

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de 8 Mai 1945 – Guelma -

Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la Matière

Département d'Informatique



**Mémoire de fin d'études de Master**

**Filière :** Informatique

**Option :** Ingénierie de Média (I.M)

**Thème :**

---

**Le Réseau Bayésien pour le diagnostic  
médicale**

---

**Encadré Par :**  
Mme Louafi.W

**Présenté par :**  
Bakouche Hadjer  
Sellaoui Yassamine

**Juin 2017**

# Remerciements

*Nous tenons tous d'abord à remercier dieu qui nous a donné le pouvoir et la volonté pendant 18ans consécutifs jusqu'à ce jour de fin d'études, tout en lui demandant de nous apporter d'avantage pour en continuer.*

*Ainsi, on tient à remercier Mm Louafi Wafa pour son encadrement, son orientation et ces efforts afin qu'on puisse mener à bien ce projet.*

*Nos sincères remerciements aux membres de jury de nous faire honneur de juger cet humble mémoire.*

*Nous adressons notre profonde gratitude à tous l'ensemble du corps professionnel et administratif du département Informatique ayant contribué à notre formation.*

*En fin, nos remerciements vont à nos familles et à nos amis et à tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

## Dédicace

*A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi chère maman toutes mes joies, mon amour et ma reconnaissance.*

*Tes prières m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études que dieu te garde pour moi Inchalah....*

*A la mémoire de mon père qui nous a quittés trop tôt voilà 8ans sans lui, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A mes sœurs chéries (Amina, Sameh, ZouZou, et Dounia) Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite..*

*A tous mes chères copains et copines (Amina, Saloumi, Ryad) qui m'ont toujours apporté soutien et consolation dans le besoin.*

*A ma binôme Hadjer est toutes sa famille sans oublier sa petite fille Melissa que dieu la garde*

*A mon encadreur Mm Louafi Wafa et à tous les professeurs qui m'ont enseigné durant ces 5années.*

*Sans oublier mes camarades de classe Master 2 IM et à tous les étudiants du département Informatique que je connais.*

*Yassamine*

## Dédicace

*A tous ceux que j'aime, à tous ceux qui m'aiment, et surtout à tous ceux qui le méritent.*

*A mes chers parents qui ont toujours eu confiance en moi et à qui je dois chaque pas vers le succès, derrière toutes mes persévérances se cachent l'envie de vous rendre le minimum de ce que vous avez fait pour moi, j'espère pouvoir vous rendre heureux et ne jamais vous décevoir.*

*A mon petit nouveau ange qui vient pour remplir ma vie de joie et de bonheur  
Melissa que dieu la garde et la protège Inchallah.*

*A mon mari Rezak qui était toujours là à mes côtés le seul et l'unique avec qui je continuer la vie.*

*A ma chère et unique sœur Sara, A mes adorables Frères Hamza et Akrem que dieu vous garde pour moi.*

*A ma chère tante Najete*

*A ma chère binôme Yasso merci pour son aide et ses efforts et toute sa famille.*

*A mon encadreur Mm Louafi Wafa et à tous les professeurs qui m'ont enseigné durant ces 5 années.*

*Sans oublier mes camarades de classe Master2 IM et à tous les étudiants du département d'informatique E8 que je connais.*

***Hadjer***

# Résumé

Mieux vaut prévenir que guérir, comme les malades mentales généralement n'accepte leurs état et refuse carrément d'aller voir un médecin, aussi ils ne peuvent pas gérer leurs vie quotidienne à cause des troubles dans le cerveau. Encore il est difficile de s'avouer que peut éventuellement souffrir d'un trouble mentale. Et ce n'est pas toujours aussi évident que cela à déterminer pour savoir quoi faire et vers qui se tourner la maladie, il est essentiel que vous sachiez de quelle maladie mentale exacte peut atteint ! Dans ce cadre tourne l'idée principale de notre travail.

Nous avons consisté à modéliser cinq maladies mentales par un réseau Bayésien car c'est un excellent outil de modélisation de l'incertain grâce à leur représentation graphique claire et aux lois de probabilités conditionnelles définies sur ce graphe. En effet, le système consiste à prédire le pourcentage de la tendance des personnes à infecter par une des maladies mentales les plus connu qui sont : Schizophrénie, Psychose maniaco dépressive (PMD).

Le but de notre travail est de faire un système de prédiction médicale peut prévoir la réceptivité d'une personne d'être touché par certain maladies mentale avec la connaissance de son passé héréditaire et social utilisant les réseaux bayésiens qui sont des outils très pratiques et très efficaces pour le calcul des probabilités causales.

## Mots clés

Réseau Bayésien (RB), Prédiction médical, Maladies mentale, Schizophrénie, Psychose maniaco dépressive (PMD), Trouble obsessionnel compulsif (TOC), Trouble de panique, Autisme.

---

**Table de matières**

Table de matières.....	1	
Liste des figures.....	5	
Liste des tableaux .....	6	
Introduction Générale.....	7	
Chapitre I	Les Réseaux Bayésiens .....	9
1. Introduction .....	9	
2. Définitions des réseaux bayésiens .....	9	
2.1 Théorème de bayes .....	9	
2.2 Définition Formelle.....	10	
2.3 Graphe de causalité.....	11	
3. Structure d'un réseau bayésien .....	12	
4. Construction d'un réseau bayésien .....	13	
4.1 Les méthodes de construction.....	13	
4.1.1 Manuelle .....	13	
4.1.2 Automatique .....	13	
4.1.3 Hybride .....	14	
4.2 Les étapes de construction .....	14	
4.2.1 Étape qualitative .....	14	
4.2.2 Étape probabiliste .....	15	
4.2.3 Étape quantitative .....	15	
5. Exemple simple sur les réseaux bayésiens .....	15	
6. Utilisation d'un réseau bayésien.....	16	
7. Apprentissage dans les réseaux bayésiens.....	16	
7.1 Apprentissage de structure.....	17	
7.1.1 Algorithmes de structure (Données complètes).....	17	
7.1.1.1 Algorithmes basés sur un score.....	18	



---

4.1.1	La phase maniaque .....	26
4.1.2	La phase dépressive .....	26
4.2	Les cause de psychose maniaco dépressive .....	27
4.3	Les symptômes de psychose maniaco dépressive.....	27
4.3.1	En phase dépressive.....	27
4.3.2	En phase de manie .....	28
5.	Trouble obsessionnel compulsif .....	28
5.1	Définition.....	28
5.2	Les causes du trouble obsessionnel compulsif .....	29
5.2.1	Génétique.....	29
5.2.2	Neurophysiologiques .....	29
5.2.3	Psychologiques .....	30
5.3	Les symptômes .....	30
5.3.1	Obsessions .....	30
5.3.2	Compulsions .....	30
6.	Trouble de Panique.....	31
6.1	Définition.....	31
6.2	Les causes de trouble de panique.....	31
6.2.1	Facteurs environnementaux.....	31
6.2.2	La personnalité .....	31
6.2.3	La chimie du cerveau.....	31
6.2.4	Facteurs génétiques.....	31
6.2.5	Des traumatismes.....	31
6.3	Les symptômes de trouble de panique .....	31
7.	Autisme.....	32
7.1	Définition.....	32
7.2	Les causes de l'autisme.....	32

---

7.2.1	L'hérédité .....	33
7.2.2	Infections virales.....	33
7.2.3	Allergies alimentaires .....	33
7.3	Les symptômes de l'autisme .....	33
8.	Conclusion.....	34
Chapitre III		
	Conception et Implémentation.....	35
1.	Introduction .....	35
2.	Présentation des travaux .....	35
3.	Problématique.....	36
4.	Objective.....	36
5.	Présentation du modèle proposée .....	37
5.1	Modélisation de la structure.....	37
5.2	La modélisation des paramètres.....	41
5.3	L'inférence bayésienne .....	43
6.	Implémentation du système .....	43
6.1	Environnement de développement.....	43
6.1.1	Environnement matériel .....	43
6.1.2	Environnement logiciel.....	44
6.2	Architecture de l'application .....	46
6.3	Présentation de l'application.....	46
6	Résultat et discussion .....	52
7	Conclusion.....	56
	Conclusion et perspectives .....	57
	Bibliographie .....	58

## Liste des figures

La figure	La désignation	La page
<i>Figure 1.1</i>	<i>Graphe de causalité</i>	11
<i>Figure 1.2</i>	Structure d'un RB de cinq variables	13
<i>Figure 1.3</i>	Les étapes de construction d'un RB	14
<i>Figure 1.4</i>	Exemple d'un model causal	15
<i>Figure 3.1</i>	Structure général du system	40
<i>Figure 3.2</i>	Structure finale du système avec les probabilités	42
<i>Figure 3.3</i>	Interface principal du Matlab	44
<i>Figure 3.4</i>	Architecture général de l'application	46
<i>Figure 3.5</i>	Interface principale de notre application	47
<i>Figure 3.6</i>	Structure général du notre RB	48
<i>Figure 3.7</i>	Instructions de notre code pour faire la structure de RB	48
<i>Figure 3.8</i>	Exemple de probabilité d'une seule cause	50
<i>Figure 3.9</i>	Liste de probabilités pour l'Autisme	51
<i>Figure 3.10</i>	Exemple sur notre code d'inférence	52
<i>Figure 3.11</i>	Résultat de prédiction pour schizophrénie	53
<i>Figure 3.12</i>	Résultats pour deuxième test de SCH	53
<i>Figure 3.13</i>	Résultats pour troisième test de SCH	54
<i>Figure 3.14</i>	Résultats pour quatrième test de SCH	54
<i>Figure 3.15</i>	Résultats pour cinquième test de SCH	55
<i>Figure 3.16</i>	Résultats pour sixième test de SCH	56

**Liste des tableaux**

Le tableau	La désignation	La page
<b>Tableau 1.1</b>	L'implication logique	12
<b>Tableau 1.2</b>	L'abréviation des nœuds	15
<b>Tableau 3.1</b>	Présentation des nœuds avec leur explication	38
<b>Tableau 3.2</b>	Probabilité des causes des maladies	41
<b>Tableau 3.3</b>	Caractéristiques du matériel	43

## Introduction générale

La santé mentale fait partie intégrante de la santé et du bien-être général, et elle devrait être traitée avec la même priorité que la santé physique. Au cours des dernières années, particulièrement marquées par une augmentation des maladies mentales, les problèmes de santé mentale viennent bouleverser divers aspects de l'existence de la personne qui en est affectée.

Les maladies psychiatrique sont des troubles dans le cerveau où le malade ne peut pas s'adapté avec son environnement généralement, car il perte son control de vie, il ne peut pas gérer sa vie quotidienne comme avant, ainsi qu'il sera traité comme un 'fou' ce qui rend le malade agressive et ça nous conduisons à des pertes de dépenses et des charges pour les citoyens et la société, dans ce cas le malade refuse de voir un médecin pour identifier sont état ce qui le met dans un état de plus en plus grave.

Les réseaux bayésiens sont des diagrammes probabilistes complexes qui systématisent un mélange de connaissances spécialisées de domaine et d'ensembles de données observés en définissant les relations de cause à effet entre les variables clés et en les codant avec des nombres qui signifient la quantité dans laquelle une variable est susceptible d'influencer une autre. Notre travail consiste à faire une prédiction médicale pour les maladies mentales pour qu'on puisse aider les gens de se protègent ou même de connaitre leur pourcentage d'être touché par certains troubles mentales.

Les réseaux bayésiens sont des excellents outils pour faire la représentation car notre modèle contient des connaissances spécialisées de domaine des maladies mentales et notre données sont les causes de ces maladies et les maladies lui-même et on à aussi les probabilités d'atteindre une maladie d'après une cause et la relation causale : **cause→maladie.**

Les maladies que nous avons étudiées sont :

Schizophrénie : Un trouble mental grave, chronique et très complexe, elle perturbe l'attention, la mémoire et le traitement de l'information

Psychose maniaco dépressive (PMD) : Trouble bipolaire se définit par des troubles spécifiques de l'humeur (manie, dépression) cycliques.

Trouble obsessionnel compulsif (TOC) : Un trouble anxieux grave, des pensées qui perturbe les idées de la personne.

Trouble de panique : la répétition des attaques de panique inattendue.

Autisme : Un autiste développe des liens d'attachements envers des objets particuliers plus facilement qu'avec des personnes.

Notre objectif dans ce travail est d'estimer la probabilité d'une personne à infecter par une des maladies cité précédemment.

Pour réaliser ce travail nous avons commencé par cette introduction générale puis divisons le mémoire en trois chapitres comme suit :

### **Chapitre I : Les Réseaux Bayésiens**

Ce chapitre comporte une présentation du domaine des réseaux bayésiens, la définition des réseaux bayésiens ainsi que leurs structures et les étapes de construction d'un réseau bayésien, et les méthodes d'apprentissage

### **Chapitre II : Les Maladies Mentales**

Le deuxième chapitre nous donne un aperçu général sur le domaine qu'on à utiliser qui est le domaine des maladies mentales, ce chapitre donne les informations qu'on a besoin pour construire notre modèle bayésien, il comporte la définition des cinq maladies mentales étudier dans notre modèle avec bien sur les causes et les symptômes.

### **Chapitre III : Conception et réalisation**

Nous avons commencé ce chapitre par quelques travaux réalisé avec les réseaux bayésiens ensuite nous détaillons notre modèle et présentons notre application et nous discutons quelques résultats.

Est-on conclu bien sûr avec une conclusion générale et perspective.

## Chapitre I

## Les Réseaux Bayésiens

### 1. Introduction

Les réseaux bayésiens sont des modèles graphiques probabilistes orientés acyclique initiés par Judea Pearl dans les années 1980. Ils permettent de modéliser des systèmes simples ou complexes [ALI15]. Dans ce chapitre nous présentons les réseaux bayésiens avec tous qu'ils concernent pour faire un modèle bayésienne, la structure, les étapes de construction du modèle, l'inférence et l'apprentissage.

### 2. Définitions des réseaux bayésiens

Les Réseaux Bayésiens sont des modèles graphiques qui représentent les relations probabilisées entre un ensemble des variables. Ils deviennent un outil populaire pour représenter et manipuler des connaissances dans un système expert. Ils sont souvent utilisés à cause de leurs avantages.

Les réseaux bayésiens permettent aussi l'utilisation des connaissances puisque ils sont polyvalents donc on peut se servir du même modèle pour évaluer, prévoir, prédire, diagnostiquer, ou optimiser des décisions, ce qui contribue à rentabiliser l'effort de construction du réseau bayésien. [NAO07]

La théorie des réseaux bayésiens résulte d'une fusion entre la théorie des probabilités et la théorie des graphes. On définit classiquement un réseau bayésien comme un graphe acyclique dirigé. Il est formé d'un ensemble de variables et d'un ensemble d'arcs entre les variables. Chaque variable correspond à un nœud du réseau. [MIL12].

Les RB sont des modèles qui permettent de représenter des situations de raisonnement probabilistes basé sur le théorème de Bayés

#### 2.1 Théorème de bayes

Thomas bayes (1702-1761) est né à Londres en Angleterre a développé un théorème qui repose sur la propagation de l'information au sein du réseau, c'est-à-dire les calculs de probabilités a posteriori de certaines variables à partir d'un certain nombre d'observations sur d'autres variables.

$$P(B|A) = \frac{P(A|B) \cdot P(B)}{P(A)} \quad (1)$$

Par sa symétrie, permet de faire un raisonnement dans les deux sens, le calcul de la probabilité de B sachant A mais aussi de A sachant B. Dans un sens nous cherchons à expliquer une cause dans l'autre nous quantifions une conséquence [MIL12].

