeur linguistique.

◆ Fonction d'appartenance :

Chaque ensemble flou est défini par sa fonction d'appartenance, celle-ci permet de mesurer le degré d'appartenance d'un élément à l'ensemble flou, cette fonction est l'équivalent de la fonction caractéristique d'un ensemble classique.

Si l'ensemble de référence est un ensemble fini, les valeurs d'appartenance sont des valeurs discrètes définies dans [0,1]. Si l'ensemble de référence est infini, on peut représenter ces valeurs comme de fonctions d'appartenance continues.

Pour obtenir le degré d'appartenance d'une valeur donnée de la variable linguistique, relatif à un sous-ensemble flou, il suffit de projeter verticalement cette valeur sur la fonction d'appartenance correspondant à ce sous-ensemble flou. [31]

La forme de la fonction d'appartenance est choisi de manier arbitraire et subjective, nous allons citer les formes le plus utilisée :

Fonction triangulaire, trapézoïdale, monotone, gaussienne (cloche). [32]

a. La fonction triangulaire :

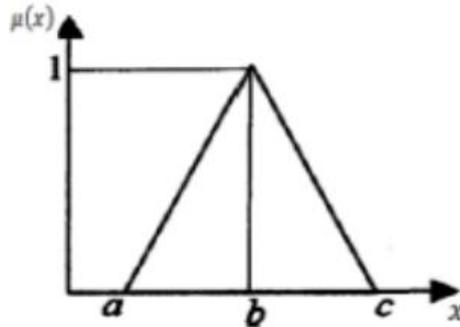


FIGURE III- 2 : FONCTION TRIANGULAIRE[32]

La fonction triangulaire est définie par trois paramètres {a, b, c} qui déterminent les coordonnées des trois sommets :

$$\mu(x) = \text{Max} \left( \min \left( \frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right), 0 \right)$$

b. La fonction gaussienne :

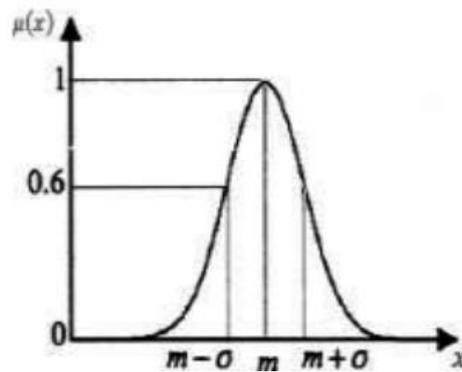


FIGURE III- 3 : FONCTION GAUSSIEN [32]

La fonction gaussien est définie par deux paramètres {σ, m} :  $\mu(x) = \exp \left( -\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} \right)$ .

c. La fonction trapézoïdale :

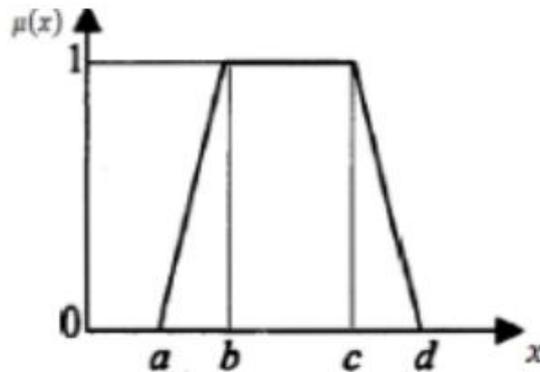


FIGURE III- 4 : FONCTION TRAPEZOÏDALE [32]

La fonction trapézoïdale est définie par quatre paramètres {a, b, c, d} :

$$\mu(x) = \text{Max} \left( \min \left( \frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{c-x}{c-d}, 0 \right), 0 \right),$$

d. La fonction sigmoïde :

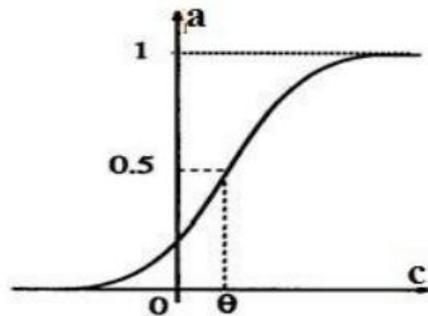


FIGURE III- 5 : FONCTION SIGMOÏDALE [32]

La fonction sigmoïdale est définie par deux paramètres {a, c} :  $\mu(x) = \frac{1}{1+\exp(-a(x-c))}$

◆

◆ Caractéristiques d'un sous ensemble flou :

Un sous-ensemble flou est complètement défini par la donnée de sa fonction d'appartenance, à partir d'une telle fonction un certain nombre de caractéristiques du sous-ensemble peuvent être étudiée.

Une fois que le sous-ensemble flou A de X est définie par sa fonction d'appartenance, une étude peut être faite sur les caractéristiques de ce même sous ensemble.

Ses caractéristiques sont les suivant :

- Noyau

C'est l'ensemble de tous les éléments qui appartiennent au sous-ensemble, il est noté  $\text{Noy}(A)$  :

$$\text{Noy}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 1\}$$

- Support

C'est l'ensemble de tous les éléments qui appartiennent au sous-ensemble  $A$  de  $X$  au moins un petit peu, il est noté  $\text{Supp}(A)$  :

$$\text{Supp}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$$

- Hauteur

C'est la valeur maximal atteinte sur le support de sous ensemble  $A$  de  $X$ , si  $\underline{h}(A) = 1$  alors le sous ensemble est normalisée.

Elle est noté  $\underline{h}(A)$  :

$$\underline{h}(A) = \sup_{x \in X} \mu_A(x) \quad [33]$$

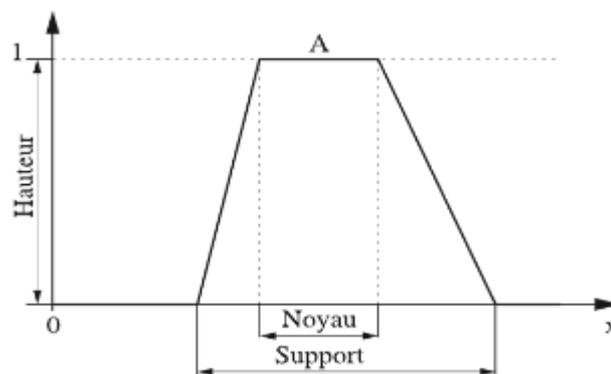


FIGURE III- 6 : REPRESENTATION DES CARACTERISTIQUES D'UN SOUS- ENSEMBLE FLOUE

### III.1.6 Les opérateurs flous : [33]

Si on suppose que  $A$  et  $B$  sont deux ensembles flous dans un ensemble de référence  $U$ , il reste un certain nombre de propriétés valables dont :

La commutativité, l'associativité, la distributivité, l'idempotence, l'identité, l'involution, la transitivité, le théorème de Morgan, l'absorption.

- **T-normes :**

La théorie des ensembles flous donne une très large gamme d'opérateurs différents qui peuvent être utilisés pour l'intersection, ils s'appellent T-normes.

Les opérateurs les plus importants pour l'intersection sont :

- Opération min :

$$\min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

- Produit algébrique :

$$(\mu_A(x) \cdot \mu_B(x))$$

- Produit borné :

$$\max(0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1)$$

- Produit drastique :

$$\begin{cases} \mu_A(x) & \text{si } \mu_B = 1 \\ \mu_B(x) & \text{si } \mu_A = 1 \\ 0 & \text{si } \mu_A \cdot \mu_B < 1 \end{cases}$$

- Produit d'Einstein

$$\frac{\mu_A(x)\mu_B(x)}{2 - [(\mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x))]}$$

- Produit d'Hamacher

$$\frac{\mu_A(x)\mu_B(x)}{(\mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x))}$$

### ○ T-conormes

Pour l'union de deux sous-ensembles floue, nous utilisons les T-conormes ou S-normes. En reprenant la notation du paragraphe précédent, la fonction d'appartenance de l'union de deux sous-ensembles flous sera notée comme  $\mu_{A \cup B}(x)$ .

