



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique

Filière : Génie Industrielle

Projet de Fin d'Etudes

Master 2 : Génie Industrielle

Intitulé :

L'aide de l'intelligence artificielle à la prise de décision

(Cas d'étude : Classification des tubes PEHD de la
société Canal Plast Groupe Kherbouche)

Présenté par :

BENMANSOUR Adel.

BOUZOUINA Sara Safia.

OUDINAT Sara Hadjer.

Jury :

Président: BENSMACHINE Abderrahmene

Encadreur: MALIKI Fouad

Co encadreur: BOUBEKEUR Djamilia

Examineur: BENNEKROUF Mohamed

Examineur: BESSENOUCI Hakim Nadhir

Année Universitaire : 2016/2017

I. Introduction Générale	11
Chapitre 1 : Généralité sur la prise de décision et l'intelligence artificielle	14
1.1 Introduction	15
1.2 La prise de décision	15
1.2.1 Qu'est-ce qu'une décision ?	15
1.2.2 Définition de la prise de décisions	16
1.2.3 Qu'est ce que le processus de prise de décision ?	16
L'Intelligence	16
La Modélisation	16
Le Choix	16
Le Contrôle	16
1.2.4 L'univers de la prise de décision	17
1.2.5 Les catégories de problèmes	17
Les problèmes urgents	17
Les problèmes non urgents	18
Les problèmes d'opportunité	18
1.2.6 L'intuition, le jugement et la créativité dans la prise de décision	18
1.2.7 Les catégories de prises de décisions et leurs fondements	18
1.3 L'intelligence artificielle	21
1.3.1 Historique	21
1.3.2 Qu'est ce que l'intelligence ?	22
Les processus cognitifs	22
1.3.3 Définition de l'intelligence artificielle	23
Autre définitions de l'intelligence artificielle	23
Des systèmes qui pensent comme les humains	23
Des systèmes qui agissent comme les humains	23
Des systèmes qui pensent rationnellement	24
Des systèmes qui agissent rationnellement	24
1.3.4 Les tendances de l'intelligence artificielle	24
1.3.5 Multiples applications de l'intelligence artificielle déployées dans la vie quotidienne :	25
Les finances	26
Le cyber sécurité	26
La médecine	26

Les jeux vidéo	26
1.3.6 Le futur de l'intelligence artificielle	26
1.3.6.a Les applications du futur	27
Les voitures autonomes	27
La robotique	27
Les objets connectés	28
Le bâtiment connecté	28
1.3.6.b Les technologies en cours de développement	28
Des machines qui se souviennent	28
La technologie de mémoire associative	29
L'intelligence artificielle quantique	29
1.3.7 Avantages et inconvénients de l'intelligence artificielle	29
1.3.7.a Les avantages	29
1.3.7.b Les inconvénients	30
1.4 Conclusion	30
Chapitre 2 : La prise de décision et l'intelligence artificielle dans l'entreprise	31
2.1. Introduction	32
2.2. La prise de décision dans l'entreprise	32
2.2.1 Les différents types de décisions	32
2.2.1.1 Classification des décisions selon leurs degrés de risque	32
Les décisions « certaines »	32
Les décisions « aléatoires »	33
Les décisions "incertaines"	33
2.2.1.2 Classification des décisions selon leurs niveaux d'importance	34
Les décisions stratégiques	34
Les décisions tactiques ou de pilotage	35
Les décisions opérationnelles	35
2.3 Les décideurs	36
2.4 Caractéristiques des différents types de décision	36
Analyse de l'objectif	36
Collecte de l'information	36
Définition des options possibles	36
Comparaison et évaluation de ces options	36

Choix d'une option	36
2.5 L'intelligence artificielle dans l'entreprise	37
<i>Détection des anomalies comptables et financières</i>	37
<i>La reconnaissance automatique de produits</i>	38
<i>Etudes des comportements en magasin</i>	38
<i>Détermination automatique des nomenclatures de production</i>	39
<i>Support client en ligne automatique</i>	39
2.5.2 L'impact de l'intelligence artificiel dans les entreprises	39
2.5.3 Inconvénients de l'intelligence artificielle dans une entreprise	40
2.6 Les outils d'aide à la décision	40
2.6.1 Qu'est-ce qu'une aide à la décision ?	40
2.6.2 Les bénéfices d'un outil d'aide à la décision	40
2.6.3 Comment réaliser un outil de prise de décision	41
2.6.4 Comment faire alors pour s'assurer de prendre les meilleures décisions ?	41
Conçus sur mesure pour les besoins de l'entreprise	41
Automatisés, souples et dynamiques	41
Évolutifs	42
Précis	42
Simples à utilisés	42
2.6.5 Les types de système d'aide à la décision	42
Les systèmes d'information organisationnels.....	42
Les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision	42
Les Systèmes experts (SE)	43
Les réseaux neuronaux (RN)	43
2.6.6 Exemple sur les outils d'aide à la décision	45
Département de production	45
Département de maintenance	48
Département de logistique	51
Département de marketing et commercialisation	52
2.6.6. B Analyse de décision dans l'incertitude	53
Critère de MaxiMax	55
Critère de Wald ou MaxiMin	56
Critère de Savage ou « regret MiniMax »	56