Le théorème de Bayes est basé sur les probabilités conditionnelles qui dit qu'un événement B se produise sachant que l'événement A s'est déjà produit. On la note  $P(B|A)$  ou  $P_A(B)$  et on la lit «probabilité que B se réalise sachant que A s'est produit».

La probabilité conditionnelle revient donc à retrouver la probabilité d'un second événement alors que l'on sait qu'un premier événement s'est déjà produit auparavant.

La formule pour calculer une probabilité conditionnelle est :

$$P(B|A) = \frac{P(B \cap A)}{P(A)} \quad (2)$$

Où  $P(B \cap A)$  représente la probabilité de l'intersection des deux événements. De plus, il est nécessaire que  $P(A)$  soit entre 0 et 1. [1]

## 2.2 Définition Formelle

Les réseaux bayésiens figurent parmi les modèles d'analyse probabiliste. Ils proposent un formalisme mathématique et des bases théoriques solides pour la modélisation des systèmes complexes. [ALI15]

Un réseau bayésien  $B = (G, P)$  est défini par :

1. un graphe dirigé sans circuit  $G = (X, E)$  où  $X$  est l'ensemble des nœuds et  $E$  est l'ensemble des arcs,
2. un espace probabilisé  $(\Omega, P)$ ,
3. un ensemble de variables aléatoires  $X = \{X_1, \dots, X_n\}$  associées aux nœuds du graphe et définit sur  $(\Omega, P)$ .

Il se compose de deux composants essentiels

1. Une composante graphique qui consiste en un graphe orienté sans circuit. Les nœuds représentent les variables pertinentes du domaine et les arcs représentent les relations de dépendance entre les variables.
2. Une composante numérique qui consiste en un ensemble de distributions de probabilités conditionnelles de chaque nœud dans le contexte de ses parents.

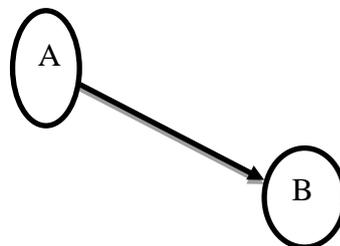
[ALI15]

Les réseaux bayésiens décrivent la distribution des probabilités associées à un ensemble des variables dont certains sont directement dépendants et d'autres sont indépendantes conditionnellement.

On résume qu'un réseau bayésien est un graphe orienté sans circuit où les nœuds représentent les variables auxquelles sont associées des tables de probabilités conditionnelles (CPT). [Mil12]

### 2.3 Graphe de causalité

La représentation graphique la plus intuitive de l'influence d'un événement, d'un fait, ou d'une variable sur une autre, est probablement de relier la cause à l'effet par une flèche orientée.



*Figure 1.2 : Graphe de causalité*

Supposons que A et B soient des événements, qui peuvent être observés ou non, vrais ou faux. Du point de vue du sens commun, le graphe ci-dessus peut se lire comme ceci. «La connaissance que j'ai de A détermine la connaissance que j'ai de B».

La relation causale soit l'implication logique  $A \rightarrow B$ . Cette relation signifie que si A est vrai, B l'est également. Si A est faux, B peut être vrai ou faux.

La table 1.1 représente les configurations possibles de A et B dans le cas où la relation causale  $A \rightarrow B$  est vraie. Du point de vue de la logique, il s'agit simplement de la contraposée de  $A \rightarrow B$ . Du point de vue de la causalité, cela montre qu'une relation

causale, donc orientée, est réversible de l'effet vers la cause, même si elle ne l'est que partiellement.

A	B
Vrai	Vrai
Faux	Vrai
Faux	Faux

*Tableau 1.2: L'implication logique*

S'il existe une relation causale de A vers B, toute information sur A peut modifier la connaissance que j'ai de B, et réciproquement, toute information sur B peut modifier la connaissance que j'ai de A.

Avec la représentation graphique de la causalité on peut connaître la direction de circulation de connaissances dans le graphe mais on ne peut pas connaître la quantité de cette circulation de connaissances. Alors, il faut une représentation probabiliste associé avec le graphe.

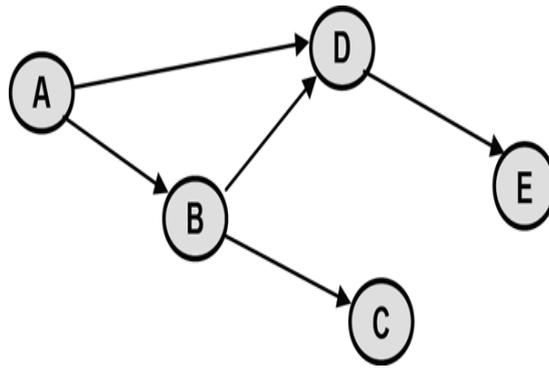
Avec une relation causale :  $A \rightarrow B$  on peut représenter la quantité de cette relation par la probabilité conditionnelle :  $p(B|A)$ . [Pat08]

### 3. Structure d'un réseau bayésien

La structure d'un réseau bayésien est un graphe dans lequel les nœuds représentent des variables aléatoires, et les arcs relient ces nœuds qui sont rattachées à des probabilités conditionnelles.

Le graphe est acyclique donc il ne contient pas de boucle. Les arcs représentent des relations entre variables qui sont soit déterministes, soit probabilistes. Ainsi, l'observation d'une ou plusieurs causes n'entraîne pas systématiquement l'effet ou les effets qui en dépendent, mais modifie seulement la probabilité de les observer.

La structure est définie par des experts et les tables de probabilités calculées à partir de données expérimentales. Il est possible d'utiliser des algorithmes, le recuit simulé ou encore certains algorithmes génétiques pour construire le réseau. [OLI07]



*Figure 1.2 : Structure d'un réseau bayésien de cinq variables*

#### 4. Construction d'un réseau bayésien

Construire un réseau bayésien, c'est donc :

1. définir le graphe du modèle ;
2. définir les tables de probabilité de chaque variable, conditionnellement à ses causes.

Le graphe est aussi appelé la « structure » du modèle, et les tables de probabilités ses « paramètres ». Structure et paramètres peuvent être fournis par des experts, ou calculés à partir de données, même si en général, la structure est définie par des experts et les paramètres calculés à partir de données expérimentales.

##### 4.1 Les méthodes de construction

La construction d'un réseau bayésien peut se faire selon les trois méthodes suivantes :

###### 4.1.1 Manuelle

Avec l'aide d'experts humains. Les spécialistes en ingénierie de la connaissance interrogent les experts et ajoutent les nœuds, les liens et les probabilités conditionnelles au réseau bayésien sur la base de la connaissance recueillie. Dans ce type de construction, il est plus fréquent de définir un graphe causal.

###### 4.1.2 Automatique

Par application d'un algorithme d'apprentissage à une base de données. Les algorithmes d'apprentissage peuvent identifier à la fois la structure du graphe et les paramètres (les

distributions de probabilités conditionnelles). Les données peuvent être complètes ou incomplètes. On peut aussi avoir des variables non observables.

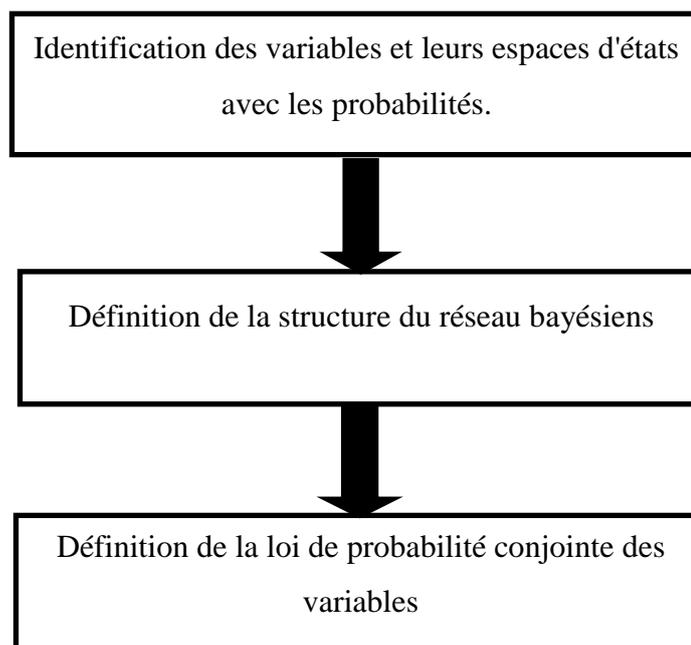
#### 4.1.3 Hybride

Cette approche combine les deux précédentes. Les données peuvent être exploitées pour améliorer un premier modèle élaboré à partir des connaissances disponibles. Elles peuvent permettre d'élaborer ou de modifier la structure du graphe du réseau bayésien ou les probabilités conditionnelles sur les nœuds du graphe. (Ali, juin 2015)

Nous avons vu diverses techniques pour effectuer l'inférence bayésienne dans les réseaux bayésiens. Mais avant de pouvoir utiliser ces modèles, il faut pouvoir les construire.

#### 4.2 Les étapes de construction d'un réseau bayésien

La construction d'un réseau bayésien se décompose en trois étapes distinctes présentées ci-dessous :



**Figure 1.3 :** *Les étapes de construction d'un réseau bayésien.* [MIL12]

##### 4.2.1 Étape qualitative

La première étape dite qualitative consiste à la définition de l'ensemble des variables du système, avec précision de l'espace d'états de chaque variable.

### 4.2.2 Étape probabiliste

La deuxième est l'étape probabiliste elle introduit l'idée de distribution jointe définie sur les variables a généré la base d'observations et choisir une structure de graphe qui sera compatible avec les variables.

### 4.2.3 Étape quantitative

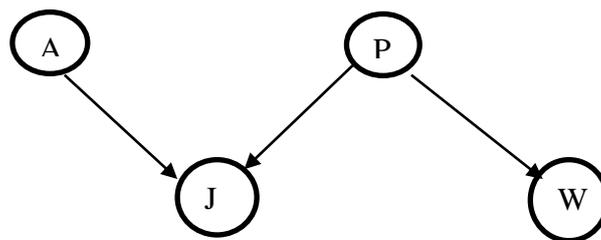
La troisième est l'étape quantitative : elle consiste en l'évaluation numérique des distributions de probabilités conditionnelles. [MIL12]

## 5. Exemple simple sur les réseaux bayésiens

Nous allons utiliser un exemple classique dans la littérature sur les réseaux bayésiens pour étudier de plus près comment l'information circule au sein d'un graphe causal [PAT08].

Ce matin-là, alors que le temps est clair et sec, M. Holmes sort de sa maison. Il s'aperçoit que la pelouse de son jardin est humide. Il se demande alors s'il a plu pendant la nuit, ou s'il a simplement oublié de débrancher son arroseur automatique. Il jette alors un coup d'œil à la pelouse de son voisin, M. Watson, et s'aperçoit qu'elle est également humide. Il en déduit alors qu'il a probablement plu, et il décide de partir au travail sans vérifier son arroseur automatique.

La représentation graphique du modèle causal utilisé par M. Holmes est la suivante



**Figure 1.4** Exemple d'un modèle causal

Dans le tableau ci-dessous nous allons expliquer chaque nœud ce qu'il représente

Nœuds	Représentation
A	M. Holmes as oublié de débrancher mon arroseur automatique
P	Il a plu pendant la nuit
J	L'herbe de jardin de M. Holmes est humide
W	L'herbe du jardin de M. Watson est humide

**Tableau 1.2:** L'abréviation des nœuds.

Comment l'information peut circuler dans ce graphe ?

Évidemment l'information peut circuler depuis les causes vers les effets, d'ailleurs on remarque M. Holmes a décidé d'aller au bureau sans vérifier son arroseur après avoir su que l'herbe du jardin de M. Watson est humide aussi. C'est-à-dire la connaissance de W peut modifier la connaissance de P, ou autrement dit l'information peut circuler dans la direction inverse. [PAT08]

## 6. Utilisation d'un réseau bayésien

Un réseau bayésien est donc un graphe causal auquel on a associé une représentation probabiliste sous-jacente. Cette représentation permet de rendre quantitatifs les raisonnements sur les causalités que l'on peut faire à l'intérieur du graphe.

L'utilisation essentielle des réseaux bayésiens est donc de calculer des probabilités conditionnelles d'événements reliés les uns aux autres par des relations de cause à effet. Cette utilisation s'appelle inférence. [MIL12]

Une difficulté essentielle des réseaux bayésiens se situe précisément dans l'opération de transposition du graphe causal à une représentation probabiliste. Même si les seules tables de probabilités nécessaires pour définir entièrement la distribution de probabilité est celle d'un nœud conditionné par rapport à ses parents, il reste que la définition de ces tables n'est pas toujours facile pour un expert. [NAO07]

## 7. Apprentissage dans les réseaux bayésiens

Un réseau bayésien est constitué à la fois d'un graphe (aspect qualitatif) et d'un ensemble de probabilités conditionnelles (aspect quantitatif). L'apprentissage d'un réseau bayésien doit donc répondre aux deux questions suivantes :

- Comment estimer les lois de probabilités conditionnelles ?
- Comment trouver la structure du réseau bayésien ?

Nous allons donc séparer le problème de l'apprentissage en deux parties :

- L'apprentissage des paramètres, où nous supposons que la structure du réseau a été fixée, et où il faudra estimer les probabilités conditionnelles de chaque nœud du réseau.

- L'apprentissage de la structure, où le but est de trouver le meilleur graphe représentant la tâche à résoudre.

Comme pour tout problème de modélisation, différentes techniques sont possibles selon la disponibilité de données concernant le problème à traiter, ou d'experts de ce domaine. Ces techniques peuvent se partager en deux grandes familles :

- apprentissage à partir de données, complètes ou non, par des approches statistiques ou bayésiennes.
- acquisition de connaissances avec un expert du domaine. [PAT08]

### 7.1 Apprentissage de structure

Nous avons dit que l'apprentissage des paramètres d'un réseau bayésien peut être à partir de données complètes ou incomplètes, ou à l'aide d'un expert, en supposant que la structure de ce réseau était déjà connue. Se pose maintenant le problème de l'apprentissage de cette structure ; comment trouver la structure qui représentera le mieux notre problème ?!

Lorsque la structure du réseau n'est pas fournie a priori par un expert, La première idée est de trouver la meilleure structure d'un réseau bayésien. C'est un problème difficile à cause du nombre exponentiel des structures possibles comme c'est écrit dans [Bou11] que [ROB77] a montré que le nombre de structures différentes  $r(n)$  pour un réseau bayésien possédant  $n$  nœuds est :

$$r(n) = \sum_{i=1}^n (-1)^{i+1} \binom{n}{i} 2^{i(n-1)} r(n-i) = n^{2e(n)}$$

Avec :  $r(1) = 1$ ,  $r(2) = 3$ ,  $r(3) = 25$ ,  $r(5) = 29281$  et  $r(10) \simeq 4,2 \times 10^{18}$ .

Beaucoup de travaux existent dans la littérature pour apprendre cette structure à partir des données complètes ou données ou incomplètes, nous commençons par quelques algorithmes basés sur des données complètes :

#### 7.1.1 Algorithmes de structure (Données complètes)

On trouve deux familles d'algorithmes, les algorithmes basées sur les scores et d'autres sur les indépendances conditionnels :

### 7.1.1.1 *Algorithmes basés sur un score*

Cette première famille consiste à parcourir tous les graphes possibles, associer un score à chaque graphe, puis choisir le graphe ayant le score le plus élevé. Toutefois, cette méthode n'est pas simple, principalement à cause de la taille super exponentielle de l'espace de recherche en fonction du nombre de variables.