- Opérateur max :

$$\max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

- Somme algébrique :

$$\mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$$

- Somme borné :

$$\min(1, \mu_A(x) + \mu_B(x))$$

- Somme drastique :

$$\begin{cases} \mu_A(x) & \text{si } \mu_B = 0 \\ \mu_B(x) & \text{si } \mu_A = 0 \\ 1 & \text{si } \mu_A \cdot \mu_B > 0 \end{cases}$$

- Somme d'Einstein :

$$\frac{\mu_A(x) + \mu_B(x)}{1 + (\mu_A(x)\mu_B(x))}$$

- Somme d'Hamacher :

$$\frac{\mu_A(x) + \mu_B(x) - 2\mu_A(x)\mu_B(x)}{1 - \mu_A(x)\mu_B(x)}$$

- Somme disjonctive :

$$\max(\min \mu_A(x), 1 - \mu_B(x)), \min (1 - \mu_A(x)\mu_B(x)))$$

➤ **Opérateur et floue ou floue :**

a. *L'union :*

L'intersection (l'union) des sous ensemble A et B de X, est le sous-ensemble floue constitué des éléments de X affectés du plus grand des deux degrés d'appartenance  $\mu_A$  et  $\mu_B$ . Il est noté par  $B \cup A$  :

$$\mu_{B \cup A}(X) = \max(\mu_B(x), \mu_A(x))$$

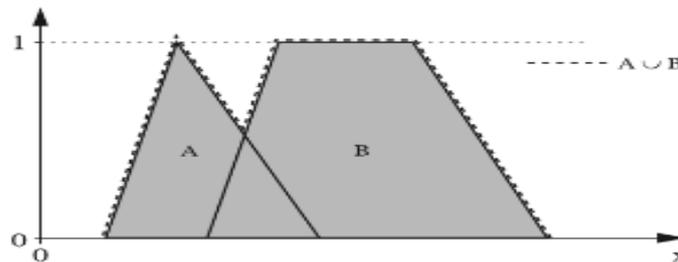


FIGURE III- 7 : REPRESENTATION GRAPHIQUE D'OPERATEUR MAX [33]

b. *L'intersection :*

L'intersection (l'union) des sous ensemble A et B de X, est le sous-ensemble floue constitué des éléments de X affectés du plus grand des deux degrés d'appartenance  $\mu_A$  et  $\mu_B$ . Il est noté par  $B \cup A$  :

$$\mu_{B \cup A}(X) = \max(\mu_B(x), \mu_A(x))$$

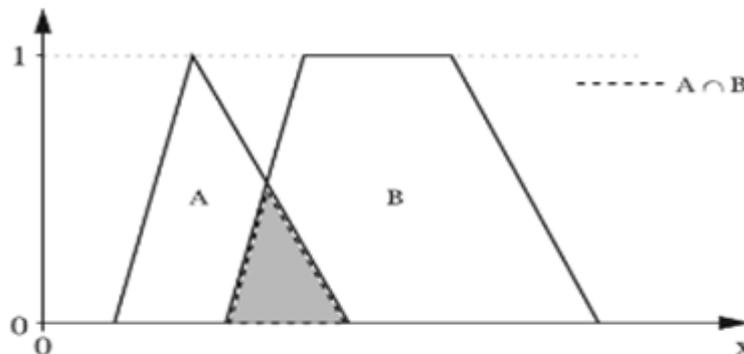


FIGURE III- 8 : REPRESENTATION GRAPHIQUE D'OPERATEUR MIN[33]

### c. Le complément :

Le complément de A, est généralement note  $\bar{A}$ , il est défini au moyen de la fonction d'appartenance :

$$x \in U \forall \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

### III.1.7 Procédure de raisonnement flou :

Pour mieux comprendre le raisonnement de la logique flou allons d'abord revoir le raisonnement de la logique classique, dans cette logique tous les raisonnements sont de la forme :

$$\begin{cases} \text{si } p \text{ alors } q \\ \text{si } p \text{ vrais alors } q \text{ vrais} \end{cases}$$

Alor qu'en logique floue le raisonnement se base sur des règles floues qui sont exprimées avec des variables linguistiques dont nous avons définie précédemment.

Donc chaque règle floue aura la forme suivante avec A, B et C des ensembles flous [31]:

$$\text{Si } x \in A \text{ et } y \in B \text{ alors } z \in C$$

Chaque règle est définie par deux parties [35] :

- Partie antécédente (condition), représente la description de l'état du système, exprimée par **Si...**
- partie conséquente (résultat), exprime l'action qui doit être exécuté, exprimée par **...alors...**

Le raisonnement flou est approximatif c'est-à-dire que plus condition sur l'entrée est vraie plus l'action souhaitée sur les sortie doit être respecté.

### III.1.8 Structure général d'un système flou :

Chaque structure d'un système basé sur la logique floue est composé de quart block principal sont :

- La base de connaissance (base de données et base de règles)
- Block de la logique de prise de décision ou le moteur d'inférence des opérations sur les règles.
- La fuzzification

- La défuzzification

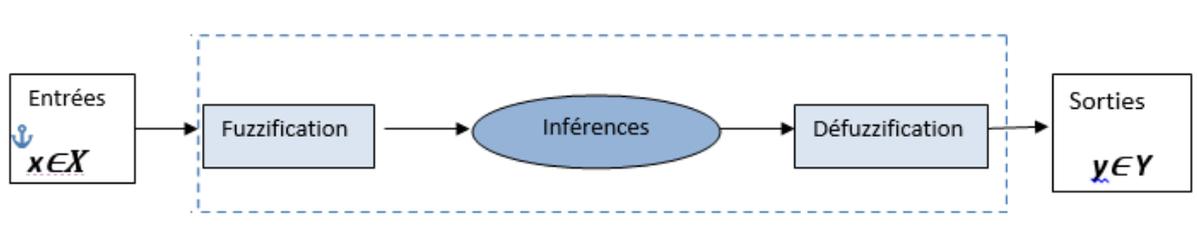


FIGURE III- 9 : STRUCTURE GENERAL D'UN SYSTEME BASE SUE LA LOGIQUE FLOUE.

◆ Fuzzification :

La fuzzification des variables est une phase délicate de la logique floue, elle consiste à la quantification floue de la valeur réelle

C'est-à-dire que le système à logique floue nous permet de traiter les variables d'entrées floues mais qu'il fournit également des résultats sous forme de variables floues.



FIGURE III- 10 : SCHEMA EXPLICATIFS DE LA FUZZIFICATION.

Cette opération est généralement réalisée de manière itérative et requiert de l'expérience, pour pouvoir la réaliser il faut connaître : l'univers du discours, un intervalle en classe floue de cet univers, et la fonction d'appartenance de chaque classe.

◆ Inférences floues :

C'est un processus de connexion entre les variables linguistiques (variables d'entrées et de sortie), basé sur les règles linguistiques citées précédemment, les systèmes d'inférences les plus connus sont : **Mamdani**, **Takagi-sugeno**, ils sont utilisés en classification et en prédictions.

❖ System Mamdani :

Le système de **Mamdani** est parmi les premiers systèmes basés sur les théories des ensembles flous, c'est aussi la méthodologie la plus couramment utilisée. C'est en 1975 que **Ebrahim Mamdani** a proposé la première étude basée sur l'article de **P. Zadeh** dans le but de contrôler une série de machines à vapeur en synthétisant un ensemble de règles obtenues grâce aux experts.

Dans le modèle de **Mamdani**, la conjonction (des antécédents) est usuellement interprétée par l'opération min et la disjonction (des règles) comme le max, appelée la méthode max-min, Selon cette méthode le t-norme et la t-conorme sont définies de la manière suivante : [36]

t-norme :  $A \cap B(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$

t-conorme :  $\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$

Pour calculer la sortie dans le système d'inférence floue selon **Mamdani** il faut suivre les étapes suivantes :

- Déterminer un ensemble de règles floues.
- Transformer l'entrée réelle en entrée floue grâce à la fonction d'appartenance
- Combiner les entrées floues selon les règles floues pour établir la force de la règle
- Combiner la force de la règle et la fonction d'appartenance pour déterminer le conséquent.
- Combiner les conséquents afin d'obtenir la distribution de sortie

Pour finir la distribution de donnée va être défuzzifiée.

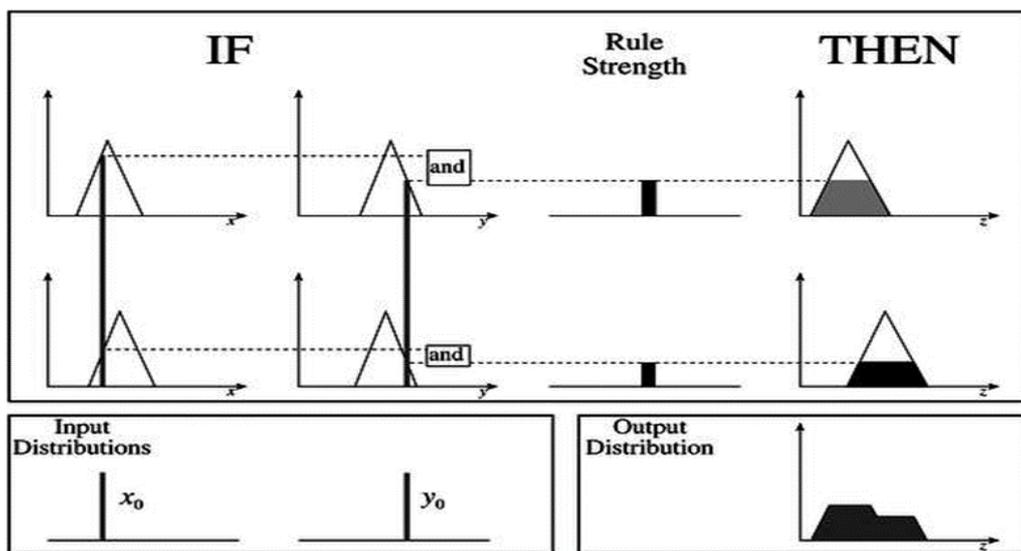


FIGURE III- 11SCHEMA D'UN SYSTEME D'INFERENCE MAMDANI[37]

❖ *Système d'inférence takagi-sugeno :*

Ce modèle a été proposé par **Takagi Sugeno** et **Kang** en 1985. Ces systèmes utilisent des fonctions linéaires des variables d'entrée comme règles conséquentes afin de développer une méthode systématique de génération automatique de règles à partir de base de données.