Critère de Laplace	57
Critère d’Hurwicz	58
Critère de Bernouilli	59
Comparaison des critères pour traiter l’incertitude	60
2.7 L’aide de l’intelligence Artificielle à la prise de décision	60
2.8 Conclusion	62
Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)63	
3.1 Introduction	64
3.2 Présentation du Groupe Kherbouche	64
3.2.1 Présentation de la filiale Canal Plast	64
3.2.2 L’organigramme de la société	65
3.2.3 Processus de production	65
3.2.3.a Unité PEHD	65
3.2.3.b Unité PVC	67
3.3 Cas d’étude	68
A. Résolution du problème à l’aide des méthodes de prise de décision	70
A.1 Modélisation du cas d’étude par un arbre de décision	70
A.2 Processus de résolution de problèmes	73
a. Identification du problème	73
b. Recherché et analysé les causes racines	73
c. Analyse des faits	73
d. Représentation des informations	73
e. Préparation des solutions	74
f. Mise en œuvre la solution	74
B. Simulation du problème à l’aide de l’intelligence artificielle sur MATLAB	75
B.1 C’est quoi une classification automatique ?!	75
B.2 L’apprentissage supervisé (la classification supervisée)	75
B.2.1 Problématique en générale	76
B.2.2 Les algorithmes de classification	76
B.2.2.1 C’est quoi l’algorithme K-NN ??	76
- Les avantages de l’algorithme K-NN	76
B.2.2.2 Qu’est ce qu’un réseau de neurones ??	76
- Structure du réseau	77

B.3 Présentation du logiciel MATLAB	78
B.3.1 Simulation sur MATLAB	79
a. Simulation à l'aide des réseaux de neurones	79
<i>a.1 Partie programmation</i>	79
Etape 1 : Création de la base de données (input).....	79
Etape 2 : Création des sorties (output).....	79
Etape 3 : Création du réseau de neurones et l'apprentissage du réseau	80
Etape 4 : Evaluation de la performance du réseau de neurones	80
Etape 5 : Classification des nouvelles données	81
<i>a.2 Partie exécution</i>	82
b. Simulation à l'aide de l'algorithme k-nn	83
<i>b.1 Partie programmation</i>	83
<i>b.2 Partie exécution</i>	84
B. 4 Comparaison des résultats de la classification (réseau de neurones, algorithme knn et la classification de l'employé)	85
3.4 Conclusion	88
Conclusion général	89
Recherches bibliographiques	91

Remerciements

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'études. Nous tenons aussi à remercier nos très chers parents qui se sacrifient chaque jour pour nous afin de nous voir réussir dans notre vie.

Nous tenant à remercier sincèrement Monsieur, MALIKI Fouad, Madame BOUBEKEUR Djamilia, qui, en tant que Directeurs de mémoire, se sont toujours montrés à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'ils ont bien voulu nous consacrer et sans eux ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

On est heureux d'exprimer nos remerciements aux membres du juré :

Monsieur BENSMINE Abderrahmene, pour avoir accepté de présider le présent mémoire, qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respect.

Monsieur BENNEKROUF Mohamed et Monsieur BESSENOUCI Hakim Nadhir d'avoir accepté d'examiner ce travail, on les remercie pour leurs confiances, observations et leurs remarques pertinentes et constructives.

Merci à tous et à toutes.

Liste des figures :

Figure 1.1: L'univers de la prise de décision.

Figure 1.2: Les différentes zones de cognitives.

Figure 2.1: Pyramide de types de décisions.

Figure 2.2: L'hierarchie des décideurs dans l'entreprise.

Figure 2.3: La transition de l'informatique à l'intelligence.

Organigramme 2.1: Présentation de l'entreprise Ceramir.

Figure 2.4: Faïence non homogène.

Figure 2.5: Méthode ABC.

Figure 2.6: Méthode Ishikawa.

Figure 2.7: Processus de résolution de problème du département de maintenance.

Figure 2.8: Processus de résolution de problème du département de logistique.

Figure 2.9: Processus de résolution de problème du département de marketing.

Figure 2.10: Modélisation du problème avec les 5 pourquoi.

Figure 2.11 : Arbre de décision de l'état du marché.

Figure 2.12: Arbre de décision du critère MaxiMax.

Figure 2.13: Arbre de décision du critère de Wald.