Plusieurs méthodes ont été proposées pour résoudre ce problème telle que : L'arbre de poids maximal, GS (Greedy Search)...etc. [MIL12]

### 7.1.1.2 *Algorithmes basés sur l'indépendance conditionnelle*

Cette série d'approches d'apprentissage de structure, souvent appelée recherche sous contraintes, est issue des travaux de deux équipes « concurrentes », les algorithmes des deux équipes sont basé sur un principe identique :

- Construire un graphe non dirigé contenant les relations entre les variables, à partir de tests d'indépendance conditionnelle,
- Détecter les V-structures (en utilisant aussi des tests d'indépendance conditionnelle),
- Propager les orientations de certains arcs,
- Prendre éventuellement en compte les causes artificielles dues à des variables latentes.

[PHI06]

### 7.1.2 **Algorithmes de structure (Données incomplètes)**

La méthode des données incomplète est basée sur le principe de l'algorithme EM et permet de traiter des bases d'exemples incomplètes sans avoir à ajouter une nouvelle modalité (variable non mesurée) à chaque nœud. Cette méthode itérative part d'une structure initiale pour estimer la distribution de probabilité des variables cachées ou manquantes grâce à l'algorithme EM classique. L'espérance d'un score par rapport à ces variables cachées est ensuite calculée pour tous les réseaux bayésiens du voisinage afin de choisir la structure.

[OLI 04]

## 7.2 **Apprentissage des paramètres**

L'apprentissage des paramètres d'un réseau bayésien se fait à partir de données relatives au problème à modéliser. Toutefois, ces données peuvent être complètes ou incomplètes. Les algorithmes d'apprentissage des paramètres ne sont pas les mêmes dans ces deux cas.

[Mil12]

### 7.2.1 Apprentissage des données Complete

Nous cherchons ici à estimer les distributions de probabilités (ou les paramètres des lois correspondantes) à partir de données disponibles. L'estimation de distributions de probabilités, paramétriques ou non, un sujet très vaste et complexe. Nous décrivons ici les méthodes les plus utilisées dans le cadre des réseaux bayésiens, selon que les données à notre disposition sont complètes ou non.

#### 7.2.1.1 Apprentissage statique

Dans le cas où toutes les variables sont observées, la méthode la plus simple et la plus utilisée est l'estimation statistique qui consiste à estimer la probabilité d'un événement par la fréquence d'apparition de l'événement dans la base de données. Cette approche, appelée maximum de vraisemblance (MV), nous donne alors :

$$\hat{P}(X_i = x_k | pa(X_i = x_i)) = \hat{O}_{i,j,k}^{MV} = \frac{N_{i,j,k}}{\sum_k N_{i,j,k}}$$

où  $N_{i,j,k}$  est le nombre d'événements dans la base de données pour lesquels la variable  $X_i$  est dans l'état  $x_k$  et ses parents sont dans la configuration  $x_j$ . [PAT08]

### 7.2.2 À partir de données incomplètes

Dans les applications pratiques, les bases de données sont très souvent incomplètes. Certaines variables ne sont observées que partiellement ou même jamais, que ce soit à cause d'une panne de capteurs, d'une variable mesurable seulement dans un contexte bien précis, d'une personne sondée ayant oublié de répondre à une question. [PAT08]

La méthode d'estimation des paramètres des données incomplète c'est l'algorithme itératif EM (Expectation Maximisation). [MIL12]

#### 7.2.1.2 Algorithme EM

L'algorithme EM peut aussi s'appliquer dans le cadre bayésien. Pour l'apprentissage des paramètres, il suffit de remplacer le maximum de vraisemblance de l'étape M par un maximum (ou une espérance) a posteriori.

L'algorithme EM est très simple : soient  $\theta^{(t)} = \{\theta^{(t)}_{ijk}\}$  les paramètres du réseau bayésien à l'itération  $t$ . [MIL12]

## 8. Inférence bayésienne

L'inférence, ou la mise à jour des croyances, consiste à calculer la probabilité a posteriori au niveau de certaines variables en prenant en compte les informations sur d'autres variables appelées observations. Les réseaux bayésiens permettent de mettre à jour les distributions de probabilités au niveau des variables : on commence par fixer des observations, c'est à dire affecter des valeurs aux variables d'observation, puis on utilise un algorithme d'inférence pour calculer les probabilités a posteriori des autres variables.

Aucun algorithme d'inférence n'applique directement le théorème de Bayes car cela conduit à des calculs très coûteux en temps. Il existe une multitude de travaux dans le domaine de l'inférence dans les réseaux bayésiens. Nous en présentons ici un échantillon représentatif. Parmi ces algorithmes utilisés pour l'inférence bayésienne on peut citer.[ALI15]

### 8.1 Méthodes exacte

#### 8.1.1 Messages locaux

Les premiers algorithmes d'inférence pour les réseaux bayésiens sont basés sur une architecture à passage de messages et ils étaient limités aux arbres. Elle consiste en une actualisation, à tout moment des probabilités marginales, chaque nœud est associé à un processeur qui peut envoyer des messages de façon asynchrone à ses voisins jusqu'à ce qu'un équilibre soit atteint, en un nombre fini d'étapes. [Oli07]

#### 8.1.2 Ensemble de coupe

Cette méthode consiste à instancier un certain nombre de variables de manière à ce que le graphe restant forme un arbre. On procède à une propagation par messages sur cet arbre. Puis une nouvelle instantiation est choisie. On réitère ce processus jusqu'à ce que toutes les instantiations possibles aient été utilisées. On fait alors la moyenne des résultats.

L'avantage de cette méthode est une complexité en temps linéaire sur la taille du réseau, mais le calcul des probabilités conditionnelles est en général impraticable pour les réseaux assez grands car ayant une complexité dans le pire des cas exponentielle dans le nombre de variables et aussi à cause du problème des boucles dans le réseau.

### 8.1.3 Arbre de jonction

Elle est aussi appelée méthode JLO. Elle est applicable pour toute structure de DAG contrairement à la méthode des messages locaux. Néanmoins, s'il y a peu de circuits dans le graphe, il peut être préférable d'utiliser une méthode basée sur un ensemble de coupe. Cette méthode est divisée en cinq étapes qui sont :

1. Moralisation du graphe.
2. Triangulation du graphe moral.
3. Construction de l'arbre de jonction.
4. Inférence dans l'arbre de jonction en utilisant l'algorithme des messages locaux.
5. Transformation des potentiels de clique en lois conditionnelles mises à jour. [MIL12]

### 8.2 Les méthodes approximatives

Il existe trois approches pour réaliser des inférences approchées, faire comme si le graphe était un arbre « loopy belief propagation », Markov Chain Monte Carlo.

Markov Chain Monte Carlo exploite la topologie du réseau et effectue un échantillonnage de Gibbs sur des sous-ensembles locaux de variables de façon séquentielle et concurrente. L'inférence variationnelle est une méthode de plus en plus utilisée, elle est une sorte d'adaptation de l'algorithme e EM (Expectation-Maximisation). [Oli07]

## 9. Conclusion

Nous avons illustré dans ce chapitre, qu'est-ce qu'un réseau bayésien. Nous avons constaté que les réseaux Bayésiens possèdent tous les avantages des modèles probabilistes standards, ainsi que des avantages supplémentaires liés à leur représentation graphique. De même, leur représentation facilite la compréhension dans un domaine de connaissances, dans le chapitre suivant on va définir le domaine où on va appliquer notre réseau bayésien qui est le domaine médical et plus précisément les maladies mentales.

**Chapitre II****Les Maladies Mentales****1. Introduction**

La médecine prédictive est le grand espoir des années à venir. Cette pratique médicale ne constate pas une maladie, même à un stade précoce, mais évalue la probabilité de son apparition.

La médecine prédictive devient plus en plus importante dans le domaine des maladies mentales à cause de la sensibilité de ces maladies, et le malade peut qu'il n'accepte même pas. La connaissance préalable de la probabilité d'être infecté par cette maladie donne la chance au malade de l'éviter, avant de parler à notre système de prédiction des maladies mentales. Dans le chapitre suivant, nous présentons dans ce chapitre les maladies mentales et leurs caractéristiques notamment la schizophrénie, la psychose maniaco-dépressive, le trouble obsessionnel compulsif, le trouble de panique et l'autisme. Par la suite on va présenter les travaux réalisés dans ce domaine.

**2. Les maladies mentales**

Comme son nom l'indique la maladie mentale touche au psychisme de l'individu et affecte ses pensées ou son comportement. Les origines de ces maladies sont diverses et varient d'une personne à l'autre mais l'on peut retrouver des facteurs communs qui sont le stress, ou les antécédents génétiques. [W02] Également qualifiées de maladies mentales, les maladies psychiatriques regroupent l'ensemble des troubles qui affectent suffisamment le comportement, les émotions ou la pensée d'un individu pour engendrer chez lui une altération de sa santé mentale. Ces maladies psychiatriques peuvent être plus ou moins sévères. Elles font d'ailleurs l'objet de classifications internationales pour aider les professionnels à établir un diagnostic en fonction de signes cliniques observés. La schizophrénie, le trouble bipolaire, les troubles obsessionnels compulsifs, les troubles des conduites alimentaires, les phobies représentent les pathologies psychiatriques les plus connues. [W03]

### 3. Schizophrénie

Sous le nom de SCHIZOPHRENIE, on regroupe un nombre indéterminé de “maladies” ayant en commun des “symptômes” mentaux psychiatriques. La schizophrénie est donc ce que les médecins appellent un “syndrome” plutôt qu’une maladie. Le nombre et la gravité variables des symptômes, ainsi que la personnalité du malade peuvent le handicaper plus ou moins fortement.

Le psychiatre suisse Eugen Bleuler a inventé en 1911 le nom de l’affection d’après les racines grecques de “schizo” qui veut dire coupure et “phrénie” du crâne, donc il voulait indiquer ainsi que la maladie se caractérise par une rupture de l’esprit du patient d’avec la réalité. [JEA06]

#### 3.1 Définition

La schizophrénie est un trouble cérébral qui résulte d’un déséquilibre des systèmes chimiques du cerveau. La schizophrénie n’est pas synonyme d’un dédoublement de la personnalité.

C’est une maladie du cerveau qui affecte la pensée, les sentiments et les émotions, tout comme les perceptions et les comportements des personnes qui en sont atteintes. Toutes ces fonctions ne sont cependant pas perturbées au même moment et dans la même mesure. De nombreuses personnes souffrant de schizophrénie peuvent avoir un comportement parfaitement normal pendant de longues périodes.

Bien qu’elle n’affecte pas l’intelligence proprement dite de la personne, la schizophrénie occasionne souvent un certain nombre de déficits cognitifs qui perturbent notamment l’attention, la mémoire, l’apprentissage et le traitement de l’information.

Ces déficits sont souvent présents dès le début de la maladie et diminuent la capacité de la personne à réagir de manière appropriée avec son milieu. [W04]

La schizophrénie est un trouble mental grave, chronique et très complexe. Cette maladie peut perturber considérablement la manière dont une personne se sent, pense et réagit à ce qui l’entoure. [W05]

La schizophrénie n’est pas une maladie rare. À l’échelle mondiale, la schizophrénie touche 1 % de la population. Elle survient chez les jeunes à la fin de l’adolescence ou au début de

la vie adulte, habituellement entre **15 et 30 ans**. Exceptionnellement, elle peut apparaître parfois pendant l'enfance ou après 30 ans, Le début de la maladie peut être progressif, s'étalant sur quelques semaines ou quelques mois. La schizophrénie fait son apparition de façon tellement insidieuse et graduelle que les personnes qui en sont atteintes, ainsi que leur famille, prennent parfois beaucoup de temps à s'en rendre compte. Elle peut aussi apparaître très soudainement. [W04]

### 3.2 Les causes de la schizophrénie

La schizophrénie n'a pas de cause unique connue. Comme beaucoup d'autres maladies psychiques, elle semble due à un ensemble de facteurs qui interagissent.

La vulnérabilité à la maladie serait transmise génétiquement. Les membres de la famille d'un schizophrène ont **dix fois** plus de risque de développer la maladie que l'ensemble de la population. [W06]

Nous disposons de preuves scientifiques irréfutables que la schizophrénie à plusieurs causes:

#### 3.2.1 Des causes génétiques

La schizophrénie touche **1 %** de la population partout dans le monde. L'hérédité est un facteur qui accroît le risque à mesure que le bagage génétique augmente. Ainsi, l'enfant naissant voit son risque augmenter de :

**5 %** s'il a un parent du deuxième degré (oncle, tante, cousin, cousine) qui souffre de schizophrénie.

**10 %** s'il a un parent du premier degré (père, mère, frère, sœur).

**10 %** s'il a un jumeau différent qui souffre de schizophrénie.

**40 %** s'il est enfant de deux parents schizophrènes.

**50 %** s'il a un jumeau identique qui souffre de schizophrénie.

On estime qu'environ **50 %** des cas de schizophrénie résultent d'une anomalie des gènes affectant la croissance du cerveau. [PIE01]

### 3.2.2 La drogue (cannabis)

Le cannabis est également associé à des troubles de la mémoire, de l'attention, de la motivation à l'origine d'échecs scolaires et d'isolement. Donc on ne peut toujours pas affirmer que le cannabis provoque la schizophrénie. En revanche, il précipite les sujets fragiles vers cette maladie mentale. [W07]

### 3.2.3 Environnementaux

Il est fort probable que la seule présence de facteurs physiologiques prédisposant est insuffisante pour provoquer l'apparition de la schizophrénie ; il faut que s'y ajoutent certains facteurs comme la consommation de drogues ou d'alcool, ou au niveau de la vie social comme l'expression de certaines émotions hostilité, attitudes envahissantes, agressivité de la part de l'entourage

- Émotions exprimées
- Événements de la vie quotidienne
- Insuffisance de soutien social. [SOC06]

### 3.2.4 Stresse

Le stress joue un rôle important dans le développement et la gestion de la schizophrénie. Bien qu'il ne cause pas la maladie, un stress émotionnel ou physique (par exemple une infection) ou un stress environnemental (pauvreté) peut déclencher ou aggraver les symptômes de schizophrénie quand la maladie est déjà présente. Donc, la maîtrise du stress est un élément important dans le processus de rétablissement. [SOC12]

## 3.3 Les symptômes de la schizophrénie

Les symptômes se développent généralement progressivement, bien qu'ils puissent apparaître soudainement, les amis et parents sont souvent les premiers à les relever. Parmi les symptômes, citons :

- Les idées délirantes « le fait de croire que des gens complotent contre nous »
- Les hallucinations « entendre ou voir des choses qui ne sont pas là »
- Le comportement désorganisé
- Des changements sur la façon de réagir au milieu environnant
- L'absence d'expressions ou d'émotions
- Des problèmes de concentration

- Un discours abrégé dénué de détails
- La difficulté de planifier en vue d'atteindre des objectifs
- Des problèmes de mémoire
- De la confusion sur le plan de la réflexion et du discours
- De la difficulté à tenir une conversation
- Des mouvements répétitifs (va-et-vient) ainsi que des comportements insensés.

Les personnes touchées peuvent devenir déprimées ou être victimes de sautes d'humeur, comme c'est le cas pour les troubles bipolaires. Elles présentent également un risque accru de suicide. [W05]

## 4. Psychose maniaco dépressive

### 4.1 Définition

Actuellement connue comme trouble bipolaire, la psychose maniaco-dépressive se définit par des troubles spécifiques de l'humeur (manie, dépression) cycliques, Le trouble bipolaire ou la psychose du maniaco dépressif est une maladie mentale pouvant être handicapante dans le quotidien du malade, et donc invalidante.