Le format de cette méthode est donné comme -

$$R_i : \text{si } x_i \text{ est } A_k \text{ Alors } Y_i^k = P_d^k(x), \quad k = 1, \dots, r \quad [36]$$

- $R_i$  dénote la  $i$ -ème règle du modèle,
- $r$  est le nombre de règles que contient la base de règles,
- $x \in \mathfrak{R}^p$  est la variable d'entrée (antécédent).
- $y \in \mathfrak{R}$  est la variable de sortie (conséquent).
- $P_d^k(x)$  Désigne un polynôme de degré  $d$  en les composantes  $x_i$

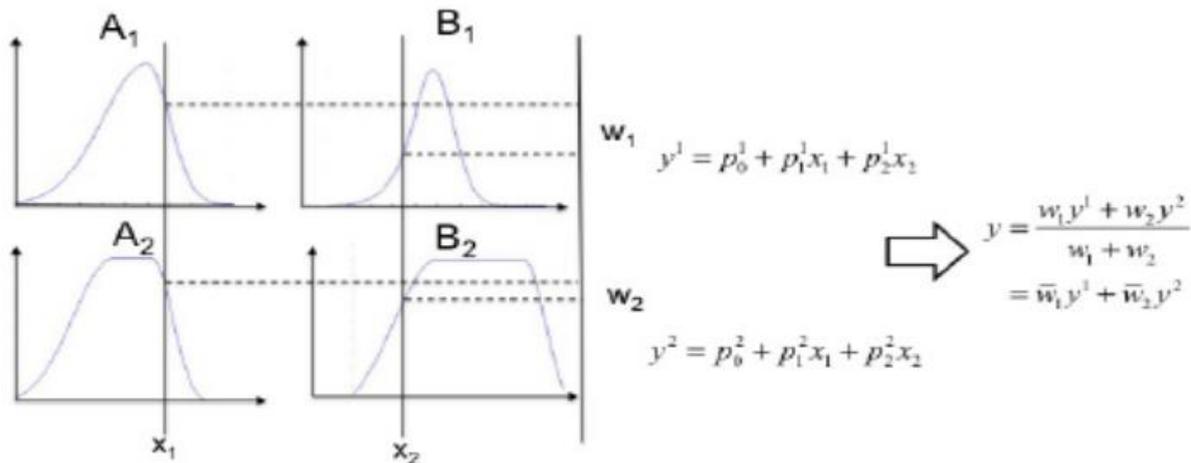


FIGURE III- 12 : SCHEMA D'UN SYSTEME D'INFERENCE TAKAGI-SUGENO [38]

### ◆ Défuzzification :

Comme son intitulé l'indique c'est la méthode inverse de la fuzzification ; elle consiste à transformer un sous-ensemble flou de sortie en une variable réelle qui permette la commande du système.

Plusieurs méthodes permettent de la défuzzification. Nous allons brièvement présenter les deux principales : la méthode moyenne des maxima (MM) et la méthode du centre de gravité (COG).

- la méthode moyenne des maxima (MM) : c'est la moyenne des maximums des valeurs de sortie

Elle est donnée par l'expression :  $CG = \frac{\int_S y \cdot dy}{\int_S dy}$

- la méthode du centre de gravité (COG) : Elle définit la sortie comme correspondant à l'abscisse du centre de gravité de la surface de la fonction d'appartenance caractérisant l'ensemble flou issu de l'agrégation des conclusions (32).

Elle est donnée par l'expression :  $CG = \frac{\int_S y \cdot \mu(u) \cdot dy}{\int_S \mu(u) \cdot dy}$

### **III.1.9 Conclusion :**

La logique floue est devenue un moyen technique très répandu dans le domaine d'informatique. Elle a réussi de prouver sa capacité de résolution non seulement des problèmes liés aux applications industrielles tel que les systèmes de commande et de réglage, mais aussi dans tous les domaines qui nécessitent une décision approximative ; le diagnostic psychologique à titre d'exemple.

Le but essentiel de l'utilisation de la logique floue est de rendre la machine capable de capturer l'impression de processus de raisonnement humain à travers des règles linguistiques spécifiques au système utilisé.

CHAPITRE IV

RÉSULTAT

ET

INTERPRÉTATION

### **IV Introduction :**

L'objectif de notre projet est de réaliser un outil du diagnostic automatique du stress psychologique, ceux-ci pour donner aux psychologues un moyen digital, qui est à la fois rapide et efficace pour garantir un bon déroulement d'une séance d'entretien, cela à travers un raisonnement intelligent permettant une évaluation direct d'état, tout ça en fournissant au patient un environnement compatible avec son quotidien, sans perdre du temps en passant les tests manuellement.

Le travail est en cours de développement, nous avons effectué la première partie qui est l'automatisation avec un programme intelligent basé sur des réseaux neuronaux artificiels, par le biais d'un langage de programmation évolué qui est : Matlab.

Dans cette partie, nous allons voir une présentation rapide des outils utilisés pour réaliser ce travail ; puis nous allons passer à la méthodologie adoptée pour cela, enfin, nous terminerons par une conclusion analytique du sujet.

#### **IV.1 Présentation de l'outil de programmation :**

MATLAB est un langage performant pour le calcul technique. Il intègre le calcul, la visualisation et la programmation dans un environnement facile à utiliser où les problèmes et les solutions sont exprimés dans une notation mathématique familière.

[39] L'utilisation typique de Matlab comprend : les maths et le calcul, développement d'algorithmes, modélisation, simulation et prototypage, analyse, exploration et visualisation des données, et le développement d'applications, y compris la création d'interface utilisateur graphique.

Matlab est une appellation composée de deux parties : Mat qui signifie matrix et lab qui signifie laboratory en anglais. Cette laboratoire matricielle propose une famille de solutions spécifiques aux applications appelées boîtes à outils (toolboxes), ces derniers sont la première chose à connaître pour les utilisateurs de cet environnement. [40] Les boîtes à outils permettent l'apprentissage et l'application des une technologie spécialisée à travers la résolution des classe particulière des problèmes.

Les domaines dans lesquels les boîtes à outils sont disponibles incluent le traitement du signal, les systèmes de contrôle, les réseaux neuronaux, la logique floue, les ondelettes, la simulation et bien d'autres.

Dans notre programme, nous avons utilisé un toolbox qui est celui des réseaux neuronaux.

#### **IV.2 Mécanisme et méthodologie de la collecte de la base de données :**

### IV.2.1 Partie 1 : Choix des tests psychologique :

Cette partie du mémoire nous a demandé une connaissance globale de la psychologie, ce qui nous permet de par la suite d'aborder le sujet du stress psychologique et construire une base sur tout ce qui concerne le diagnostic de cet état psychologique auquel une personne est exposée.

Après avoir fait nos recherches bibliographiques ainsi la consultation des psychologues, notre choix est tombé sur deux tests distincts incluent :

- Le test de *Spielberger*
- Le test de *Cohen*

Les deux échelles du stress employées sont des tests validés et utilisés par les spécialistes du domaine afin d'évaluer le stress chez le patient.

#### ❖ L'échelle du stress de Spielberger :

Ce questionnaire a été mis au point par deux professeurs en psychologie (voir chapitre I), son but est de déterminer le degré du stress et d'anxiété.

Le test se divise en deux parties :

#### - A. Stress situationnel

Pour répondre aux questions de cette partie du test, il est demandé à l'individu d'imaginer une situation du stress (cas d'interview d'emploi par exemple), donc il suffit de lire chaque énoncé et de choisir la réponse qui correspond le plus à son état.

Ce qu'il faut savoir c'est qu'il n'y a ni bonne ni mauvaise réponse, alors. Il vaut mieux répondre spontanément aux questions sans perdre le temps en réfléchissant.

- Le test :

N°	Questions	Pas du tout	Un peu	souvent	Beaucoup
1	je me sens calme				
2	Je me sens sûr de moi				
3	Je me sens en sécurité				
4	Je me sens contraint(e)				
5	Je me sens à mon aise				
6	Je me sens bouleversé (e)				
7	Je m'inquiète à l'idée de malheur possible				
8	Je me sens satisfait(e)				
9	J'ai peur				

## Résultats et interprétations

10	Je me sens bien				
11	J'ai confiance en moi				
12	Je me sens nerveux (se)				
13	Je suis agité(e)				
14	Je me sens indécis(e)				
15	Je suis détendu(e)				
16	Je suis content(e)				
17	Je suis inquiet(e)				
18	Je me sens troublé(e)				
19	Je me sens stable				
20	Je me sens dans de bonnes dispositions				

Tableau IV. 1:Questionnaire de Spielberger 'état du stress situationnel'.