Figure 2.14: Arbre de décision du critère de Savage.

Figure 2.15: Arbre de décision du critère de Laplace.

Figure 2.16: Arbre de décision du critère d'Hurwicz.

Figure 2.17: Apprentissage.

Figure 3.1: Logo du Groupe Kherbouche.

Figure 3.2: Logo de la filiale Canal Plast.

Organigramme 3.1: Présentation de la société Canal Plast.

Figure 3.3: Matière première pour la production du tube PEHD.

Figure 3.4: Processus de production du tube PEHD.

Figure 3.5: Stockage du produit fini PEHD.

Figure 3.6: Stockage du produit fini tube PVC.

Figure 3.7: Arbre de décision du cas étudié.

Figure 3.8: Diagramme d'Ishikawa.

Figure 3.9: Application de la méthode ABC sur les cas d'étude.

Figure 3.10: L'architecture d'un réseau de neurones multicouche.

Figure 3.11: Vue simplifié d'un réseau de neurones.

Figure 3.12: Basse de donnée sur MATLAB (input).

Figure 3.13: Définir les sorties (output).

Figure 3.14: Création du réseau de neurones et l'apprentissage du réseau.

Figure 3.15: Evaluation de la performance du réseau.

Figure 3.16: Méthode d'affichage simple.

Figure 3.17: Méthode d'affichage dans un tableau.

Figure 3.18: Apprentissage du réseau de neurones.

Figure 3.19: Résultat de classification des nouvelles données avec affichage simple.

Figure 3.20: Résultat de classification des nouvelles données avec affichage dans un tableau.

Figure 3.21: Programmation avec l'algorithme k-nn avec affichage simple.

Figure 3.22: Programmation avec l'algorithme k-nn avec affichage dans un tableau.

Figure 3.23: Résultat de classification des nouvelles données avec affichage simple.

Figure 3.24: Résultat de classification des nouvelles données avec affichage dans un tableau.

Figure 3.25: Résultat de la classification.

Liste des tableaux :

Tableau 1.1: Méthodes de prise de décision.

Tableau 2.1.1: Les pannes dans le système.

Tableau 2.1.2 : Les pannes dans le système.

Tableau 2.2: Etat du marché.

Tableau 2.3: Matrice des résultats.

Tableau 2.4: Matrice des regrets.

Tableau 2.5: Résultat des calculs du critère Laplace.

Tableau 2.6: Résultat des calculs du critère d'Hurwicz.

Tableau 2.7: Résultat des calculs du critère de Bernoulli.

Tableau 2.8: Comparaison des critères.

Tableau 3.1: Les mesures pour le tube de premier choix.

Tableau 3.2: Les mesures pour le tube de deuxième choix.

Tableau 3.3: Les mesures pour le tube de troisième choix.

Tableau 3.4: les échantillons tube utilisée dans l'étape de comparaison.

Tableau 3.5: Résultat de la classification.

Tableau 3. 6: Comparaison entre les différentes méthodes de classification.

Les abréviations :

IA: Intelligence Artificielle.

MIT: Massachusetts Institute of Technology.

IBM: International Business Machines.

NASA: National Aeronautics and Space Administration.

GPS: Global Positioning System.

IP: Internet Protocol.

R&D : Recherche et Développement.

PDG : Président Directeur Général.

USTC: University of Science and Technology of China.

BCG: Boston Consulting Group.

PME: Petite et Moyenne Entreprise.

SNCF: Société Nationale des Chemins de Fer Français.

VITAL: Validating Investment Tool for Advancing Life sciences.

SIAD: Système Interactif d'Aide à la Décision.

SE : Système Expert.

RN : Réseau de Neurones.

PEHD : Polyéthylène Haute Densité.

K-NN : k Nearest Neighbours.

PDG : Président Directeur Général.

VP : Vice Président.

Introduction général

« Lorsque tout marche bien, il est grand temps d'entreprendre autre chose ».

Dans la vie parfois on prend l'audace et le privilège d'entamer des expériences que malgré leurs résultats qui l'entraînent tout en trouvant l'argument qui appui notre résultats, si on échoue en dira que sa sera un simple échec qui éclaire mieux notre chemin dans ce train de vie, par contre si elle sera une réussite sa restera qu'une expérience. Par contre ces règles dans la vie quotidienne ne s'appliqueront jamais dans le monde capitalisme des entreprise, car l'échec devient un montant négatif qui se dégrève sur l'ensemble : du travail, d'argent, temps... donc il faut bien exigé, réfléchir avant d'agir, car ce monde possède qu'une courbe qui s'accroît seulement sinon la faillite et la dissolution., la fin de cette entreprise en fin de compte sa matière grise est de savoir faire.