La maladie bipolaire se caractérise par 2 phases distinctes qui possèdent plusieurs symptômes bipolaires à elles-mêmes.

#### 4.1.1 La phase maniaque

Manie ou hypomaniaque (hypomanie), qui est un épisode d'euphorie, de délire, de joie extrême et d'hyperactivité du patient.

#### 4.1.2 La phase dépressive

Dépression bipolaire, qui est l'épisode de tristesse, mélancolie, de culpabilité avec une mauvaise estime de soi pouvant amener une crise suicidaire précédant la tentative de suicide.

La personne cyclothymique (souffrant de cyclothymie) est une personne pouvant passer d'un instant à l'autre dans l'un de ces 2 états émotionnels. [W08]

## 4.2 Les cause de psychose maniaco dépressive

Le trouble bipolaire résulte d'une perturbation du métabolisme cérébral. Cette perturbation est essentiellement imputable à des facteurs génétiques, neurochimiques ou hormonaux.

Les chercheurs étudient actuellement s'il existe une relation entre des facteurs génétiques et la survenue de troubles maniaco-dépressifs. Bien que jusqu'ici il n'ait pas été formellement prouvé qu'il s'agisse d'une maladie héréditaire classique, la maladie survient à une fréquence élevée dans certaines familles. Le risque est maximal chez les personnes apparentées au premier degré avec la probabilité de **10 à 20%** [STE08]

On situe l'origine de la dépression dans des expériences infantiles de perte, de souffrance et d'échec. Il existe une vulnérabilité

- Génétique une personne dont le parent de premier degré est atteinte à **10 fois** plus de risque de développer un trouble bipolaire
- Les événements de vie (divorce, séparation, problèmes professionnels ou financiers...)
- Les stress répétés (surmenage, manque de sommeil, perturbation des rythmes sociaux et biologiques), sont des facteurs précipitants.
- L'alcool est notamment la cause de 60% des bipolaire

Mais leurs effets dépendent aussi de facteurs complexes, psychologiques et biologiques. [JUL]

Les troubles de la personnalité peuvent être dangereux au quotidien car, durant les phases maniaques, le bipolaire peut avoir des addictions à l'alcool, drogues, sexe et même dépenser énormément financièrement. [W08]

## 4.3 Les symptômes de psychose maniaco dépressive

### 4.3.1 En phase dépressive

- Sentiment de tristesse, humeur dépressive pratiquement toute la journée, presque tous les jours et pendant au moins deux semaines
- Perte d'énergie et fatigue
- Perte de l'intérêt et du plaisir
- Troubles du sommeil (insomnie ou hypersomnie)
- Troubles de l'appétit avec perte ou gain de poids

- Agitation ou ralentissement psychomoteur
- Baisse de concentration ou de l'aptitude à penser, ou indécision
- Sentiments de culpabilité
- Soudain retrait social ou comportements agressifs subits
- Pensées de mort récurrentes (60 % des cas); idées suicidaires récurrentes (15 % des cas)

#### 4.3.2 En phase de manie

- Estime de soi augmentée ou idées de grandeur
- Énergie débordante et bonheur intense ou irritabilité excessive
- Réduction du besoin de sommeil
- Débit de la parole accéléré ou besoin de parler sans arrêt
- Pensées rapides ou sensation d'un trop plein d'idées
- Distractivité : incapacité à fixer son attention
- Recrudescence de l'activité aux plans social, professionnel ou scolaire
- Agitation psychomotrice, augmentation de l'énergie
- Plaisirs augmentés de façon excessive et à haut risque de conséquences négatives : achats, sexualité, investissements financiers

Les personnes affectées peuvent également faire l'expérience d'idées délirantes (des croyances fermes, mais impossibles) et d'hallucinations. Les périodes de manie peuvent varier en intensité. [W09]

## 5. Trouble obsessionnel compulsif

### 5.1 Définition

Le trouble obsessionnel-compulsif est un trouble anxieux grave et débilitant qui afflige environ un adulte sur quarante (2 à 3 % de la population adulte), ce qui en fait une maladie aussi répandue que la schizophrénie et le trouble bipolaire. Il se place au quatrième rang parmi les troubles psychiatriques les plus fréquents.

Le trouble obsessionnel-compulsif existe dans le monde entier et touche aussi bien les hommes que les femmes. En général, le trouble obsessionnel compulsif se manifeste de manière progressive.

Les répercussions du trouble obsessionnel-compulsif sur la qualité de la vie d'un individu sont énormes. Ce trouble peut perturber chaque aspect de la vie d'une personne, notamment sa façon de penser, ses sentiments et son comportement. Souvent les personnes atteintes d'un trouble obsessionnel-compulsif vivent ainsi pendant de nombreuses années avant que cette affection ne soit diagnostiquée et traitée. Heureusement, le traitement est maintenant très accessible et peut réussir à alléger de manière tout à fait satisfaisante.

[NEI01]

Les Toc, sont des troubles du comportement associés à des angoisses touchent aussi bien les femmes que les hommes.

-Le trouble obsessionnel compulsive se compose de deux caractéristiques principales sont Pensées obsessionnelles sont des idées, des représentations ou des impulsions qui préoccupent le patient en permanence et de manière stéréotypée. Elles sont presque toujours pénibles. Les personnes qui en souffrent essaient d'y résister, le plus souvent en vain. Les pensées sont perçues comme provenant de l'intérieur de soi-même, même si elles sont ressenties comme involontaires et souvent comme répugnantes.

-Actes compulsifs récurrents sont des schémas stéréotypés (façon d'agir uniforme) qui sont constamment répétés. Ils ne sont ressentis ni comme agréables, ni ne servent à remplir des tâches utiles en soi. Les personnes qui en souffrent les vivent souvent comme prévention face à un événement objectivement improbable qui leur causerait des dommages ou lors duquel elles pourraient elles-mêmes causer des préjudices. [APH]

## 5.2 Les causes du trouble obsessionnel compulsif

Les origines des troubles obsessionnels compulsifs sont méconnues. Ils seraient liés à de multiples facteurs :

### 5.2.1 Génétique

Une étude montre qu'on retrouve **8 fois** plus de troubles psychiatriques dans la famille rapprochée d'une personne souffrant de TOC que dans la population générale. Les études sur les jumeaux montrent que si l'un des deux jumeaux est atteint de TOC, l'autre a un risque plus élevé de l'être aussi.

### 5.2.2 Neurophysiologiques

Un hyperfonctionnement de certaines structures cérébrales, notamment frontales et orbitofrontales, est également mis en cause, certains neurotransmetteurs du cerveau, et

notamment la sérotonine, sont pointés du doigt. La sérotonine est une substance qui assure le passage du message nerveux entre les neurones (au niveau des synapses). En cas de TOC, la quantité de sérotonine serait insuffisante. La substance ne joue plus son rôle, l'information circule moins bien.

### 5.2.3 Psychologiques

Une certaine vulnérabilité des patients liée à des troubles de la personnalité ou des événements à l'origine d'un stress est mise en avant, des chercheurs cognitivistes évoquent par exemple une surestimation des dangers chez les personnes obsessionnelles ou encore une perturbation dans le traitement de l'information, perturbation provoquée par des croyances irrationnelles. [W10]

## 5.3 Les symptômes

Les symptômes du trouble obsessionnel compulsif sont très divers et varient selon les personnes, selon la sévérité du trouble. Ils peuvent aussi évoluer avec le temps. On divise les symptômes en :

### 5.3.1 Obsessions

- Peur panique des germes et des microbes
- Stress intense lorsqu'un objet n'est pas à sa place habituelle
- Crainte de perdre quelque chose ou d'oublier quelque chose, menant à des vérifications obsessionnelles
- Peur de blesser physiquement les autres
- Images et/ou pensées sexuelles récurrentes

### 5.3.2 Compulsions

- Faire du ménage sans arrêt
- Se laver les mains plusieurs fois après une tâche
- Compter (les lignes par terre, les craques dans le mur, les briques sur les maisons...)
- Ranger encore et encore les mêmes placards
- Répéter constamment un mot, une phrase
- Vérifier plusieurs fois quelque chose (que le robinet est fermé, que la porte est barrée, que les clés sont dans le sac, etc.). [W11]

## 6. Trouble de Panique

### 6.1 Définition

Le trouble panique est caractérisé par une préoccupation persistante ou des changements de comportements en lien avec la survenue récurrente d'attaques de panique inattendues, c'est-à-dire qui se produisent sans cause évidente ou déclencheur. Elles peuvent survenir par exemple lorsque la personne se détend ou dort. [W12]

Il est défini par la répétition des attaques de panique (au moins 4 en 4 semaines) dont au moins certaines d'entre elles surviennent de façon inattendue. Il est défini par la répétition des attaques de panique (au moins 4 en 4 semaines) dont au moins certaines d'entre elles surviennent de façon inattendue. [W13]

### 6.2 Les causes de trouble de panique

#### 6.2.1 Facteurs environnementaux

La pauvreté, conflits familiaux, exigences parentales trop élevées, etc.

#### 6.2.2 La personnalité

Une personne ayant une faible estime de soi ainsi qu'une faible capacité d'adaptation est plus susceptible de développer un trouble anxieux)

#### 6.2.3 La chimie du cerveau

Un déséquilibre chimique du cerveau peut provoquer des troubles anxieux)

#### 6.2.4 Facteurs génétiques

Vulnérabilité biologique au stress

#### 6.2.5 Des traumatismes

Un événement choquant peut aussi cause une trouble panique. [CEG12]

### 6.3 Les symptômes de trouble de panique

Comme le trouble de panique c'est un conséquent des attaque de panique répétitifs (4fois par 1 mois au moins) donc les symptômes sont bien clair et remarquable chez la personne malade on les présente en dessous :

- Palpitations, battements de cœur ou accélération du rythme cardiaque.

- Transpiration.
- Tremblements ou secousses.
- Sensations d'essoufflement ou d'étouffement.
- Sensation d'étranglement.
- Douleur ou gêne thoraciques.
- Nausées ou gêne abdominale.
- Sensation de vertige, d'instabilité, d'étourdissement, ou de faiblesse.
- Frissons ou sensations de chaleur.
- Paresthésie (engourdissement ou picotement).
- Déréalisation (sentiment d'irréalité) ou dépersonnalisation (impression d'être détaché de soi).
- Peur de perdre le contrôle ou de « devenir fou ».
- Peur de mourir. [W12] [CHR00]

## 7. Autisme

### 7.1 Définition

La seule évidence est que l'autisme a une origine biologique. Les preuves démontrent en effet que les enfants autistes ont des anomalies dans l'organisation structurelle du cerveau. L'autisme peut apparaître rapidement après la naissance et toujours avant l'âge de 3 ans. L'autisme se rencontre chez approximativement 1 enfant sur 200.

Les enfants autistes développent des liens d'attachements envers des objets particuliers plus facilement qu'avec des personnes. Ils vont avoir des comportements compulsifs comme se bercer, battre des bras, fuir du regard. Certains autistes sont muets et d'autres montrent une forme de langage stéréotypée. Les enfants autistes sont souvent institutionnalisés, particulièrement s'ils sont violents ou ont des épisodes d'autodestruction. Même s'ils ont des limites au niveau des apprentissages, plusieurs enfants autistes montrent d'extraordinaires talents dans une sphère spécifique d'activité comme la musique, les arts ou les mathématiques. [KIR07]

### 7.2 Les causes de l'autisme

A ce jour, il n'a pas été trouvé de cause unique à l'autisme et il est probable que plusieurs causes différentes peuvent entraîner le développement des signes de l'autisme.

Les recherches actuelles suggèrent fortement qu'il existe des bases neurologiques et génétiques. L'idée selon laquelle l'autisme trouverait son origine dans des troubles de la relation parent-enfant doit être maintenant totalement abandonnée. [W14]

### 7.2.1 L'hérédité

Lors d'études chez des jumeaux identiques dont l'un est atteint d'autisme, les chances que l'autre le soit également sont d'environ **90 %**. [W15]

### 7.2.2 Infections virales

La rubéole (antirubéoleux) ou le virus cytomégalovirus (relatif au virus de l'herpès) durant la grossesse, et des infections sévères durant l'enfance peuvent être associés avec à l'installation de l'autisme

### 7.2.3 Allergies alimentaires

Des rapports suggèrent que la sensibilité à certains aliments, spécialement au blé, sucre, produits laitiers de la vache peuvent contribuer aux symptômes comportementaux reliés à l'autisme. Vu que plusieurs autistes ont des allergies alimentaires, ces allergènes ont besoin d'être identifiés et éliminés par la diète. La plupart des allergologues ne savent pas que les allergies peuvent affecter le cerveau. [KIR07]

## 7.3 Les symptômes de l'autisme

Les symptômes les plus remarquables chez l'enfant autiste sont :

- Un comportement atypique du bébé, trop calme ou au contraire trop agité.
- Un rapport avec les parents inhabituel et distant (peu de sourires et absence de fixation dans le regard).
- L'enfant donne l'impression de ne pas s'intéresser à ce qui l'entoure.
- Des troubles du sommeil ou de l'alimentation sont possibles.
- La posture de l'enfant peut être atypique, jugée anormale.
- Parfois, l'enfant a des mouvements stéréotypés et répétés comme des balancements.
- Au cours de l'évolution, les troubles s'accroissent et les acquisitions sont retardées par rapport à la normale : langage arrivant plus tard et pauvre, le jeu n'est pas acquis et souvent

solitaire.

Dans la phase caractéristique, on retrouve les trois éléments précités :

-Troubles du comportement de présentation très variables avec l'absence de plaisir aux jeux, une orientation pour des activités répétitives ou de l'intérêt pour des choses qui en sont peu dignes, comme des bouts de ficelle ;

-Troubles des relations sociales avec tendance à jouer seul, à s'isoler, à ne pas chercher le contact, voire le fuir, et à ne pas interagir avec son entourage ;

-Troubles de la communication avec troubles de l'acquisition du langage, souvent pauvre, et peu d'expression physique. [W16]

## **8. Conclusion**

Le domaine de la médecine mental est très vaste et très compliqué aussi, nous avons défini ici seulement les maladies qu'on a fait dans notre modèle pour comprendre et pour extraire les causes et les probabilités. Dans le chapitre suivant nous allons présenter les travaux réalisés dans le domaine médical par les réseaux bayésiens, puis présentons les étapes de la conception et de l'implémentation de notre système.

## Chapitre III

## Conception et Implémentation

### 1. Introduction

Nous présentons dans ce chapitre la conception et l'implémentation de notre application de prédiction de la probabilité qu'une personne peut être infectée par une maladie psychiatrique, avec un réseau bayésien auxquelles nous avons réalisé par Matlab, Nous les décrivons en détail notre conception générale et les aspects de l'utilisation des réseaux bayésiens mais avant d'implémenter et de discuter les résultats obtenu, on va donner un aperçu générale sur les travaux réalisés dans ce domaine.

### 2. Présentation des travaux

Les réseaux bayésiens sont apparus comme un sujet de recherche dans les années 80 et sont utilisés avec succès dans la prise de décision médicale depuis les années 90. Ils ont été utilisés dans plusieurs domaines d'aide à la décision, ainsi qu'ils sont plus utilisable dans le domaine médical.

Dans cette section, nous présentons brièvement quelques recherches importantes pour les réseaux bayésiens

**[REM04]** utilise les réseaux bayésiens pour faire la détection précoce d'anomalie dans les électrocardiographies avec des nouvelles méthodes d'apprentissage.