- La méthode de calcul :
  - Le tableau (V-2) explique la méthode de correction de la première partie du test de Spielberger

Question (20) الأسئلة	Numéros الرقم	Notation			
		Jamais مطلقا	Un peu أحيانا	Souvent غالباً	Beaucoup كثيراً
Réponses négatives (09) الإجابات السلبية	3, 4, 6, 7, 9, 12, 13, 14 ,17	1	2	3	4
Réponses positives (11) الإجابات الإيجابية	1, 2, 5, 8, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 20	4	3	2	1
Totale المجموع	20				

Tableau IV. 2Le barème du test Spielberger (état situationnelle).

### **-B. Anxiété général**

Idem à la première étape, le patient devait suivre la même procédure en donnant sa réponse, les énoncés visent à évaluer l'anxiété générale.

## Résultats et interprétations

---

- Le test :

N°	Questions	Pas du tout	Un peut	souvent	Beaucoup
1	Je sens que je rend les gens heureux				
2	Je fatigue vite				
3	Je me sens fière				
4	Je voudrais être aussi heureux (se) que les autres				
5	Je perds le contrôle quand je n'arrive pas à gérer une situation				
6	Je me sens paisible				
7	Je suis calme et de sang froid				
8	J'ai l'impression que les difficultés s'accumulent et que je ne pourrais les surmonter				
9	Je m'inquiète vite				
10	Je suis heureux (se)				
11	J'ai des pensées qui me tourmentent				
12	Je manque de confiance en moi				
13	Je me sens en sécurité				
14	J'évite d'affronter les difficultés				
15	Je ne me sens pas à la hauteur				
16	Je suis contenté				
17	Des pensées sans importance me perturbent				
18	Je ressens la de si fortement que je n'arrive pas à l'oublier				
19	Je suis quelqu'un de stable				

## Résultats et interprétations

20	Je suis tendu ou agité dès que je réfléchis à mes soucis et problèmes actuels				
----	---	--	--	--	--

Tableau IV. 3 Questionnaire Spielberger de l'anxiété générale.

- Méthode de calcul

Le tableau (VI-4) explique la méthode de correction de la deuxième partie du teste de Spielberger.

Question (20) الأسئلة	Numéros الرقم	Notation			
		Jamais مطلقا	Un peu أحيانا	Souvent غالبا	Beaucoup كثيرا
Réponses négatives (12) الإجابات السلبية	2,3, 4, 5, 8, 9, 12, 14,15, 17, 18, 20	1	2	3	4
Réponses positives (08) الإجابات الإيجابية	1, 6, 7, 10, 11, 13, 16, 19	4	3	2	1
Totale المجموع	20				

Tableau IV. 4 Le barème du test de Spielberger de 'l'anxiété générale'

- Résultats :

Le tableau (VI-5) suivant permet de connaître le degré de stress des personnes selon les résultats obtenue pour chacune des deux partie du teste de Speilberger :

## Résultats et interprétations

Groupe	Résultats	Degré de stress
1	$0 \leq \text{résultats} < 20$	Aucun stress
2	$20 \leq \text{résultats} < 40$	Stress normal
3	$40 \leq \text{résultats} < 60$	Supérieur à la moyenne
4	$60 \leq \text{résultats} \leq 80$	Stress aigue

Tableau IV. 5 La méthode d'interprétation des tests de Spielberger

### ❖ L'échelle de la gestion du stress de Cohen :

Ce test est constitué de 10 questions qui englobent pensées, sentiments et sensation du patient pendant le dernier mois, ceux-ci pour évaluer le niveau de gestion stress et pouvoir adopter les changements nécessaires. Afin d'obtenir les meilleurs résultats, il est conseillé de bien réfléchir aux derniers événements passés avant de faire le test, ensuite, tout comme le teste de *Speilberger* il faut répondre le plus spontanément possible, on cochant une seule réponse par question en indiquant à quelle fréquence il s'est senti(e) stressé ou est pensé de la façon décrite au cours du dernier mois.

#### • Le test

Questions	Jamais	Presque jamais	Parfois	Assez souvent	Souvent
1-Au cours du dernier mois combien de fois, avez-vous été dérangé(e) par un événement inattendu ?					
2-Au cours du dernier mois combien de fois vous a -t-il semblé(e) difficile de contrôler des choses importantes dans votre vie ?					
3-Au cours du dernier mois combien de fois vous êtes-vous senti(e) nerveux (se) ou stressé(e) ?					
4-Au cours du dernier mois combien de fois vous êtes-vous senti (e) confiant (e) à prendre en main vos					
5- Au cours du dernier mois combien de fois avez-vous senti (e) que les choses allaient comme vous le vouliez ?					

## Résultats et interprétations

6-Au cours du dernier mois combien de fois avez-vous pensé (e) que vous ne pouviez pas assumer toutes les choses que vous deviez faire ?					
7-Au cours du dernier mois combien de fois avez-vous été capable de maîtriser votre énervement ?					
8-Au cours du dernier mois combien de fois avez-vous senti (e) que vous dominiez la situation ?					
9-Au cours du dernier mois combien de fois vous êtes senti (e) irrité (e) parce que des événements échappaient votre contrôle ?					
10- Au cours du dernier mois combien de fois avez-vous trouvé (e) que les difficultés s'accumulaient à un tel point que vous ne pouviez les contrôler ?					

Tableau IV. 6 : questionnaire de Cohen (gestion du stress)

- **Méthode de calcul : 'Gestion du stress'**

Le tableau (VI-7) explique la méthode pour calculer le niveau de gestion du stress chez les personnes en utilisant là l'échelle de Cohen

Question (10) الأسئلة	Numéros الرقم	Notation				
		Jamais مطلقا	Presque jamais نادرا	Parfois أحيانا	Assez souvent غالبا	souvent دائما
Réponses négatives (12) الإجابات السلبية	1, 2, 3, 6, 9, 10	1	2	3	4	5
Réponses positives (08)	4, 5, 7, 8,	5	4	3	2	1

## Résultats et interprétations

الإجابات الإيجابية						
Totale المجموع	20					

Tableau IV. 7 Barème du test de Cohen

### • Résultat :

Le tableau (VI-8) explique le degré de la gestion du stress des personnes selon les résultats obtenue du test

Groupe	Résultats	Degré de stress
1	Résultats < 21	Très bonne gestion du stress
2	21 ≤ résultats ≤ 26	Bonne gestion du stress
3	27 ≤ Résultats	Mauvaise gestion du stress

Tableau IV. 8 : méthodes d'interprétation des résultats du test de Cohen

### ◆ Partie 2 : Préparation de la base de donnée :

Nous avons préparé un formulaire électronique, pour garantir une bonne organisation des données. Le formulaire était réalisé en respectant le même enchaînement des tests proposés précédemment.

En raison de crédibilité du formulaire, une partie est ajoutée au début qui demande des informations personnelles des individus inclus : le genre, l'âge, la profession, et la présence d'un traumatisme ou une maladie chronique.

Ces informations particulière nous aide la former une étude statistique sur les catégories visée par ce questionnaire, ainsi son importance en thème de diagnostic qui est ce que nous concerne le plus.

Nous avons réalisé le formulaire d'une façon souple et pratique pour qu'il soit dispatché le plus vite possible et pour qu'il atteint le plus grand nombre de personnes possible ; puisque la situation de la pandémie (COVID-19) nous a limité notre mobilisation, on a essayé de diversifier les catégories des gens concerner par le test en partageant le lien sur les différentes Platform de communication à l'aide de nos collègues, notre environnement proche et nos professeurs d'université.

**Remarque :** le documents sera accompagné d'un support qui contient une version PDF du formulaire plus le lien qui la correspond et cela avec les deux langues (arabe et français).

## Résultats et interprétations

- Résultat :

Grace à ce lien nous avons obtenu 155 réponses (92 en français et 63 en arabe), comprenant : 43.2% d'hommes et 56.8% de femmes, ayant une moyenne d'âge de 27 ans.