La prise de décision est l'acte le plus important qu'un individu puisse prendre, dans le temps et dans l'espace, quelle que soit la position sociale ou hiérarchique qu'il occupe dans la société car elle fait partie du quotidien professionnel. Au sein de l'entreprise, la prise de décision revêt une dimension encore plus importante puisqu'elle se repose essentiellement sur les informations détenues par les dirigeants qui leur permettent de prendre des décisions en adéquation avec les objectifs escomptés. Les dirigeants sont aujourd'hui confrontés à des situations et des environnements complexes où interfère une multiplicité de facteurs, d'acteurs, de points de vue divergents, et ce avec des délais de prise de décisions de plus en plus réduits. Ce type de contexte impose souvent de mettre en œuvre des objectifs disparates et conflictuels, car chaque jour, les managers font en permanence des choix puisque sans prise de décision, l'entreprise ne peut pas fonctionner.

Les outils d'aide à la décision sont évolués dans le temps, au fur et à mesure. Dans ces circonstances, les outils d'aide à la décision jouent un rôle salvateur, ils offrent aux dirigeants l'opportunité de faire un état des lieux de la situation, d'appréhender avec exhaustivité les solutions potentielles et de mesurer les conséquences de la décision. Ils permettent de formuler le problème selon une approche multi-décideurs multicritères pour le résoudre de manière consensuelle et impliquer tous les acteurs. Ils leur procurent une plus grande visibilité et autorisent la prospective.

Aujourd'hui il y on à plein de procédure ou d'outils de prise de décision parmi eux l'intelligence artificielle qui c'est imposée ces derniers procédure qui sont basée sur des formes de programmation originales cherchant généralement à simuler des réalités de manières virtuelles pour prendre des décisions suivant les résultats obtenus grâce à ces simulations. Les méthodes d'aide à la décision utilisant l'intelligence artificielle sont généralement basées sur les systèmes experts, les réseaux de neurones par exemple. Cette méthode est toujours utilisée de nos jours, dans certains domaines particuliers, où la résolution des problèmes est intégralement fondée sur les techniques de l'intelligence artificielle.

Dans ce mémoire vous trouver trois chapitre, le premier chapitre est consacré pour présenter d'une façon général la notion de prise de décision dans la vie plus que la définition du terme intelligence artificielle et quelle sont ses applications dans les différents domaines.

Le deuxième chapitre est dévouer pour bien expliquer l'effet de la bonne prise de décision sur la continuité de l'entreprise et quelle sont les outils d'aides de décision qui existent pour permettent une décision assez bonne ou bien efficace, cette explication est éprouvé par des méthodes de décision comme le processus de résolution de problème complexe et aussi l'analyse de décision dans l'incertitude.

Le troisième chapitre présente le corps de notre travail, il est consacré pour décortiqué notre cas d'étude dans un premier temps nous allons expliquer le problème de décision qui situe dans Canal-Plast KHERBOUCHE et essayé de le résoudre avec les méthodes de prise de décision (l'arbre de décision et le processus de résolution de problème), dans un second temps on à simuler ce problème de classification des tube PEHD sur Matlab à l'aide de réseau de neurones et l'algorithme K-nn, à la fin de simulation on va comparais les résultats de classification a l'aide de Matlab avec celle de l'employé afin qu'on puisse prouvé qu'utilisé l'intelligence artificielle comme outil d'aide a la prise de décision est utile à la société Canal-Plast pour augmenté son gain, éliminé ou bien minimisé les retours et avoir une satisfaction clientèle.

**Chapitre 1 : Généralité sur
la prise de décision et
l'intelligence artificielle**

1.1 Introduction :

La capacité des managers à résoudre des problèmes et à prendre des décisions de manière rationnelle a longtemps été considérée comme le fruit de l'expérience du métier. La décision est une réponse à différentes questions tactiques et/ou stratégiques qui peuvent se poser dans le cadre d'un système de production durable.

Parmi les outils d'aide à la prise de décision on cite l'intelligence artificielle. Cette dernière s'intéresse à tous les cas où le traitement de l'information ne peut être ramené à une méthode simple, précise, algorithmique. Par définition, un algorithme est une suite d'opérations ordonnées, bien définies, exécutables sur un ordinateur actuel, et qui permet d'arriver à la solution en un temps raisonnable (minutes, heures, ou plus,... mais pas des siècles!).

Les raisons qui nous amènent à considérer l'intelligence artificielle comme un sujet digne d'intérêt et où l'on essaie de cerner sa nature exacte, question qu'il importe de trancher avant d'aller plus avant.

Ce chapitre expose de manière générale la décision et la prise de décision et aussi les étapes à suivre afin que la décision prise soit juste et aura de la valeur pour le problème.

Nous allons parler par la suite sur l'intelligence artificielle, Ces applications dans la vie quotidienne, ces tendances et aussi ces avantages et inconvénients.