**[PAB06]** a présenté une méthode d'apprentissage automatique qui optimise les réseaux bayésiens appliqués à la classification, en utilisant une méthode d'apprentissage hybride. Il combine les avantages des arbres de décision avec ceux des réseaux bayésiens.

**[NOA07]** a utilisé une approximation pour un diagnostic médicale en utilisant les réseaux bayésien guidé par les ontologies floue.

**[DAN09]** a présenté la modélisation d'un processus de prise de décision médical appliqué au diagnostic de maladies psychiatriques en utilisant le réseau bayésien.

**[MIL12]** compare les résultats des réseaux bayésiens avec d'autres méthodes de classification « les réseaux de neurone et la logique flou » appliqué sur une base cardiologue.

[ALI15] propose des concepts d'observation incertaine portant sur une variable dans un réseau bayésien et menant à réviser les croyances sur d'autres variables du réseau bayésien, et fournir des illustrations de chacun des concepts afin de faciliter leur appropriation et leur intégration dans les logiciels des réseaux bayésiens.

### 3. Problématique

D'après ce qu'on a lire les réseaux bayésiens montrent leurs efficacités dans plusieurs domaines Surtout dans le domaine médicales, dans notre travail, on veut aussi tester les réseaux bayésiens dans le domaine médicale mais pas dans le diagnostic c'est dans la prédiction.

On veut calculer le pourcentage qu'une personne peut être infecté par une maladie et comme les maladies psychiatrique sont compliqué à diagnostiqué à cause de la ressemblance de ses symptômes et aussi le malade psychiatrique refuse d'allé voir un médecin ou de pendre les médicaments ; nous avons choisir ce domaine pour éviter la propagation de ces maladies mentales.

Les maladies mentales peut être causée par l'environnement, l'héritage ou la drogue ou par aucune ou plusieurs d'entre ces causes. Dans notre vie courante le nombre des personnes qui souffrent de maladie mentale augmentent chaque année, et ça pose des risques sur le patient et leur environnement.

On voudrait faire un système de prédiction par les réseaux bayésiens pour calculer la sensibilité d'un individu d'atteindre une des maladies mentales les plus connu qui sont : Schizophrénie, Psychose maniaco dépressive (PMD), Trouble obsessionnel compulsif (TOC), Trouble de panique et L'autisme est donne une chance assez importante aux personnes de l'éviter absolument.

### 4. Objective

L'objective de notre travail est de faire un système de prédiction qui peut prévoir la sensibilité d'une personne d'être touché par certain maladies psychiques ou pas, avec la connaissance sur son passé héréditaire et social. L'être humain voudrait pouvoir déterminer les probabilités d'atteindre une des cinq maladies les plus connues ; après avoir l'éviter.

Comme ça il aura la possibilité de se protéger de quelques déclencheurs et diminué la propagation de ces maladies.

Comme les réseaux bayésiens sont des outils très pratiques et très efficaces pour le calcul des probabilités causales et pour la représentation de connaissances incertaines, et le raisonnement à partir d'informations incomplètes, on a les choisis pour représenter notre modèle. Aussi pour leur capacité d'inférence.

## 5. Présentation du modèle proposée

On à présenter notre modèle qui aide à prévenir les personnes qui ont une vulnérabilité à quelques maladies psychiatriques par un réseau bayésien parce que les réseaux bayésiens sont des modèles graphiques probabilistes et ils sont parfaites pour la représentation des connaissances et le raisonnement à partir de ces représentations, nous avons les choisir pour modéliser notre système.

Les étapes de base de proposition de notre modèle sont :

- la modélisation de notre structure
- La modélisation des paramètres.
- L'inférence bayésienne.

### 5.1 Modélisation de la structure

La modélisation ou L'apprentissage de structure est un problème très difficile, en particulier à cause de la taille de l'espace de recherche, cette difficulté est due au grand nombre des causes entrent en jeu dont les facteurs influe aux maladies mentales.

Comme nous avons mentionné dans le chapitre 2, chaque maladie a des causes pour la déclenché. Dans les maladies psychiatrique les cause ne se diffère pas trop (on peut trouver une cause dans plusieurs maladie)

Dans notre système, nous avons limités les variables à dix-neuf variables qui représentent les causes et les maladies, nos variables sont représentés dans le tableau 3.1.

Nœud	Abréviation	Nom	explication
1		Age	Age de la personne qui veut faire la prédiction
2		Deux parents	Les deux parents sont affectés par une maladie entre les cinq qu'on a
3	PROCHE	Famille proche	Sœur, frère, père ou mère a infecté
4	VJ	Vrai jumeaux	Son vrai jumeau a infecté par une maladie
5	AT	Autre	Oncle, tante, cousin ou bien cousine a déjà un trouble mentale
6		Drogue	consomme la drogue
7	ANX	Anxiété	Souffrir de stress élevé
8	NVS	Niveau de vie social	Le niveau de la vie social « <i>bon</i> ou <i>mauvais</i> »
9		Héritage	S'il y a une personne dans la famille déjà souffre d'une maladie mentale donc il a une vulnérabilité génétique pour cette maladie
10		Alcool	La personne concernée est alcoolique
11	ATT.P	Attaque de panique	Souffre des attaques de panique répétitif « cinq attaque par mois »
12	EV.T	Evènement traumatisant	Un évènement choquant qui a marqué un trouble dans la personnalité de la personne qui va faire cette prédiction
13	Ru /VI	Rubéole/Verus	Si la mère est touchée par un virus ou bien la maladie de la rubéole durant la grossesse
14	AL.L	Allergique au produit laitier	La personne concernée a une allergie contre les produits laitiers
15	SCHIZ	Schizophrénie	Maladie
16	PMD	Psychose maniaco dépressive	Trouble bipolaire (Maladie)
17	TOC	Trouble obsessionnel compulsif	Maladie
18	TP	Trouble de panique	Maladie
19		Autisme	Problème de communication chez les enfants

*Tableau 3.1 : présentation des nœuds avec leur explication.*

- Chaque variable représente un nœud dans notre RB.
- Chaque cause est reliée à une ou plusieurs maladies.
- Chaque nœud contient deux probabilités « oui et non » à part le nœud du niveau social qui à aussi deux probabilité mais bien ou mauvais au lieu de oui ou non et le nœud âge qui contient l'âge du personne.

A propos de ces variables, on fait les hypothèses de modélisation suivantes à l'aide d'un médecin spécialiste en neuropsychiatrie « **Dr. Bouchmel Mourad** » ancien médecin à l'hôpital Ibn zahr Guelma, maintenant il a son propre cabinet rue Slimani Ammar num23 en face à l'hôpital ibn zahr Guelma.

- Les variables Schizophrénie, Psychose maniaco dépressive, Trouble obsessionnel compulsif, Trouble de panique et l'Autisme sont les maladies.
- Les variables Age, Parent, famille proche, Vrai jumeaux, Autre (famille maternel ou paternel), drogue, évènement traumatisant, allergie contre les produits laitiers, alcool, anxiété, niveau de vie social sont les causes supposées indépendantes (elle n'ont pas des causes qui influe pour leur présence ) ;elles constituent donc les racines de notre RB
- La Schizophrénie influencées par héritage, drogue, anxiété et le niveau de la vie social ; les variables alcool, age, niveau de vie social, anxiété et héritage provoque le PMD. Les variables héritage et anxiété pour le TOC ; Attaque de panique et niveau de vie social, évènement traumatisant et anxiété influence les Trouble de panique et enfin Vrai jumeau, age, allergies contre les produits laitiers et rubéole pour l'autisme.

Nous avons modélisée cette base de connaissances dans la figure 3.1 ci-dessous qui représente la structure générale de notre système.

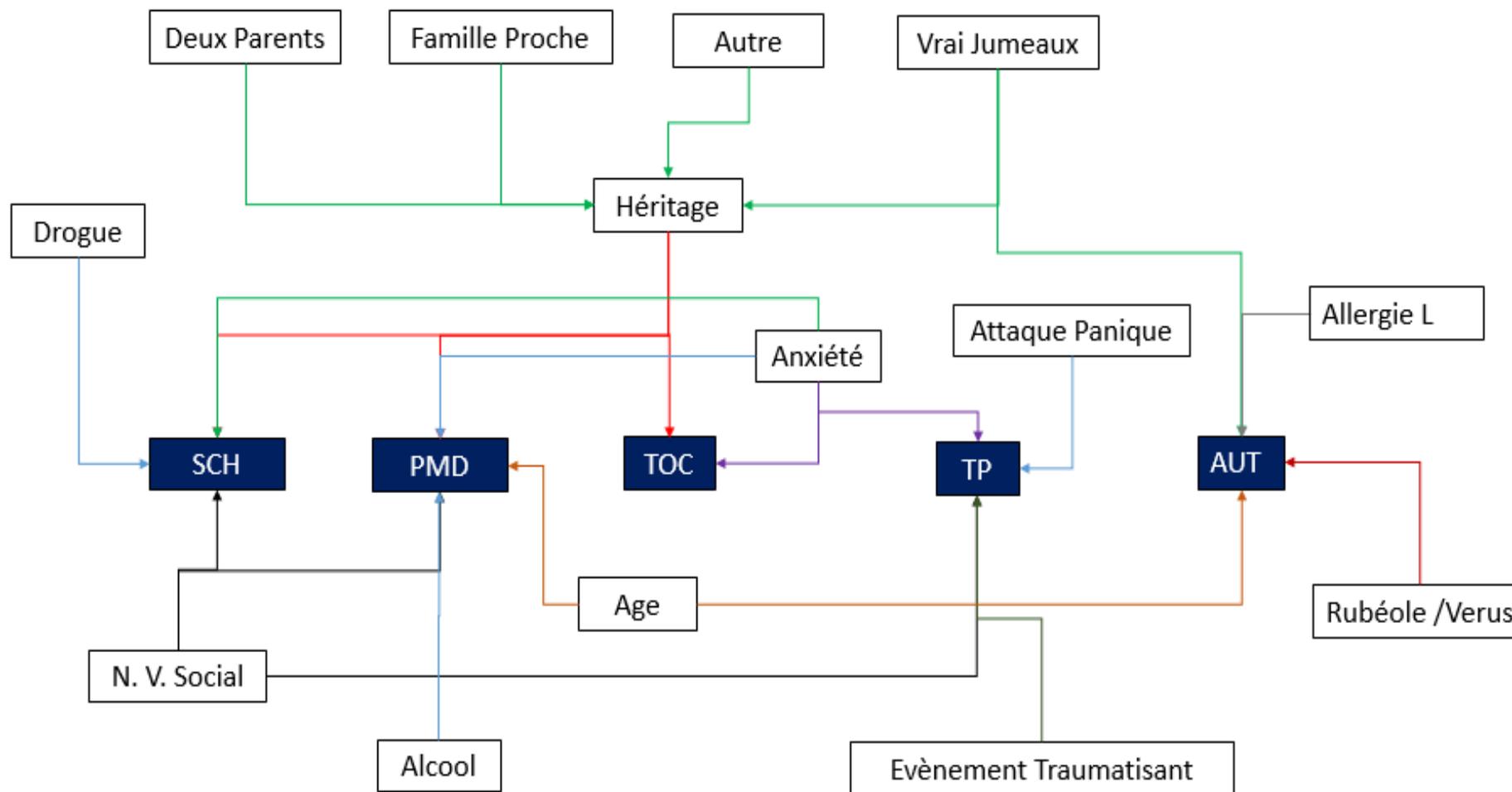


Figure 3.1 : structure générale du système.

### 5.2 La modélisation des paramètres.

Comme nous avons fait un modèle bayésien, il manque dans notre structure les pourcentages pour compléter notre structure.

Le tableau suivant présente les pourcentages des causes pour chaque maladie qui sont capté d'après des documents médical (nous avons détaillé ça dans le chapitre 02) et d'autres nous a été fournis par le médecin spécialiste en neuropsychiatrie « **Dr. Bouchmel Mourad** ».

	schizophrénie	PMD	TOC	TP	Autisme
Proches	10%	10%	8%		
D.Parents	40%	10%	8%		
Vrai. Jumeaux	46%	10%	8%		90%
Autres	5%	10%	8%		
Drogue	5%				
Anxiété	4%	15%	20%	25%	
Vie Social	Bien 0,5 Pas bien 3%	0,5% 14%		1% 15%	
Alcool		30%			
Age		[18-30] 18%			[1-36] mois 20%
Attaque de panique				40%	
E. Traumatisant				30%	
Rubéole/Verus					35%
Allergie. L					40%

*Tableau 3.2 : les probabilités des causes des maladies.*

Après l'ajout de ces probabilités dans notre modèle la structure devient comme suit :

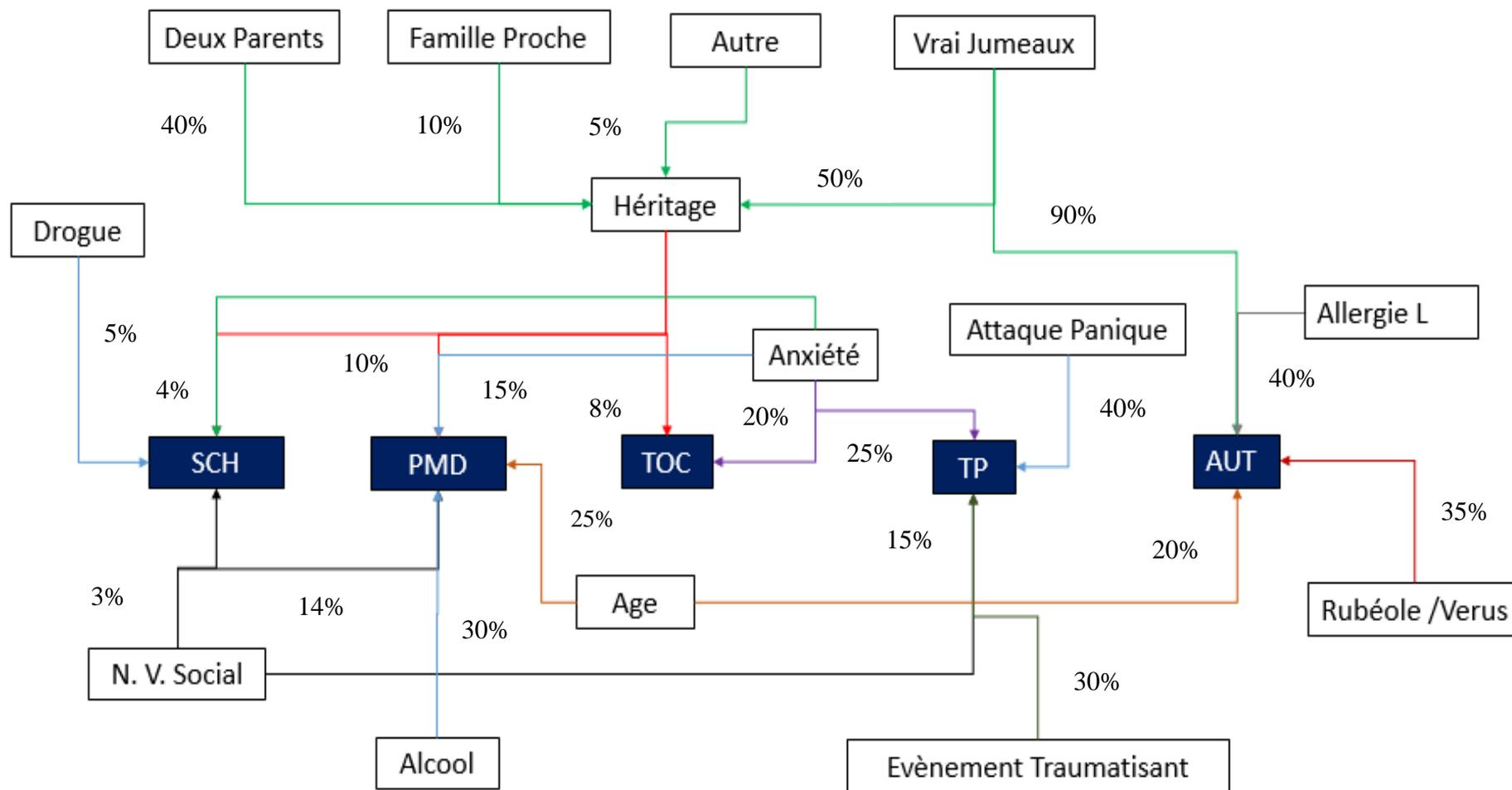


Figure 3.2 : structure finale du système avec les probabilités

### 5.3 L'inférence bayésienne

La probabilité jointe du réseau bayésien dans ce cas s'écrit comme produit des tables de probabilités conditionnelles associées aux variables de ce réseau. On appliquant la formule de Bayes.