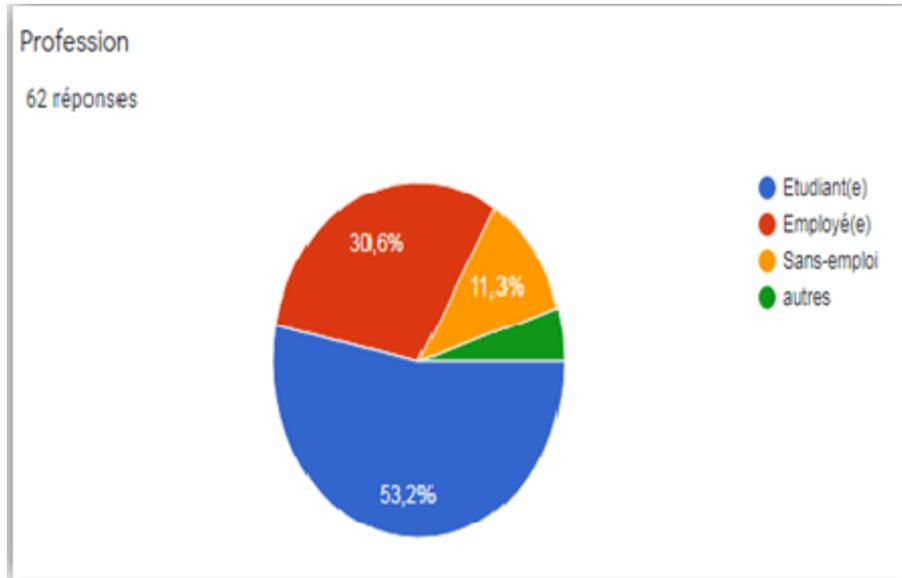


FIGURE IV 1 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS SELON LA PROFESSION 'ARABE'

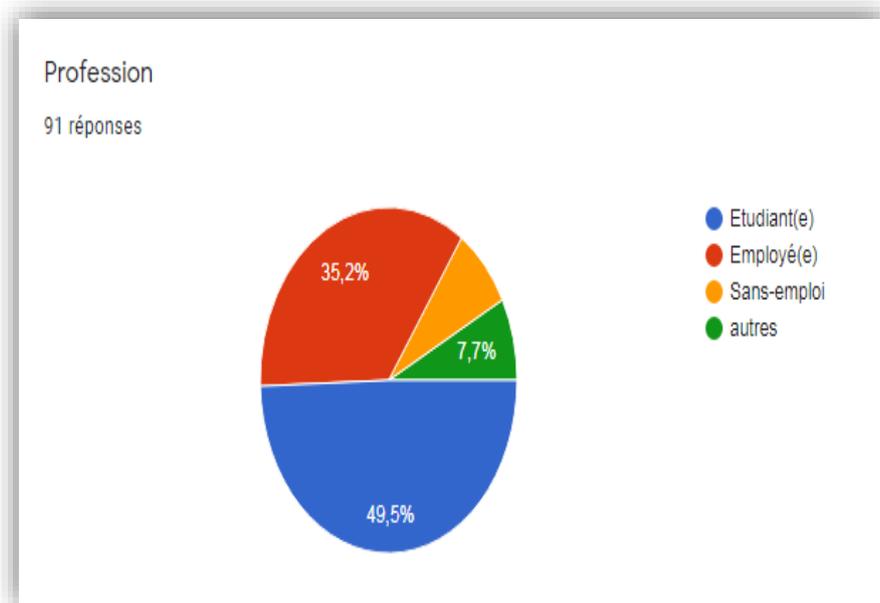


FIGURE IV 2: REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS SELON LA PROFESSION 'FRANÇAIS'

D'après les données recueillies des tests, nous pouvons remarquer que la majorité des participants sont des étudiants, et cela est dû au premier lieu à la nature de notre environnement et

## Résultats et interprétations

en deuxième lieu à la situation actuelle de santé qui nous a malheureusement empêché de faire notre stage et d'être en contact avec les différentes tranches de la société tel que les retraitées et les patients hospitalisés.

souffrez-vous d'une maladie chronique ou d'un traumatisme psychologique ?

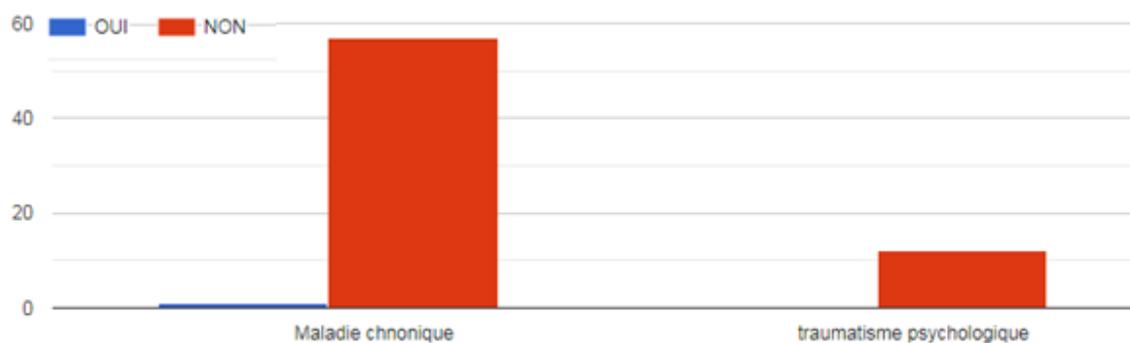


FIGURE IV 3: REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS SELON LA PRESENCE D'UN TRAUMATISME OU UNE MALADIE CHRONIQUE 'ARABE'

souffrez-vous d'une maladie chronique ou d'un traumatisme psychologique ?

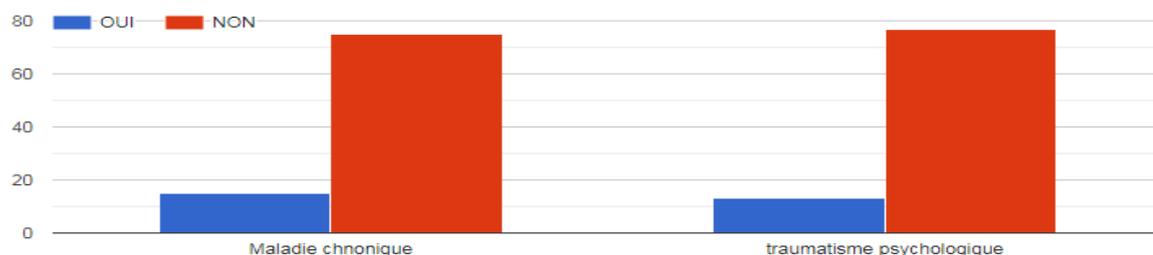


FIGURE IV 4 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS SELON LA PRESENCE D'UN TRAUMATISME OU D'UNE MALADIE CHRONIQUE 'FRANÇAISE'

La crédibilité des résultats des trois tests était garantie par un psychologue en utilisant des outils d'analyse statistique tel que le logiciel **SPSS**.

Cette étape est très importante, car elle nous fournit une base qui nous assure un bon départ pour la réalisation des prochaines étapes.

### ◆ Interprétation des résultats :

On remarque que moins de 20% du panel souffre de maladies chroniques ou de traumatisme psychologiques. Cela reste parfaitement logique puisque la majorité des participants ont moins de 30 ans.

L'objectif du travail consiste à introduire la base de données qui contient la séquence des réponses et le résultat correspondant dans un réseau de neurone, nous appliquons le modèle d'un perceptron multi couche (PMC). Une partie de 100 échantillons est consacré pour l'apprentissage, et le reste est pour le test.

*Remarque* : nous avons effectué d'autres essais avec une base d'apprentissage qui comprend 70 échantillons afin de comparer les résultats de cette dernière avec la précédente et pouvoir arrivé à un réseau satisfaisant.

### IV.2.2 Le principe du perceptron multi couche.

Dans le cas du PMC, on utilise un apprentissage supervisé par l'algorithme de rétropropagation du gradient d'erreur.

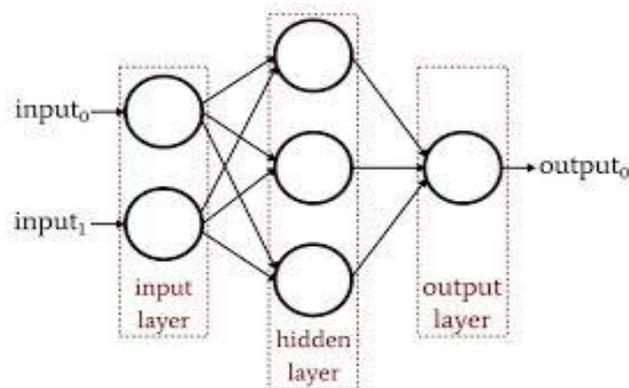


FIGURE IV.5: MULTI-LAYER PERCEPTRON.

Comme la figure IV.5 le montre ; chaque nœud de la première couche reçoit une entrée, ensuite, la sortie de la première couche est transmise à la deuxième couche, dont les résultats sont transmis à la couche de sortie finale constituée d'un seul neurone.

On ne peut pas choisir le poids  $w$  ou le biais  $b$  dès le début ; donc on va les prendre d'une façon aléatoire, et laisser le soin à l'ordinateur d'ajuster ces paramètres d'une manière à minimiser les erreurs produites dans la sortie.

Dans notre cas, les entrées sont les repenses introduites ayant la numérotation (1, 2, 3, 4, et 5). Le processus d'ajustement s'effectue pendant que l'ordinateur traite les digits. De cette façon l'apprentissage se fait en comparant le résultat obtenu avec celle qui est désiré, ceux-ci avec des petites étapes, mais malheureusement, le perceptron ne montre pas ce processus car un perceptron vaut 0 ou 1 et c'est un grand saut pour l'entraînement. Donc la solution est d'avoir une fonction qui

passé progressivement de 0 à 1 sans discontinuité. Mathématiquement, cela signifie que nous avons besoin d'une fonction continue qui nous permet de calculer la dérivée.