1.2 La prise de décision :**1.2.1 Qu'est-ce qu'une décision ?**

Du latin *decisio*, la décision est une détermination ou une résolution que l'on prend sur une certaine chose ou sur un sujet. En général la décision marque le début ou met fin à une situation autrement dit elle impose un changement d'état.

En d'autre terme, elle peut être définie comme étant un «acte par lequel un ou des décideurs opèrent un choix entre plusieurs options permettant d'apporter une solution satisfaisante à un problème donné ». Cette notion de décision a évolué dans le temps au fur et à mesure que ce sont transformés et complexifiés les procédures de prise de décision.

Au sens classique du terme on assimile la décision à l'acte par lequel un individu (disposant du pouvoir de décider), prend les mesures favorisant la création et la répartition des richesses dans une entreprise en s'appuyant sur un ensemble d'informations à sa disposition sur le marché. Dans son approche plus moderne, la prise de décision apparaît plutôt comme « un processus d'engagement progressif, connecté à d'autres, marqué par l'existence reconnue de plusieurs chemins pour parvenir au même et unique but » (L.Sfez).

Les évolutions du concept de décision est révélatrice d'un certain nombre d'évolutions dans la manière d'appréhender le processus de la prise de décision.

La décision n'est plus un acte unique et constant fondé sur la recherche du profit mais repose sur un ensemble successif de décisions de moindre portée. La décision n'est plus fondée sur la recherche d'un seul objectif mais intègre un nombre plus important de variables. La décision intervient dans un contexte plus aléatoire dans le sens ou la manière d'atteindre

l'objectif poursuivi peut passer par différents types d'actions. Ces évolutions sont compréhensibles car elles ne font que souligner les mutations du système productif. L'environnement de l'entreprise est devenu plus complexe, plus incertain aussi et la prise de décision ne repose plus sur un seul individu mais peut être partagée entre un nombre élevé d'acteurs agissant au sein de l'entreprise. Cette multiplication du nombre de décideurs reflète par ailleurs la diversité des décisions qui doivent être prises dans une entreprise. [1]

1.2.2 Définition de la prise de décisions :

On entend par prise de décision le processus qui consiste à faire un choix parmi plusieurs alternatives.

La prise de décision peut apparaître dans n'importe quel contexte de la vie quotidienne, aussi bien au niveau professionnel que sentimental ou familial, etc. Le processus, en son essence, permet de résoudre les divers défis que l'on doit surmonter. Lorsqu'il s'agit de prendre une décision, plusieurs facteurs sont mis en échec. L'idéal, c'est de faire appel à sa capacité de raisonnement pour être sûr de la bonne voie. Cette voie est jugée mener à une nouvelle étape ou, du moins, permettre de résoudre un conflit réel ou potentiel.

Toute prise de décision doit inclure une grande connaissance du problème. En l'analysant et en le comprenant, il est alors possible de trouver une solution. Bien entendu, face à des questions simples (par exemple, décider si l'on boit de l'eau ou du jus au repas), la prise de décision a lieu pratiquement toute seule et sans aucun raisonnement complexe ou profond.

En revanche, face à des décisions plus transcendantes pour la vie, le processus doit être réfléchi et soigné. Lorsqu'un jeune doit choisir quelles études poursuivre après le lycée, il doit prendre une décision raisonnée, étant donné que ce choix donnera lieu à d'importantes conséquences.

Dans le cadre des entreprises et des affaires, la prise de décisions est une partie très importante du management et de la gestion. Chaque décision transcendante pour une compagnie implique de grandes recherches et études, ainsi que la collaboration entre des équipes multidisciplinaires. [2]

1.2.3 Qu'est ce que le processus de prise de décision ?

Le processus de décision est un processus complexe dont l'étude peut être facilitée par la référence à des modèles théoriques. Le modèle de la rationalité limitée ou IMCC, proposé par Herbert Simon, comporte quatre phases : Intelligence, Modélisation, Choix et Contrôle.

➤ **L'Intelligence :** le décideur identifie dans son environnement des situations pour lesquelles il va devoir prendre des décisions.

➤ **La Modélisation :** le décideur recense les informations, les structures de façon à disposer de solutions envisageables.

➤ **Le Choix :** à partir de l'évaluation de chaque solution, le décideur choisit la meilleure d'entre elles.