$$P(B|A) = \frac{P(A|B) \cdot P(B)}{P(A)}$$

**Pour** calculer les probabilités marginales et conditionnelles d'un nœud de notre RB.

$$P(M) = \prod_{i=1}^n P(M_i | pa(M_i))$$

$$M = \{M_1, \dots, M_n\}$$

$$P(M_1 M_2 M_3 M_4 M_5) = \prod_{i=1}^n P(M_i | pa(M_i))$$

$$P(M_1 \dots M_{19}) = P(M_{19} | M_{18} \dots M_1) P(M_{18} | M_{17} \dots M_1) \dots$$

## 6. Implémentation du système

Dans ce qui suit on va réaliser notre système dans un environnement

### 6.1 Environnement de développement

Pour développer n'importe quelle application, nous avons besoin d'un environnement matériel et un environnement logiciel

#### 6.1.1 Environnement matériel

Matériel	Caractéristiques
PC	<b>Processeur :</b> Intel I3 <b>Ram :</b> 4 Gb <b>Disque dur :</b> 500 Gb

**Tableau 3.3 :** caractéristiques du matériel

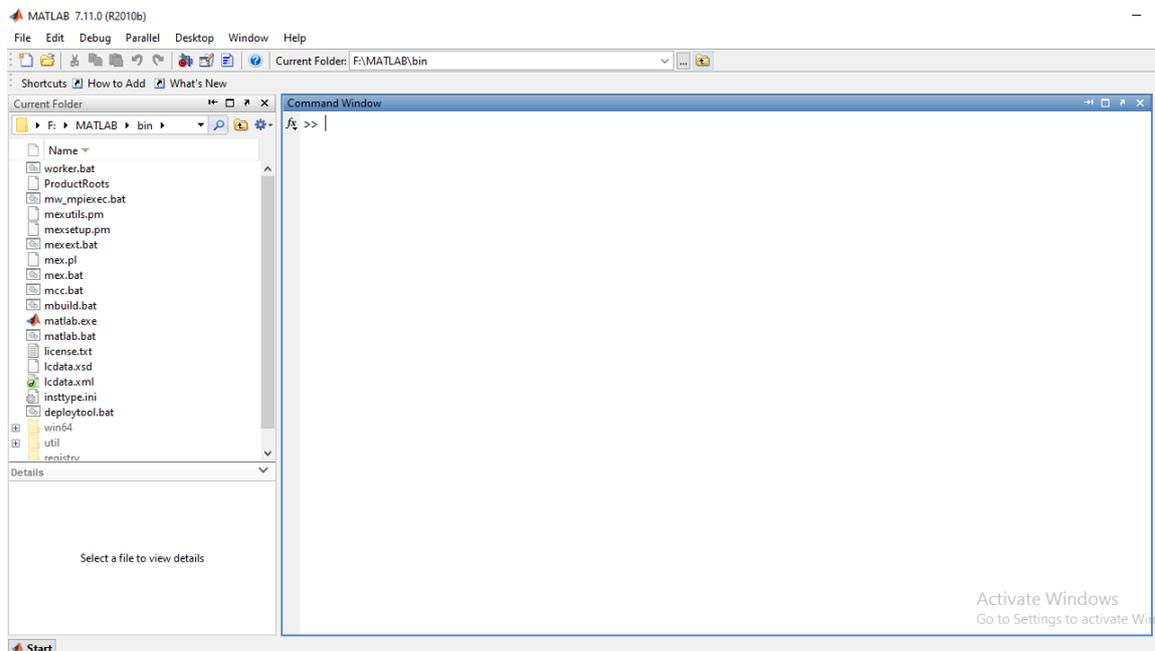
### 6.1.2 Environnement logiciel

L'application a été développée sous « Matlab R2010b » et nous avons utilisé une Bibliothèque des fonctions Matlab « Bayes Net Toolbox ».

#### MATLAB

Le Matlab est un logiciel de calcul interactif développé par la société Math Works Il permet de réaliser des simulations numériques basées sur des algorithmes d'analyse numérique, manipuler les matrices, afficher les courbes et créer des interfaces utilisateurs.

Son objectif, par rapport aux autres langages, est de simplifier au maximum la transcription en langage informatique d'un problème mathématique, en utilisant une écriture la plus proche possible du langage naturel scientifique.



*Figure 3.3 : Interface principale du Matlab*

#### Fonctionnalité du Matlab

- Graphiques destinés à la visualisation de données et outils conçus pour créer des tracés personnalisés.
- Environnement bureau pensé pour l'exploration itérative, la conception et la résolution de problèmes.
- Outils permettant la création d'applications avec interface utilisateur personnalisée.

- Applications dédiées à l'ajustement de courbes, la classification de données, l'analyse de signaux et bien d'autres tâches spécialisées.
- Langage de haut niveau pour le calcul scientifique et technique.

### **Bayes Net Toolbox (BNT)**

La Bayes Net Toolbox (BNT) est une librairie Matlab développé par Kevin Murphy sous licence publique générale GNU version 2. Elle permet de définir, apprendre, manipuler et exploiter différents types de modèles graphiques probabilistes. Elle est disponible pour tous les systèmes qui peuvent exécuter Matlab, dont une installation est requise. Nous avons choisi de l'utilisé car :

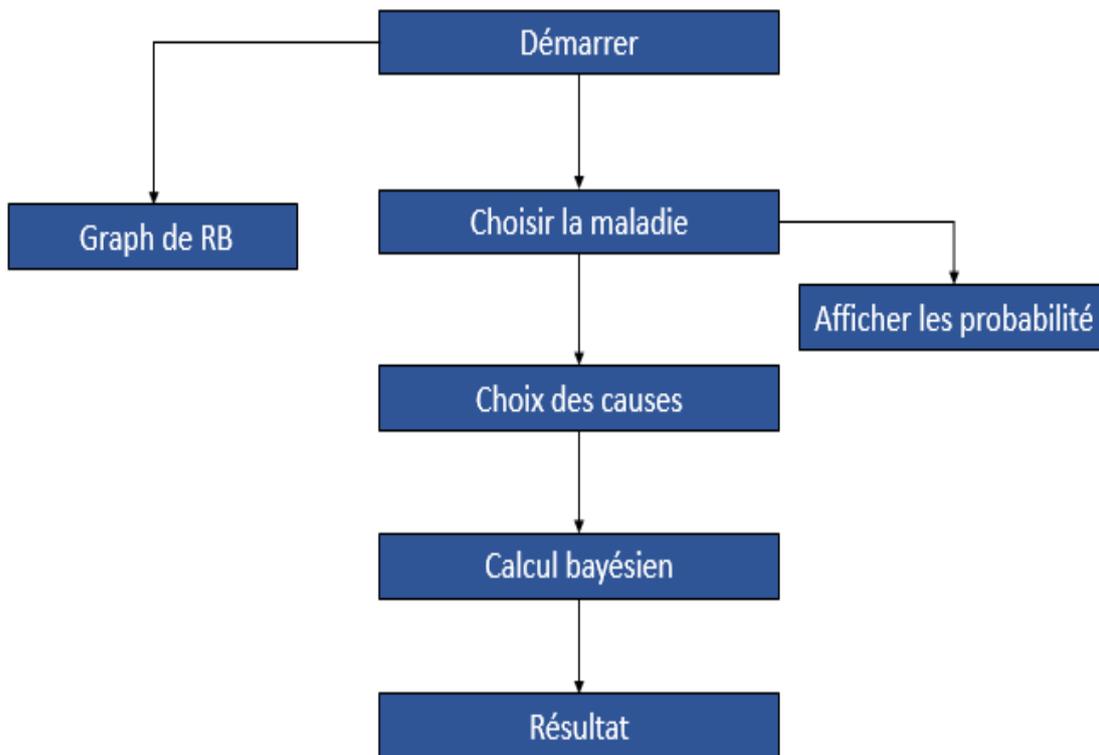
- Elle effectue l'inférence bayésienne soit de manière exacte, soit de manière approchée, avec plusieurs moteurs implémentés,
- Elle gère également les distributions de probabilités discrètes, gaussiennes et binaires,
- Elle traite l'apprentissage des paramètres,
- Elle gère l'apprentissage de la structure avec différent algorithme IC\*, PC et K2,
- De plus cet outil récupère les avantages de Matlab, qui a de bons algorithmes numériques, et les tableaux sont particulièrement bien adaptés à la gestion des tables de probabilités conditionnelles des réseaux bayésiens.

### **Installation**

Pour construire un réseau bayésien selon Matlab, il faut :

- Télécharger BNT [W17]
- Décompresser l'archive dans votre disque.
- Ajouter les répertoires de la BNT à l'arbre de recherche de Matlab add path (genpathKPM (pwd))
- Vérifier l'installation : test\_BNT.

## 6.2 Architecture de l'application

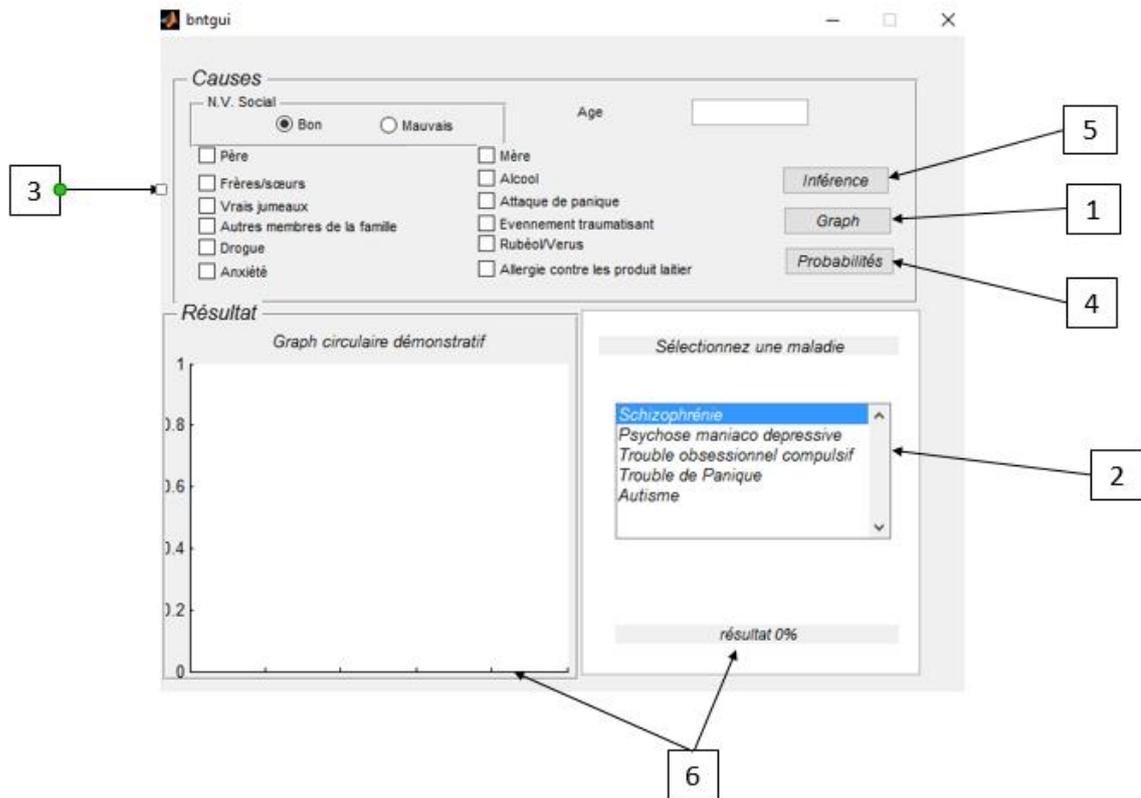


*Figure 3.4 : Architecture général de notre application*

## 6.3 Présentation de l'application

Notre application est composée d'une interface principale qui contient tout ce qu'on a besoin pour prédire la sensibilité d'une personne à être infectée par une maladie mentale parmi les maladies qu'on a étudiées, ainsi elle présente la structure générale de notre système et une table de probabilité.

La figure 3.5 représente l'interface de notre application, nous avons numéroté pour expliquer chaque partie.



*Figure 3.5 : Interface principale de notre application.*

Nous avons divisé notre interface à plusieurs parties numérotées de 1 à 6, on va expliquer le rôle de chaque partie dans l'application.

### 1 .Bouton graph (STRUCTURE)

Pour voir notre structure de réseau bayésien, il suffit de cliquer sur le bouton graph.(figure 3.6), nous avons fait la structure expliquée dans la partie de conception par l'outil BNT permet de visualiser le graphe de causalité par la fonction « draw\_graph », qui nous donne la structure suivante :



## 2 .Parties des maladies

Pour faire la prédiction, il faut choisir une de cinq maladies présenté dans la partie 2 qui sont :

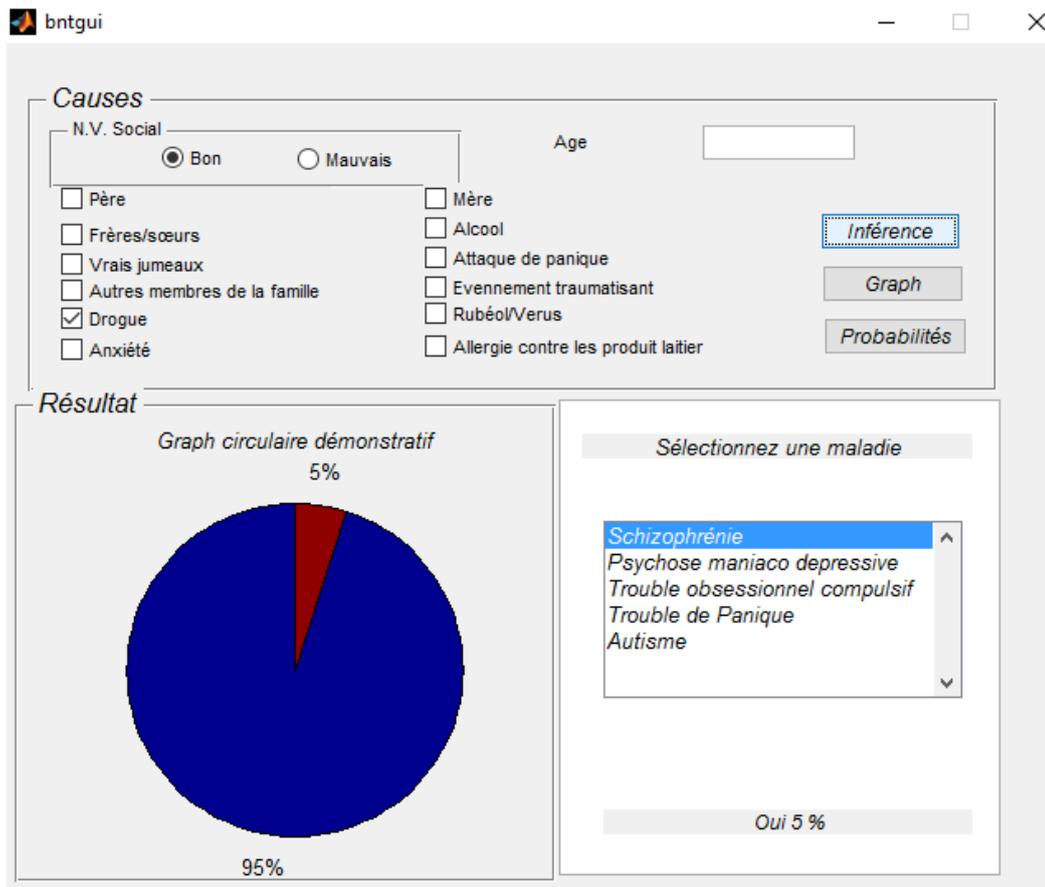
- Schizophrénie
- Psychose maniaco dépressive (PMD),
- Trouble obsessionnel compulsif (TOC),
- Trouble de panique
- L'autisme.