Cette fonction continue est appelée 'fonction d'activation', il y a une large gamme de fonctions dédiées à ce type d'algorithmes, et la différence entre elles, prend lieu selon les caractéristiques et l'application dont elles y sont appliquées.

Ce qui concerne notre modèle, nous avons choisi deux fonctions d'activation :

### 1. la fonction tangente-sigmoïde :

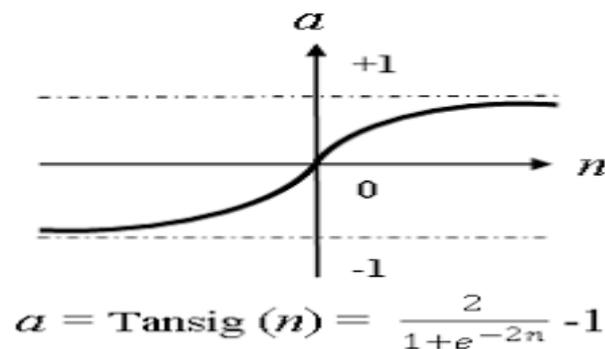


FIGURE IV 6: REPRESENTATION DE LA FONCTION TANGENTE-SIGMOÏDE

### 2. la fonction Purelin :

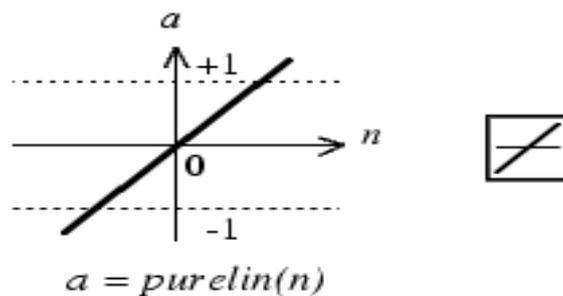


FIGURE IV 7: REPRESENTATION DE LA FONCTION PURELIN.

Comme nous avons mentionné précédemment, les PMC apprennent grâce à un processus appelé rétropropagation, il est considéré comme un moyen qui corrige progressivement les erreurs dès qu'elles sont détectées. Les signaux du réseau se propagent dans un sens, de l'entrée à la sortie du réseau. Aucune interconnexion latérale n'est présente et aucun signal latéral ne circule.

[41] Il est possible de calculer l'erreur de prédiction. L'intuition clé pour le retour en arrière est de propager l'erreur et d'utiliser un algorithme d'optimisation approprié, tel qu'une descente de

gradient, pour cet objectif, nous avons utilisé la fonction ‘*trainlm*’ ; [42] *trainlm* est une fonction d'entraînement d'un réseau qui met à jour les valeurs de poids et de biais selon l'optimisation de Levenberg-Marquardt.

*Trainlm* est souvent l'algorithme de rétropropagation le plus rapide de la boîte à outils (*toolboxes*), et il est fortement recommandé comme algorithme supervisé de premier choix, bien qu'il nécessite plus de mémoire que les autres algorithmes.

Nous avons appliqué le même modèle pour chacun des trois tests ainsi que le test final qui englobe les trois précédents.

### IV.2.3 Le principe de classification.

Le système de reconnaissance appliqué se repose sur deux phases principales : une phase d'apprentissage et une phase de test.

Cela nécessite une décomposition de la base de données en deux :

Base d'apprentissage : contient 100/70 échantillons.

Base de test : contient 54/84 échantillons.

La première couche du perceptron utilisé, contient 20 entrées qui correspondent aux 20 questions de la première et la deuxième partie du test de ‘Spielberger’. Le patient va introduire ses repenses, ces derniers vont être représenté par leurs chiffres (de 1 à 4) selon le barème précisé précédemment. (Voir tableau IV.2, IV.4).

La couche cachée, contient 6 neurones pour un premier model à effectuer, puis il aura une variation de ce nombre jusqu'à l'obtention d'un réseau performant.

La dernière couche qui est la couche de sortie, contient évidemment un seul neurone qui correspond au résultat du diagnostic correct selon la méthode précisée dans le (tableau IV.4)

Un nombre maximum de 1000 itérations est fixé pour chaque entrainement effectué, afin d'éviter l'arrêt de ce dernier avant l'accomplissement du processus.

La figure ci-dessous représente la courbe d'apprentissage d'un classifieur ayant une bonne convergence avec une architecture de : [20 ; 8 ; 1].

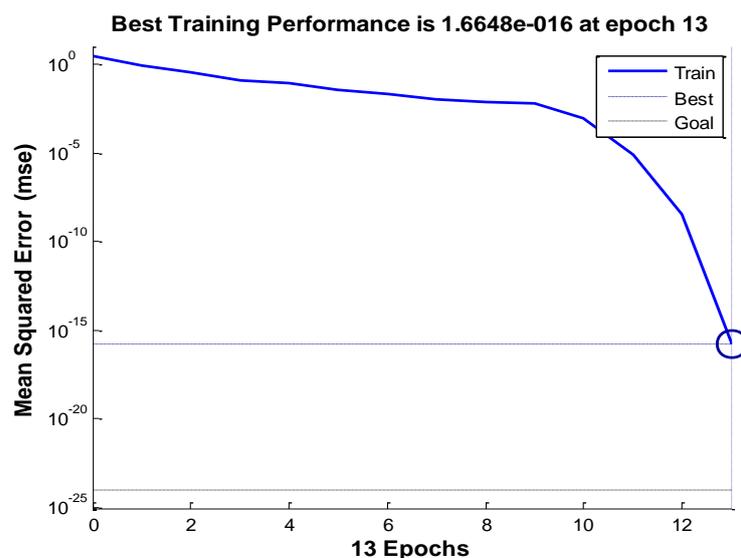


FIGURE.IV.8. COURBE D'APPRENTISSAGE UN CLASSIFIEUR « CSS10 »

Notre objectif est d'avoir un apprentissage, dont il peut converger vers le résultat le proche à ce que nous désirons.

Les performances de chaque classifieur sont calculé par :

- (Er) : le taux d'erreur.
- (cc1) : le taux de classification.
- (ccf) : le nombre des cas classifiés incorrects (faux).
- (ccc) : le nombre des cas classifiés corrects.

Les tableaux suivants représentent les performances des meilleurs classifieurs obtenue à chaque changement du nombre de neurones de la couche caché.

- *A. Test de spielberger partie du stress situationnel.*

\*CSS : classifieur du stress situationnel.

54 échantillons

<i>CLASSIFIE</i>	N	Er	cc1	ccf	ccc
<i>UR</i>					
<i>CSS1</i>	5	0,21	79.6	11	43
<i>CSS2</i>	<b>6</b>	<b>0,16</b>	<b>90,74</b>	<b>5</b>	<b>49</b>
<i>CSS3</i>	8	0,17	85,18	8	46
<i>CSS4</i>	9	2,07E-15	75.92	13	41

## Résultats et interprétations

CSS5	10	1,1E-12	77.77	12	42
<i>84 échantillons</i>					
CSS6	4	0.19	79.76	17	67
CSS7	9	4,90E-14	65.47	29	55
CSS8	10	1,50E-19	70.23	25	59
CSS9	11	8,73E-16	75	21	63
CSS10	8	1.166E-16	72	15	39

Tableau IV. 9 : les performances des classifieurs du premier test

Les exemples des classifieurs utilisés dans cette épreuve ont donné une bonne reconnaissance avec des taux de classification satisfaisants allant de 65 jusqu'à 90%.

D'après le tableau, il est clair que la taille de la base de données du test n'a pas influencé les performances des classifieurs, tous les deux ont donné des résultats qui appartiennent au même intervalle.

Nous constatons également que le classifieur nommé « CSS3 » qui a la configuration [20 ; 6 ; 1], représente des performances optimales, où le taux de classification est égale à 90.74% et le nombre des cas considéré faux est de 5 parmi 54 cas.

- *B. Test de spielberger partie de l'anxiété générale.*

\*CAG : classifieur anxiété générale.

<i>54 échantillons</i>					
<i>Classifieur</i>	N	Er	CCC	CCF	CC1
<i>CAG1</i>	4	3,80E+00	37	17	66,0714
<i>CAG2</i>	5	7,65E-12	38	16	67,8571
<i>CAG3</i>	8	2,59E+00	42	12	75
<i>84 échantillons</i>					
<b><i>CAG4</i></b>	<b>3</b>	<b>0,193E-24</b>	<b>23</b>	<b>61</b>	<b>75</b>
<i>CAG5</i>	5	3,66E-14	29	55	65.47
<i>CAG6</i>	6	2,08E-19	25	59	70.23
<i>CAG7</i>	7	7.52E-16	21	63	75
<i>CAG8</i>	8	1.19E-14	23	61	69.85

Tableau IV. 10 : les performances des classifieurs du deuxième test

Le changement des architectures des classifieurs nous a permis d'obtenir une gamme pertinente des modèles de reconnaissance.

## Résultats et interprétations

D'après les mesure des performances effectuées, nous remarquons que le taux de classification de plus élevé est celui du classifieur « CGA4 » qui est égale à 75% avec un taux d'erreur parfait égale à  $0.193E-24$ .