➤ **Le Contrôle :** vient confirmer le choix effectué ou le remettre en question

H. Simon remarque qu'en pratique de nombreux obstacles peuvent survenir lors d'une prise de décision. Ils viennent « limiter » la rationalité de la décision. [3]

1.2.4 L'univers de la prise de décision :

Si tous les problèmes que devaient résoudre les gestionnaires étaient bien définis, ces derniers pourraient trouver facilement une solution en suivant une procédure simple. Si un gestionnaire avait le choix entre deux imprimeurs pour faire imprimer quelque millier de dépliants publicitaires, une calculatrice pourrait aider à déterminer quel imprimeur offre le meilleur prix. Toutefois, les gestionnaires font souvent face à des problèmes plus complexes étant donné qu'ils ont fréquemment à évaluer plusieurs options comportant chacune des avantages et des inconvénients. Avant même de prendre une décision finale, les gestionnaires doivent connaître à fond l'ensemble des conditions et des événements liés au problème à résoudre. Les conditions qui entourent la prise de décision présentent des variations quasi illimitées. Cependant, il est généralement possible de les répartir selon trois types de situation: les décisions prises en état de certitude, celles qui sont prises en état de risque et celles prises en état d'incertitude. [4]

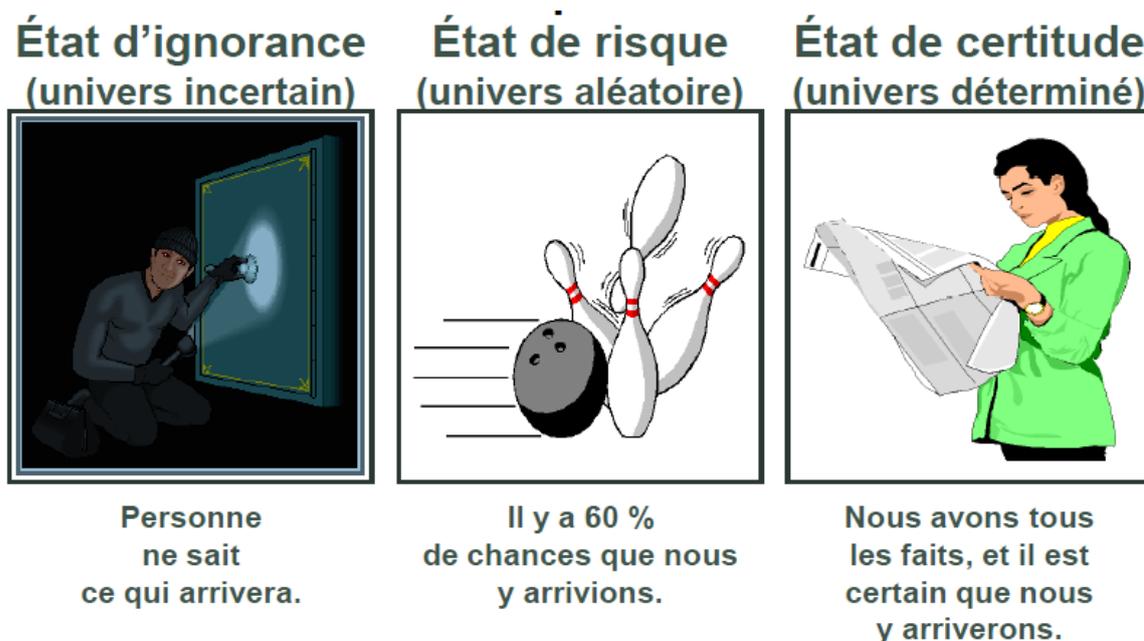


Figure 1.1: L'univers de la prise de décision.

1.2.5 Les catégories de problèmes :

Afin d'améliorer la qualité de la prise de décision, il faut être en mesure de catégoriser les problèmes et ainsi établir la façon dont ils seront traités.

- ❖ **Les problèmes urgents :** sont ceux qui nécessitent une intervention immédiate, une déclaration de grève, la réaction négative des consommateurs face au lancement d'une nouvelle collection de vêtements, sont des exemples typiques de ces problèmes.

- ❖ **Les problèmes non urgents :** exigent une solution, mais sans présenter le caractère d'importance ou d'immédiateté des problèmes urgents. La très vaste majorité des problèmes de gestion se retrouvent dans cette catégorie.
- ❖ **Les problèmes d'opportunité :** sont ceux qui présentent des possibilités de gains énormes si les actions appropriées sont prises à temps. Il s'agit surtout de saisir l'occasion d'utiliser de nouvelles idées plutôt que de difficultés à résoudre. [5]

1.2.6 L'intuition, le jugement et la créativité dans la prise de décision :

Les décisions basées sur l'intuition sont celles où on ne connaît pas les facteurs reliés au problème ou celles où il est peu familier avec les solutions généralement adoptées. Son choix se portera alors vers une solution sans avoir procédé à une analyse poussée. En définitive, cette approche empirique est fondée sur le vécu du gestionnaire.