Par la suite il faut choisir les causes

## 3 .Partie des causes

D'après ce qu'on a dit déjà dans le chapitre 02 et d'après notre structure (figure 3.1), le déclenchement d'une maladie mentale devient après des causes bien précise, la partie numéroté 03 représente ces causes.

D'prés notre modélisation la majorité des nœuds (causes) peut prendre la valeur oui ou non, à part l'âge et l'état social, lorsqu'on a coché une cause ça veut dire oui et donc prend le pourcentage existe dans le tableau 3.1. Il faut cocher les cases qui sont présent dans la personne pour calculer l'inférence, on suppose par exemple qu'on à choisir la schizophrénie, si la personne cochez la case drogue par exemple donc on prend la probabilité 0.05 (5%), si on n'a pas coché elle prend le pourcentage 0,01%, la figure 3.8 représente cet exemple.



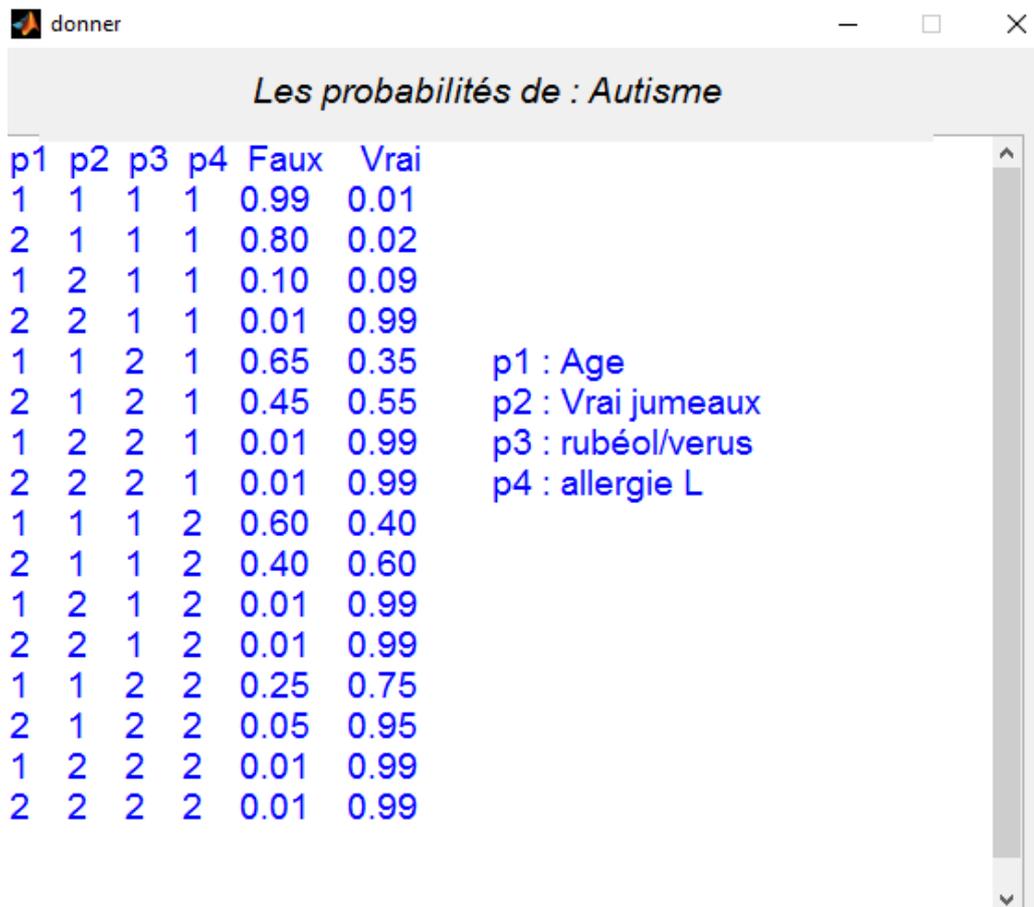
*Figure 3.8 : Exemple de probabilité d'une seule cause*

### 5 .Bouton probabilité

Pour la représentation des connaissances associées à notre problème, on à associer à chaque nœud une table de probabilités, ces tables sont remplies à partir des données qui contiennent les statistiques de chaque nœud.

Pour voir ces tables de probabilités, dans le menu de notre application, il suffit de choisir la maladie par la suite une simple clique sur le bouton probabilité.

La figure 3.9 représente les probabilités de l'**Autisme**.



p1	p2	p3	p4	Faux	Vrai
1	1	1	1	0.99	0.01
2	1	1	1	0.80	0.02
1	2	1	1	0.10	0.09
2	2	1	1	0.01	0.99
1	1	2	1	0.65	0.35
2	1	2	1	0.45	0.55
1	2	2	1	0.01	0.99
2	2	2	1	0.01	0.99
1	1	1	2	0.60	0.40
2	1	1	2	0.40	0.60
1	2	1	2	0.01	0.99
2	2	1	2	0.01	0.99
1	1	2	2	0.25	0.75
2	1	2	2	0.05	0.95
1	2	2	2	0.01	0.99
2	2	2	2	0.01	0.99

p1 : Age  
 p2 : Vrai jumeaux  
 p3 : rubéol/verus  
 p4 : allergie L

*Figure 3.9 : les probabilités de l'Autisme*

### 5 .Bouton d'inférence.

Pour calculer le pourcentage de la maladie sélectionné il faut cliquer sur bouton inférence.

Comme on a dit dans le chapitre 1 les algorithmes d'inférence n'applique pas le théorème de bayes directement car cela emmène ver des calculs très couteux en temps, donc pour un réseau bayésien dont l'ensemble des nœuds est

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\},$$

Les algorithmes d'inférence permettent de calculer les probabilités a posteriori  $P(X_i | Y)$  d'une variable  $X_i$  sachant les observations  $Y$  où  $Y \subset X$  et  $X_i \in Y$ .

Dans notre code nous avons utilisé l'algorithme d'inférence Arbre de jonction,



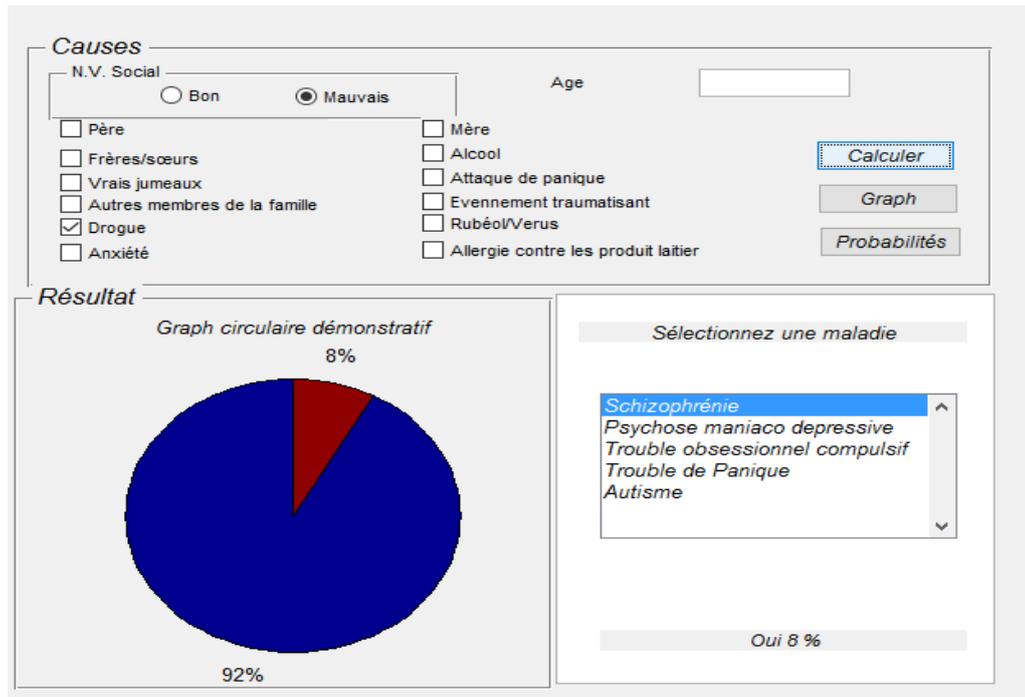


Figure 3.11 : Résultat pour Schizophrénie.

Les résultats sont très acceptables, une personne qui consomme la drogue « cannabis » et qui à un niveau de vie social mauvais il a une probabilité de 8% d’être un schizophrène. On rajoute un seul déclencheur qui est anxiété et les résultats dans la figure suivante

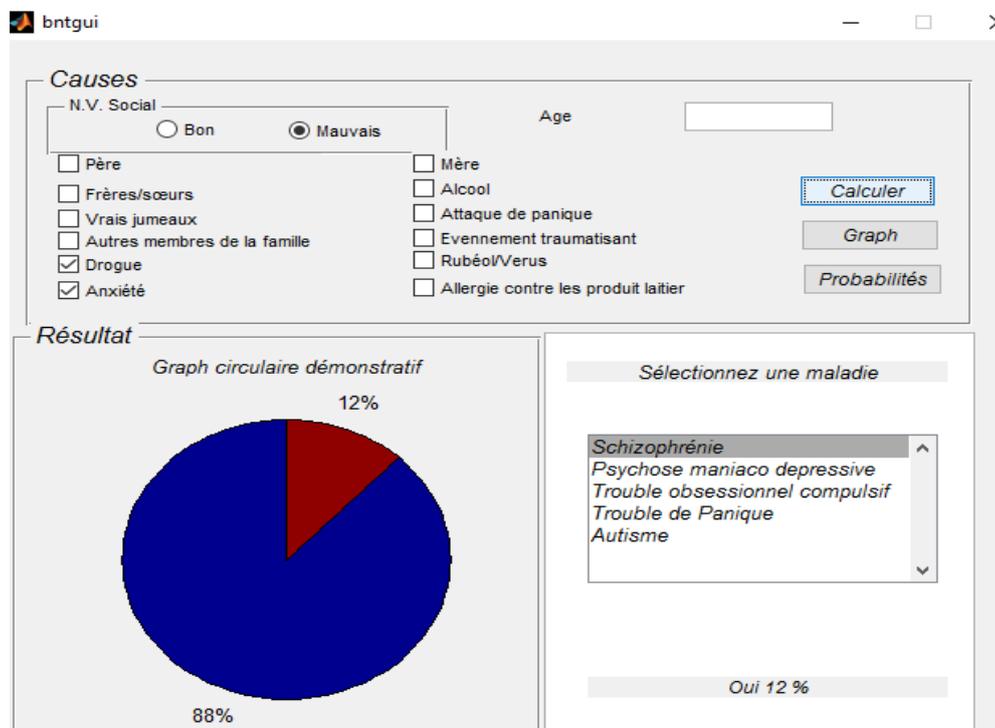
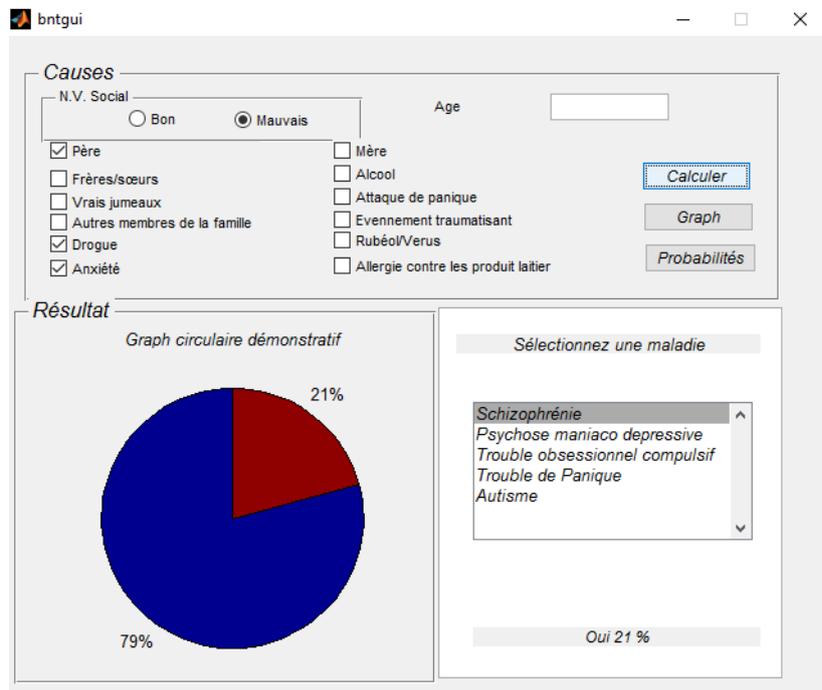


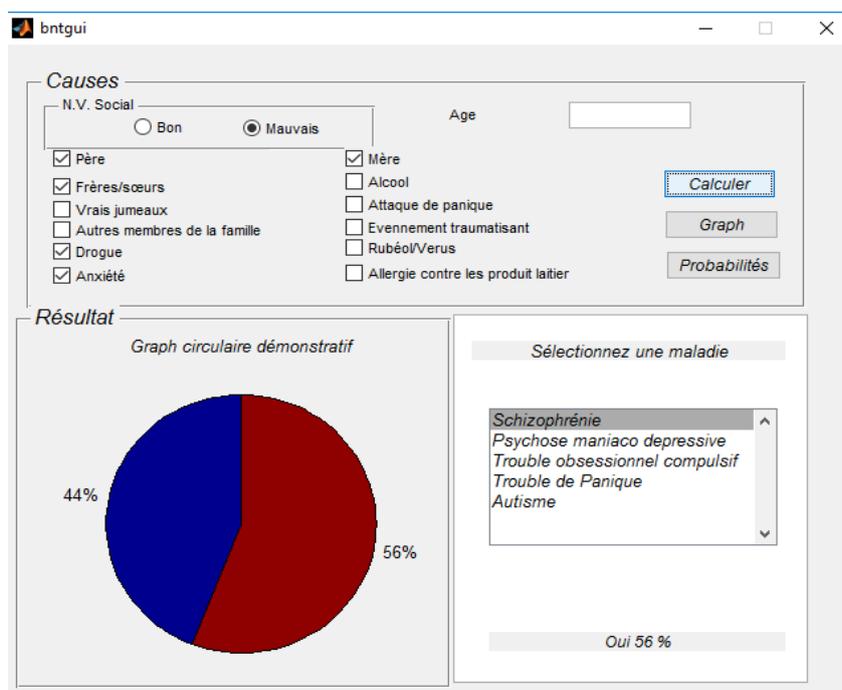
Figure 3.12 : Résultat de deuxième test pour SCH

La probabilité d'être un schizophrène est augmenté à 12% avec la présence d'anxiété qui influe avec pourcentage de 4% sur la schizophrénie.