- *C. Test de Cohen de la gestion du stress.*

Cette partie d'étude s'intéresse à évaluer la gestion du stress chez le patient, donc le rôle du classifieur dans ce cas-là est de choisir parmi un ensemble fini de classe celui qui est le plus pertinent.

La première couche du perceptron utilisé, contient 10 entrées qui correspondent aux 10 questions du questionnaire de la gestion du stress de 'Cohen', la sortie renvoie une seule repense numérique considéré comme un diagnostic pour cette partie.

Les résultats des tests effectués sont représentés dans le tableau suivant :

\*CGS : classifieur de la gestion du stress

<i>54 échantillons</i>					
<i>CLASSIFIEUR</i>	N	Er	Cc1	ccf	ccc
<i>CGS1</i>	3	0,03	85.45	6	48
<b><i>CGS2</i></b>	<b>5</b>	<b>0,03</b>	<b>90.90</b>	<b>4</b>	<b>50</b>
<i>CGS3</i>	6	0.03	85.45	7	47
<i>CGS4</i>	9	3,34E-08	76.36	12	42
<i>84 échantillons</i>					
<i>CGS5</i>	4	0,02	89.41	8	76
<i>CGS6</i>	5	0,03	87.05	10	74
<i>CGS7</i>	10	1,32E-07	72.94	22	62
<i>CGS8</i>	11	4,70E-17	82.35	14	70

**Tableau IV. 11** : les performances des classifieurs du troisième test.

Les résultats obtenus pour ce test représentent un ensemble des modèle de diagnostic automatique qui conforme à ce que nous pouvons attendre.

Le tableau ci-dessus illustre des bonnes performances en termes de taux de classification, nous observons que le classifieur « CGS2 » représente le meilleur rendement  $cc1 = 90.90\%$  avec un minimum des cas classifié faux (4/54).

- *D. Diagnostic du stress général.*

Cette partie consiste à créer un classifieur qui combine les trois autres classifieurs des tests précédents.

## Résultats et interprétations

La réalisation de cette étape a nécessité l'intervention d'un psychologue, afin d'obtenir un diagnostic générale pour chaque individus du panel.

Les règles d'apprentissage générés se base essentiellement sur les scores totale de chaque questionnaire, et en prenant en considération l'expertise du psychologue et les informations additionnelles inscrites par le patient (l'âge, traumatisme...etc.)

Le tableau ci-dessous montre dans quelques exemples la méthodologie suivie :

Test patient	Test situation de stress	Test2 anxiété générale	Test3 gestion du stress	Diagnostic
1	Aucun stress	Aucun stress	Bonne gestion du stress	N'a pas besoin d'un psychologue
2	Stress normal	Stress normal	Mauvaise gestion du stress	Le cas dépend de ses circonstances de vie et de son environnement
3	Stress normal	Stress supérieure à la moyenne	Bonne gestion du stress	Il peut bénéficier de séance chez de psychologie
4	Stress aigue	Stress normal	Bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
5	Stress aigue	Stress aigue	Mauvaise gestion du stress	il est nécessaire d'aller chez le psychologue

Tableau IV. 12 : Représentations des exemples du diagnostic général.

Concernant l'approche utilisée dans cette partie, nous avons gardé les mêmes paramètres appliqués dans les parties des tests précédents.

Un nombre de trois neurones est utilisé pour la couche d'entrée, cela correspondent aux trois tests effectués précédemment, de tel sort que nous avons pris pour chaque entrée les scores globales obtenue en rependant à chaque questionnaire.

## Résultats et interprétations

Tandis que la de sortie qui représente le diagnostic général défini par le psychologue se compose d'un seul neurone.

Les performances du meilleur classifieur consacré au diagnostic général sont exemplifiées de la manière qui se suit :

\*CDG : classifieur du diagnostic général.

<i>Réseau</i>	<i>N</i>	<i>l'erreur</i>	<i>CCF</i>	<i>CCC</i>	<i>CCI</i>
	<i>neurone</i>				
<b>CDG1</b>	<b>6</b>	<b>0.4788</b>	<b>11</b>	<b>44</b>	<b>80</b>
CDG2	7	0.190	12	43	78
CDG3	8	0.166	13	42	76.36
CDG4	14	0,0669	42	13	76,36
CDG5	15	0,0594	41	14	74,54

Tableau IV. 13 : Représentations des exemples du diagnostic général

Le tableau ci-dessus exprime les différentes performances des classifieurs utilisée pour le diagnostic global. Les meilleures caractéristiques obtenues se sont celles du classifieur « CDG1 » qui représente un taux de classification élevé ;  $cc1= 80\%$ , avec un nombre réduit des classifications incorrectes (11/54).

### **IV.3 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre étude qui s'intéresse à créer des classifieurs à base des RNA capable d'évaluer le stress psychologique.

Nous avons réussi à atteindre des résultats très satisfaisants en terme de taux de classification allant jusqu'à 90 % pour le test de gestion du stress (Cohen), et entre 75 % et 90 % pour les tests d'évaluation du stress (spielberger).

Nous avons conclu notre travail par la création d'un classifieur capable de déterminer la conduite à tenir pour chaque patient selon ces réponses aux questionnaires. Cela est considéré comme un outil qui facilitera le travail des psychologues. Les résultats reçus de ce dernier modèle de reconnaissance abouti à 80 %.

CONCLUSION  
GENERALE

### **Conclusion générale**

Généralement, le domaine de diagnostic des troubles psychologique est difficile à quantifier, car il est reposé sur des visions approximatives, ces derniers sont souvent variables, et cela dépend de plusieurs critères citons : le courant psychologique, la spécialité du psychologue ou bien même son expertise.

Le défi était toujours comment rendre cette discipline en phase avec le progrès technologique (comme celle de la médecine) en introduisant les nouvelles techniques qui reposent sur l'intelligence artificielle.

Pour un début, nous avons commencé par un seul trouble très répandu qui est : « Le stress psychologique », puis nous avons également spécifié une seule méthode de diagnostic qui est le test psychologique sous forme d'un questionnaire.

Nous avons réussi à terminer la première partie de notre système d'automatisation qui était un programme intelligent basée sur les réseaux de neurones. L'apprentissage était bien effectué par la machine, et il a donné des bons résultats.

La première étape consiste à collecter la base de données à travers un formulaire électronique, ce dernier nous a permet d'obtenir un ensemble de plus 150 individus comprend presque toutes les catégories des gens, le groupe prédominant est celui des étudiants, à un taux de plus de 49 %.

La deuxième partie nous a demandé de créer un algorithme d'apprentissage compatible avec l'environnement du développement Matlab. Donc nous avons pris le model d'algorithme du perceptron multicouche, en raison de sa simplicité et efficacité pour des petites ou moyennes bases de données comme la nôtre.

La troisième partie et qui est la plus importante, était consacré à l'entraînement des réseaux neuronaux ; pour cela, nous avons effectué trois réseaux : les deux premiers, c'était pour la partie 1 et la partie 2 du stress de Spielberger tandis que le troisième était pour le test de Cohen, ensuite nous avons fait le test global qui prend les résultats les trois tests précédents et génère une sortie considéré comme un résultat du diagnostic. Le taux des résultats corrects obtenus par chacun des quatre réseaux dépasse le 75%, ce qui est déjà parfait pour une première expérience pour nous dans ce domaine.

La réussite de processus d'entraînement, nous a poussés à chercher à atteindre d'autres buts dans le futur, dont nous permettre de présenter un réseau performant et fiable. Ceux-ci tout en améliorant la base de donnés en terme de qualité et quantité.

## Conclusion générale

---

Le temps était limité par rapport les perceptifs visés par ce projet, l'application de la logique floue était difficile à être réalisé dans les conditions du confinement qui a empêché la fluidité de notre communication, surtout quand il s'agit d'un débat scientifique qui nécessite la présence de plusieurs parties. Et étant donné que c'est une expérience prometteuse, elle demande beaucoup de recherche bibliographique.

RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

## Bibliographie

- [1]. **Jl.Goderroid** *Développement de la psychologie* p 6.101.111. 2008.
- [2]. **Denis Seron** *introduction historique à la psychologie phénoménologique*. 2016-2017.
- [3]. عزيزة عنو. *الفحص النفسي العيادي*. عزيزة عنو. p. 09. 9-25محاضرات في
- [4]. **حماني هدى**. *علم النفس العيادي معهد العلوم الانسانية و الاجتماعية*. حماني هدى. 6.16.22. 2011-2010.
- [5]. **Dominique Servant**. *gestion du stress et anxiété*.p .2007. édition ELSEVIER MASSON N°2
- [6]. **سعاد جبر سعيد**. *ص233 سيكولوجية التفكير و الوعي بالذات*. سعاد جبر سعيد. 2008.
- [7]. <https://www.editions-tissot.fr/actualite/sante-securite/l-origine-de-la-notion-de-stress-le-modele-de-hans-selye-et-le-syndrome-general-d-adaptation>, •. *l'origine de la notion de stress* .
- [8]. <https://www.frcneurodon.org/comprendre-le-cerveau/a-la-decouverte-du-cerveau/le-stress/>,  
•. *a la decouverte du cerveau*.
- [9]. **ةالسيد ماجدة بهاء الدين د.** *الضغط النفسي و مشكلاته و اثر على الصحة النفسية ص*. 20.30.28.
- [10]. **psychomedia.qc.ca**. *augmentation du stress de puis 25ans, qui sont les plus touche* . 2012.
- [11]. **www.leconomiste.com**. *stress chronique au travail : le mal insidieux*. 2015. Edition N°4676.
- [12]. **Daive Myes**. *médecine-science*.p546.537. 2004.
- [13]. **www.unimag.fr**. *type de stress*.
- [14]. **مصطفى, فهي**. *جامعة الشمس*. *بقتباس و اعداد لمقياس تايلور*. *مصطفى, فهي*. s.l. : www.cbatarabia.com.
- [15]. **www.psychologie-ge.ch**. *stress et stress pathologique* . 2012.
- [16]. **www.Psycho.dz.info.spielberger.html**. *teste de spelberger* .
- [17]. **Mabraka, Baiteche. Sadra Bouabdallah**. *Memoir fin de cycle le stress perçu chez 7 cas etudier* .  
s.l. : . www.Atou sante.com.
- [18]. **P.Brigitte**. *la strategie pour faire face au stress negatif* . *www.challenge U2.be*. [En ligne] 2017.
- [19]. **Youcef, Djerir**. *Les Réseaux de Neurones Artificiels*. page3.p7 . 2017.
- [20]. <https://www.frcneurodon.org/comprendre-le-cerveau/a-la-decouverte-du-cerveau/le-neurone.composants-des-neurones>.

## Bibliographie

---

- [21]. <https://www.frcneurodon.org/comprendre-le-cerveau/a-la-decouverte-du-cerveau/le-neurone>
- [22]. <http://www.morere.eu/spip.php?article19>. *Introduction aux Réseaux de Neurones*.
- [23]. Géraud PETITJEAN. INTRODUCTION AUX RESEAUX DE NEURONES
- [24] PHIL KIMMATLAB *Deep Learning: p34. Library of Congress Control Number: 2017944429. 2017*
- [25]. <http://www.morere.eu/spip.php?article19>
- [26]. *perceptronp.24*. <http://master-ivi.univ-lille1.fr/fichiers/Cours/rdf-semaine-8-neurones.pdf>
- [27]. **Claude Rosental** *histoire de la logique floue* .1998. p579.
- [28]. HISTOIRE DE LA LOGIQUE FLOUE UNE APPROCHE SOCIOLOGIQUE DES PRATIQUES DE DEMONSTRATION .<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF03181394.pdf>
- [29]. **Ralph, Chill**. *Logique et theorie des ensembles*, p17. s.l. fzuille universitaire, 2007-2008.
- [30]. **Franck Dernoncourt**. introduction a la logique flou. p7.10. [www.evoisier.fr](http://www.evoisier.fr). 2011.
- [31]. **F. Chevrie, F. Guély**. *la logique floue* . s.l. : cahier technique , 1998 . N°191.
- [32]. **Bouchon, Christophe, Marsala, Bernadette**. *logique flou principe et aide a la décision*. p19.
- [33]. **Godjevac, Jelena**. *idées nettes sur la logique floue*, p19\_\_22.
- [34]. **A.P. JACQUIN, A.Y. SHAMSELDIN**. *Développement de modèles pluviométrie-ruissellement à l'aide des systèmes d'inférence floue Takagi – Sugeno*, p 154 -- 173. s.l. : Journal d'hydrologie , 2006.
- [35]. **Dr. Mohamed Assaad hamada**. *introduction à la commande par logique flou*.
- [36]. [www.tutorialespoint.com](http://www.tutorialespoint.com). *logique floue systeme d'inférence flou* .
- [37]. *journal of intelligent and fuzzy systes*. 2014.
- [38]. *Big data with Keras, cha: a practical overview of propagation*.
- [39] <https://www.youtube.com/watch?v=2C5ALN1FRuU>
- [40]. <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ref/trainlm.html;jsessionid=628562acd30f6cf11436a34b01c1>

## Bibliographie

---

- [41]. **A.hussein.Lafta, Noor Kadhum Ayoub.** *breast cancer diagnostic using genetic fuzzy rules based system.* 2013, Journal of babylone University N°4.
- [42]. <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ref/trainlm.html;jsessionid=628562acd30f6cf11436a34b01c1>

## **Annexes**

### **1. Lien du formulaire :**

[HTTPS://FORMS.GLE/Y6Cci9Y97JfYPJNB9](https://forms.gle/Y6Cci9Y97JfYPJNB9)

### **2. Tableaux des règles d'apprentissage :**

## Annexes

stress situationnel	Anxiété générale	gestion du stress	Mesures à adopter
<b>Aucun stress</b>	Aucun stress	Mauvaise gestion du stress	le cas dépend de ses circonstances de vie et son environnement
<b>Aucun stress</b>	Aucun stress	Bonne gestion du stress	N'a pas besoin de psychologue
<b>Aucun stress</b>	Aucun stress	Très bonne gestion du stress	N'a pas besoin de psychologue
<b>Aucun stress</b>	Stress normal	Mauvaise gestion du stress	le cas dépend de ses circonstances de vie et son environnement
<b>Aucun stress</b>	Stress normal	Bonne gestion du stress	N'a pas besoin de psychologue
<b>Aucun stress</b>	Stress normal	Très bonne gestion du stress	N'a pas besoin de psychologue
<b>Aucun stress</b>	Supérieur à la moyenne	Mauvaise gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Aucun stress</b>	Supérieur à la moyenne	Bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Aucun stress</b>	Supérieur à la moyenne	Très bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Aucun stress</b>	Stress aigue	Mauvaise gestion du stress	il est nécessaire d'aller chez le psychologue
<b>Aucun stress</b>	Stress aigue	Bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Aucun stress</b>	Stress aigue	Très bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Stress normal</b>	Aucun stress	Mauvaise gestion du stress	le cas dépend de ses circonstances de vie et son environnement
<b>Stress normal</b>	Aucun stress	Bonne gestion du stress	N'a pas besoin de psychologue

## Annexes

<b>Stress normal</b>	Aucun stress	Très bonne gestion du stress	N'a pas besoin de psychologue
<b>Stress normal</b>	Stress normal	Mauvaise gestion du stress	le cas dépend de ses circonstances de vie et son environnement
<b>Stress normal</b>	Stress normal	Bonne gestion du stress	N'a pas besoin de psychologue
<b>Stress normal</b>	Stress normal	Très bonne gestion du stress	N'a pas besoin de psychologue
<b>Stress normal</b>	Supérieur à la moyenne	Mauvaise gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Stress normal</b>	Supérieur à la moyenne	Bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Stress normal</b>	Supérieur à la moyenne	Très bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Stress normal</b>	Stress aigue	Mauvaise gestion du stress	il est nécessaire d'aller chez le psychologue
<b>Stress normal</b>	Stress aigue	Bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Stress normal</b>	Stress aigue	Très bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Aucun stress	Mauvaise gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Aucun stress	Bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Aucun stress	Très bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Stress normal	Mauvaise gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Stress normal	Bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Stress normal	Très bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Supérieur à la</b>	Supérieur à la	Mauvaise gestion	il vaut mieux d'aller

## Annexes

<b>moyenne</b>	moyenne	du stress	chez un psychologue
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Supérieur à la moyenne	Bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Supérieur à la moyenne	Très bonne gestion du stress	le cas dépend de ses circonstances de vie et son environnement
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Stress aigue	Mauvaise gestion du stress	il est nécessaire d'aller chez le psychologue
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Stress aigue	Bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Supérieur à la moyenne</b>	Stress aigue	Très bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Stress aigue</b>	Aucun stress	Mauvaise gestion du stress	il est nécessaire d'aller chez le psychologue
<b>Stress aigue</b>	Aucun stress	Bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Stress aigue</b>	Aucun stress	Très bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Stress aigue</b>	Stress normal	Mauvaise gestion du stress	il est nécessaire d'aller chez le psychologue
<b>Stress aigue</b>	Stress normal	Bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Stress aigue</b>	Stress normal	Très bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Stress aigue</b>	Supérieur à la moyenne	Mauvaise gestion du stress	il est nécessaire d'aller chez le psychologue
<b>Stress aigue</b>	Supérieur à la moyenne	Bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue
<b>Stress aigue</b>	Supérieur à la moyenne	Très bonne gestion du stress	il peut bénéficier de séance psychologie
<b>Stress aigue</b>	Stress aigue	Mauvaise gestion du stress	il est nécessaire d'aller chez le psychologue
<b>Stress aigue</b>	Stress aigue	Bonne gestion du stress	il vaut mieux d'aller chez un psychologue

## Annexes

<b>Stress aigue</b>	Stress aigue	Très bonne gestion du stress	le cas dépend de ses circonstances de vie et son environnement
---------------------	--------------	------------------------------	--