Les décisions basées sur le jugement du gestionnaire sont également très courantes dans le travail d'un gestionnaire. Les connaissances et l'expérience accumulées dans la fonction qu'il détient ou même au sein de l'entreprise peuvent lui être d'un grand secours dans la prise de décision portant sur de nombreux problèmes routiniers. Son expérience lui a appris à recourir à un ensemble de règles de routine d'une efficacité éprouvée. Son sens commun lui permet de prendre une multitude de décisions quotidiennes sans faire d'analyse détaillée de la situation puisqu'elle lui est familière.

Il est difficile de conclure que la prise de décision consiste en un exercice objectif, rationnel et systématique. La prise de décision est un processus mental effectué par un être humain et donc lié à tous les aspects négatifs et positifs caractérisant l'individu. La recherche de la solution idéale comportant le rendement maximum et la consommation minimum de ressources n'est pas la caractéristique quotidienne de tous les gestionnaires. D'où, le gestionnaire devra faire preuve de créativité dans le choix de la solution pour tenter d'obtenir le maximum d'avantages tout en minimisant les coûts reliés à sa décision.

1.2.7 Les catégories de prises de décisions et leurs fondements :

En plus de faire face à différentes catégories de problèmes, les gestionnaires se retrouvent dans différentes situations de prises de décision. Les décisions peuvent être courantes, adaptatives, novatrices, programmées et non programmées.

- Les décisions novatrices ou décisions non programmées : Uniques, exceptionnelles et non structurées, ces décisions se prennent rarement. Les décisions novatrices comportent une bonne part d'incertitude et ne résultent pas de l'application de règles déterminées. On peut y inclure, entre autres, la décision de lancer une nouvelle gamme de produits, de changer de réseau de distribution. Pour prendre de bonnes décisions novatrices, il faut avoir un jugement sûr, une imagination créative et un esprit d'analyse, et recourir à des méthodes quantitatives afin d'arriver à un meilleur choix.

- Les décisions adaptatives : Ces décisions représentent des choix que font les gestionnaires en réaction aux changements observés sur le marché. Au contraire de ceux qui ont à prendre une décision novatrice, les cadres qui ont à faire un choix adaptatif peuvent s'être déjà trouvés dans des circonstances semblables. Ils connaissent alors dans une certaine mesure les conditions qui s'appliquent de même que le résultat potentiel de leur décision. Le risque en cause demeure toutefois important et plusieurs cadres participent en général au processus décisionnel. Règle générale, ce type de décisions que prennent les gestionnaires est en réaction aux décisions prises par les concurrents. Ils veulent ainsi maintenir leur part de marché.
- Les décisions courantes ou les décisions programmées : Les décisions de cette nature apportent une solution à des problèmes simples et répétitifs qui surviennent fréquemment comme le choix d'un mets pour le dîner ou des vêtements à porter selon la circonstance. Dans le monde des affaires, on prend des centaines de décisions à caractère répétitif, le plus souvent en respectant un ensemble de règles, de marches à suivre ou de mesures établies. Une politique administrative peut en effet faciliter la prise de décision courante. On peut ainsi adopter une règle stipulant par exemple :
 - ✓ Toute personne qui demande la carte de crédit de l'entreprise devra avoir une cote de 60 points ou plus afin de l'obtenir;
 - ✓ Que l'employé qui arrive constamment en retard se verra appliquer une sanction disciplinaire, soit 2 jours de suspension sans solde.

La politique et les marches à suivre expliquées par écrit aident les individus à faire rapidement un choix, car elles rendent inutile une analyse détaillée. Or, comme la plupart des décisions courantes se répètent fréquemment et relèvent de différentes personnes, il importe de rédiger des directives et des marches à suivre pour ensuite s'assurer que tous les individus en cause les comprennent. [6]