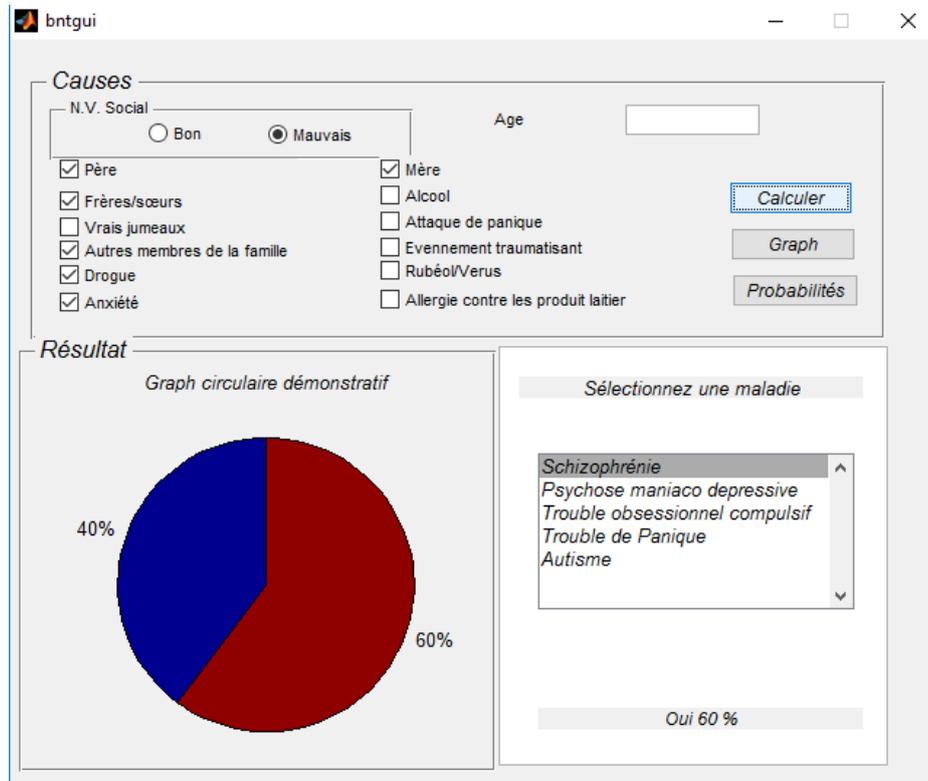
**Figure 3.13** : Résultat de troisième test de SCH

La figure 3.13 On a rajouté un père schizophrène la probabilité et de 21% d'être touché par la schizophrénie.



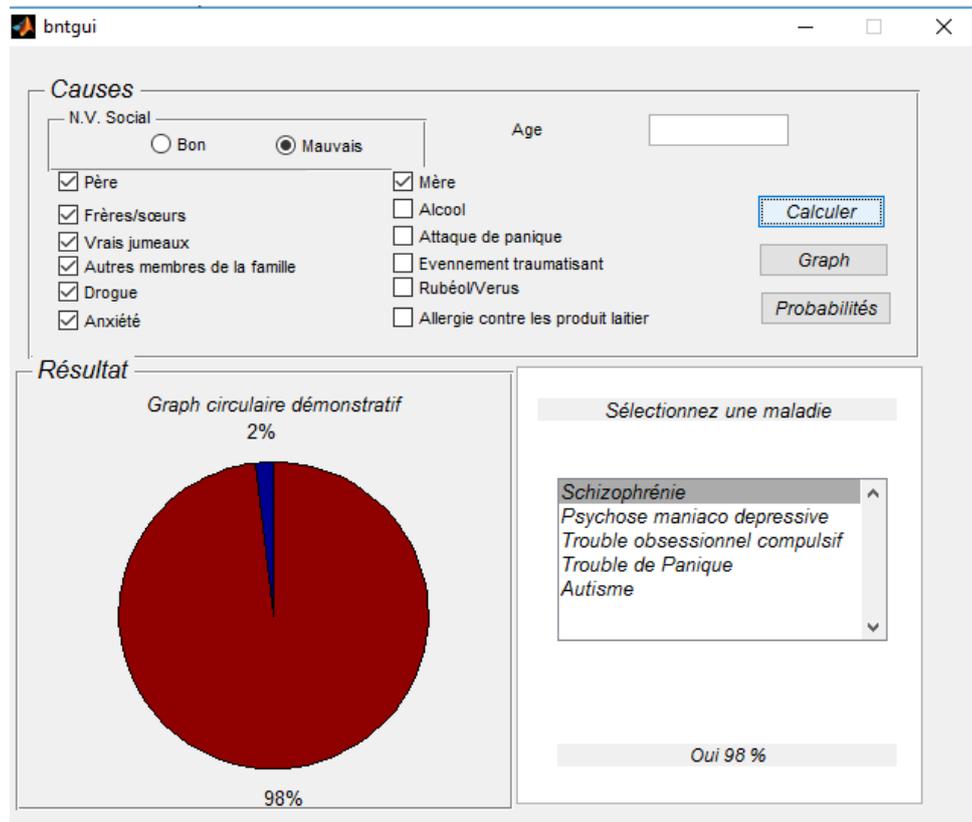
**Figure 3.14** : Résultat de quatrième test de SCH

Dans le cas présenté figure 3.14 Les deux parents sont des schizophrène plus d'autre causes qui sont coché dans les précédents on remarque que la probabilité de la prédiction est augmenté jusqu'à 46 % Alors une personne avec des parent schizophrène il est dans le risque.



*Figure 3.15 : Résultat pour cinquième test de SCH*

Les résultats au-dessus montrent que si un membre de la famille est un schizophrène, le risque de l'être aussi augmente à 60% avec les autres causes bien sur.



*Figure 3.16 : Résultats pour sixième test de SCH*

Et on termine avec un vrai jumeau schizophrène, les résultats dans la figure 3.16 Si tous les membres de famille ainsi u vrai jumeau sont des schizophrènes le pourcentage de l'être est de 98%.

Après tous les tests qu'on a faits on a confirmé efficacité des réseaux bayésiens pour la prédiction, à chaque fois il calcule les pourcentages augmente si on rajoute une cause qui influe sur la maladie est le contraire.

Notre système bayésiens a montré que la schizophrénie est une maladie héréditaire, car les pourcentages d'être influe par cette maladie sont plus grand que d'être influe par les cause de drogue ou bien le niveau social ou d'autre.

## 7. Conclusion

Nous avons exposées les étapes de la construction d'un système de prédiction de sensibilité d'une personne aux cinq maladies mentales étudié par un réseau bayésien, on a montré aussi quelque exemple des résultats qui sont validé par un médecin qui a aimé ce travail et il nous souhaite une continuité dans ce domaine.

### Conclusion et perspectives

Mieux vaut prévenir que guérir, comme les malades mentales généralement n'accepte pas leurs état et refuse carrément d'aller voir un médecin, aussi ils ne peuvent pas gérer leurs vie quotidienne à cause des troubles dans le cerveau. Encore il est difficile de s'avouer que peut éventuellement souffrir d'un trouble mentale. Et ce n'est pas toujours aussi évident que cela à déterminer pour savoir quoi faire et vers qui se tourner, il est essentiel que vous sachiez de quelle maladie mentale exacte peut atteint.

Dans ce travail nous avons montré la modélisation d'un système de prédiction qui peut aider plusieurs personnes pour se protégé contre les maladies mentales qui détruit la santé du cerveau, nous utilisons les Réseaux bayésiens qui ont encore une fois prouvé leur efficacité dans la prédiction maladie.

Notre application était validé par le médecin spécialiste « **Bouchmel Mourad** » il était très content et satisfait de cette application, il nous souhaite la continuité.

Comme la détection de diagnostic est un problème très important dans tous les domaines nos perspective est de faire un diagnostic médical dans laquelle il est important de garantir la bonne qualité de soins, le temps n'était pas de notre côté pour faire un stage dans hôpital spécialisé aux maladies mentales, pour travailler sur une base de données certaine et validé par plusieurs médecins. Et aussi on veut faire tourner notre modèle et de le tester sur une base de cas standard afin de vérifier et confirmer ses performances.

**Bibliographie**

- [ALI15] Ali.BEN MRAD « Observations Probabilistes dans les Réseaux Bayésiens». Thèse de DOCTORAT, L'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax, juin 2015.
- [APH] APhS Angst- und Panikhilfe Schweiz « Troubles obsessionnels compulsifs Vivre sans aucune contrainte » Suisse) SA, Cherstrasse 4, 8152 Glattbrugg/ZH
- [Bou11] H. Bouhamed, A. Rebai, T. Lecroq, M. Jaoua « Organisation et optimisation des données pour l'apprentissage de structure d'un réseau bayésien multi-entités » Université de Sfax, Tunisie , 2011
- [CEG12] Cégep de Ste-Foy « Trouble panique. Santé mentale » Aide-mémoire, Février 2012
- [CHR00] Docteur Christophe André Servant D « LE TROUBLE PANIQUE AVEC OU SANS AGORAPHOBIE » Service Hospitalo-Universitaire Centre Hospitalier Sainte-Anne, Paris. Servant D et al. 2000
- [DAN09] Daniel-Ioan Curiac, Gabriel Vasile, Ovidiu Baniias, Constantin Volosencu, Adriana Albu Bayesian Network Model for Diagnosis of Psychiatric Diseases, "Politehnica" University of Timisoara, Romania. 2009
- [JEA06] Dr Jean Desclin « LA SCHIZOPHRENIE Ce que les familles et les proches des malades devraient savoir » Texte remanié et mis à jour en 2006.
- [JUL] Pr Julien-Daniel Guelfi (psychiatre, CH Sainte-Anne) et Aude Caria (directrice, Psycom). « TROUBLES BIPOLAIRES » Psycom 11, rue Cabanis - 75674 Paris Cedex 14
- [KIR07] Kirkman « l'autisme Chercher pour répondre » Traduction et adaptation par Marie-Céline Arsenault, n.d. 13/01/2007
- [MIL12] Etude comparative entre réseaux bayésien et autre méthodes de classification appliqué sur une base cardiologue, Thèse de Master, université Telemcen 2012.
- [NAO07] NAOUAR, Fatiha « Algorithme approximatif pour le diagnostic médical basé sur un réseau bayésien possibiliste guidé par ontologie floue » université Sousse, 2007

- [NEI01]** Neil A. Rector, Ph.D. Christina Bartha, MSW Kate Kitchen, MSW. DR Martin Katzman. DRE Margaret Richter « Le Trouble obsessionnel compulsif », Centre de toxicomanie et de santé mentale, 2001
- [OLI04]** Olivier François et Philippe Leray « Étude Comparative d'Algorithmes d'Apprentissage de Structure dans les Réseaux Bayésiens » Laboratoire Perception, Systèmes, Information université, Saint-Etienne-du-Rouvray - Cedex 13 juillet 2004
- [Oli07]** Olivier PARENT Julien EUSTACHE, Les Réseaux Bayésiens A la recherche de la vérité, 2007.
- [PAB06]** Pablo Felgar, Paola Britos, Ramon Garcia Martinez «Prediction in health domain using Bayesian networks optimization based on induction learning techniques» International Journal of Modern Physics, 2006
- [Pat08]** Patrick Naïm, Pierre-Henri Wuillemin, Philippe Leray, Olivier Pourret, Anna Becker "Réseaux bayésiens », Livre, Groupe Eyrolles, 2008.
- [PHI06]** Philippe LERAY « Réseaux bayésiens : apprentissage et modélisation de systèmes complexes » Maître de Conférences LITIS – EA 4051 Département ASI, INSA de Rouen, novembre 2006.
- [PIE01]** Dr Pierre Lalonde « Décrit bien les attentes qui peuvent être présente dans la schizophrénie », Clinique Jeunes adultes de l'Hôpital Louis.H. 2001
- [REM04]** Rémi DUBOIS thèse doctorat « Application des nouvelles méthodes d'apprentissage à la détection précoce d'anomalies en électrocardiographie », Université Paris6 janvier, 2004.
- [ROB77]** Robinson, R. W. Counting unlabeled acyclic digraphs. Dans Little, C. H. C. (Ed.), Combinatorial Mathematics, 1977
- [SOC06]** Société québécoise de la schizophrénie « La schizophrénie Comprendre et aider » Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2006
- [SOC12]** Société canadienne de la schizophrénie « apprendre à connaître la schizophrénie : une lueur d'espoir » Manuel de référence pour les familles et les aidants naturels, 2012

[STE08] PD Dr. med. Stephanie Krüger, Prof. Dr. med. Peter Bräunig« LE TROUBLE BIPOLAIRE Ce que vous devez savoir » Brochure d'information destinée aux patients et à leurs proches, Allemagne, 2008

### Webographie

[W01] <http://www.alloprof.qc.ca/BV/pages/m1468.aspx> consulté le 20Février 2017.

[W02] <http://www.psychologies.com/Dico-Psycho/Maladie-mentale> consulté le 26Avril 2017.

[W03] <http://sante-medecine.journaldesfemmes.com/faq/35749-maladie-psychiatrique-definition> consulté le 26Avril 2017.

[W04] <http://www.schizophrenie.qc.ca/quest-ce-que-la-schizophrenie.html> consulté le 27 Avril 2017.

[W05] <http://www.douglas.qc.ca/info/schizophrenie> consulté le 27 Avril 2017.

[W06] <http://eurekasante.vidal.fr/maladies/psychisme/schizophrenie-psychoses.html?pb=causes-evolution> consulté le 01Mai 2017.

[W07] <http://www.e-sante.fr/cannabis-schizophrenie-lien-se-confirme/actualite/1387> consulté le 01Mai 2017.

[W08] <http://www.lebipolaire.com/bipolaire-definition-symptomes-causes-de-trouble-mental/> consulté le 05Mai 2017.

[W09] <http://www.douglas.qc.ca/info/troubles-bipolaires> consulté le 05 Mai 2017.

[W10] [http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=to\\_c\\_pm](http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=to_c_pm) consulté le 07Mai 2017.

[W11] <http://www.canalvie.com/sante-beaute/sante/index-des-maladies/trouble-obsessionnel-compulsif-1.1385518> consulté le 07Mai 2017.

[W12] <http://www.psychomedia.qc.ca/dsm-5/2016-02-08/criteres-diagnostiques-trouble-panique> Mai 2017 consulté le 17Mai 2017.

[W13] <https://www.anxiete.fr/trouble-panique/troublepanique/> consulté le 17Mai 2017.

[W14] <http://www.craif.org/6-generalites.html> consulté le 20Mai 2017.

[W15] <http://santecheznous.com/condition/getcondition/autisme> consulté le 20Mai 2017.

[W16] <http://sante-medecine.journaldesfemmes.com/faq/15116-autisme-symptomes-et-traitement> consulté le 20Mai 2017.

[W17] <http://bnt.googlecode.com/files/FuLLBNT-1.0.4.zip>