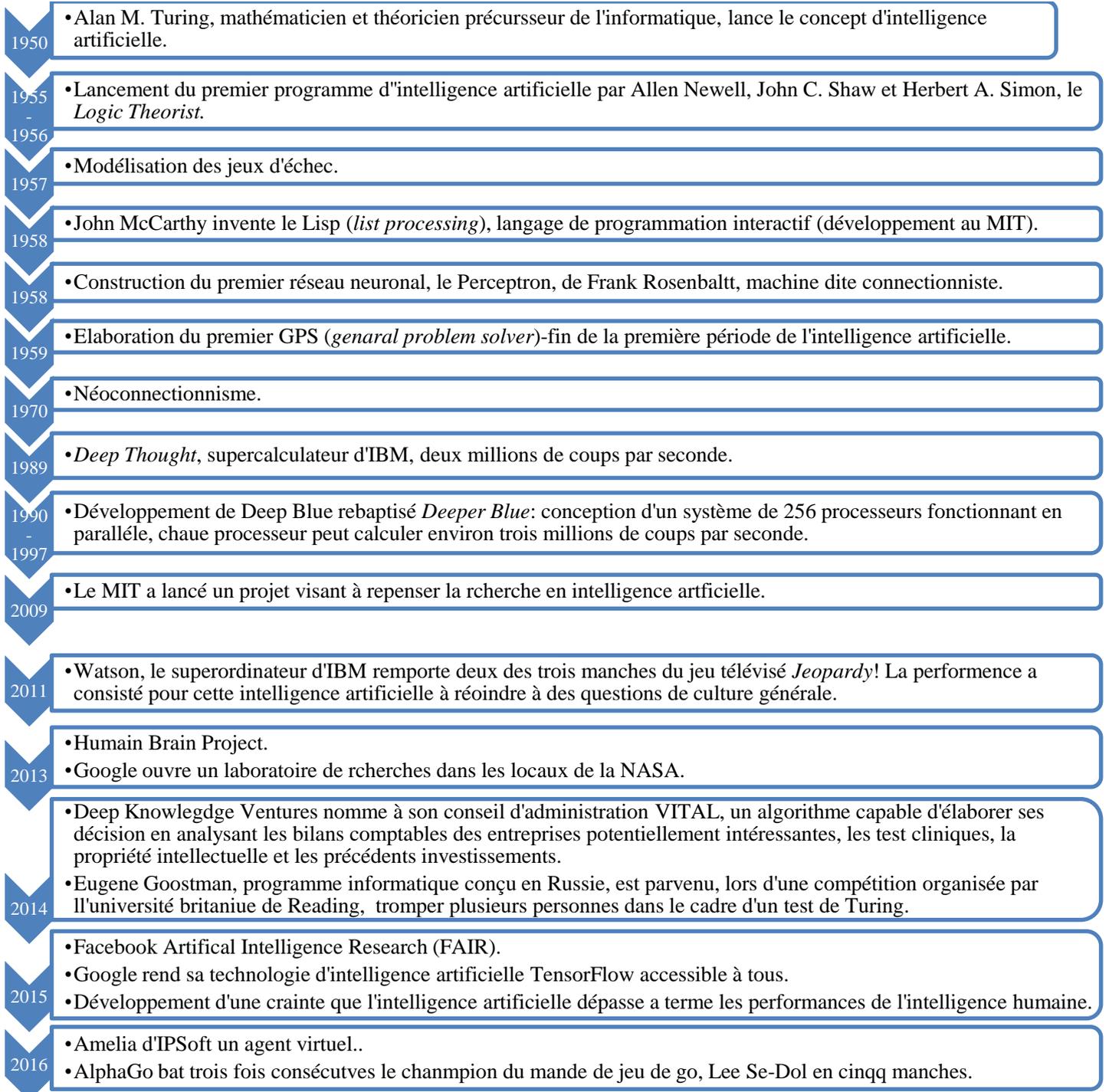
	Traditionnelles	Modernes
Décision programmable	<ul style="list-style-type: none"> • L'habitude. • La routine. • Procédures opérationnelles standardisées. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche Opérationnelle : <ul style="list-style-type: none"> -Les modèles -L'analyse mathématique -La simulation par ordinateur • Le traitement informatique des données par programmes (algorithmes).
Décision non programmable	<ul style="list-style-type: none"> • Le jugement. • L'intuition, la créativité. • Les règles empiriques. • La sélection et la formation des décideurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les techniques heuristiques de résolution de problèmes et leurs informatisations (intelligence artificielle, systèmes experts, programmation sous contraintes,...). • Le traitement informatique d'extraction de connaissance à partir de données (entrepôt et fouille de données).

Tableau 1.1: Méthodes de prise de décision. [7]

1.3 L'intelligence artificielle :

1.3.1 Historique : [8]

Il est intéressant de revenir sur les origines et l'historique de l'intelligence artificielle afin de bien comprendre ses premières orientations et ses perspectives pour l'avenir.



1.3.2 Qu'est ce que l'intelligence ?

Le mot « intelligence » est du latin « intelligentia » signifiant « la faculté de comprendre » et plus précisément la capacité à lier les éléments entre eux. Elle est l'ensemble des capacités mental nous permettant de comprendre ce qui nous entoure, de découvrir des relations nous permettant d'aboutir à une connaissance conceptuelles et rationnelles celle-ci étant en opposition avec les sensations et émotion.

La compréhension est l'aboutissement d'un système codification diversifié qui, par maîtrise du langage permet un raisonnement complexe qui nous aide à établir des relations entre éléments. C'est également la définition de la faculté d'adaptation, nous laissant gérer de nouvelles situations et aussi gérer notre capacité à traiter les informations pour atteindre un objectif.

Afin d'atteindre ces l'objectifs, l'intelligence fera intervenir plusieurs facultés cognitives que nous allons maintenant détailler pour comprendre par la suite les différentes intelligences artificielles existantes, celles-ci basées sur notre connaissance du cerveau humain, et inspirées de ces processus cognitive.

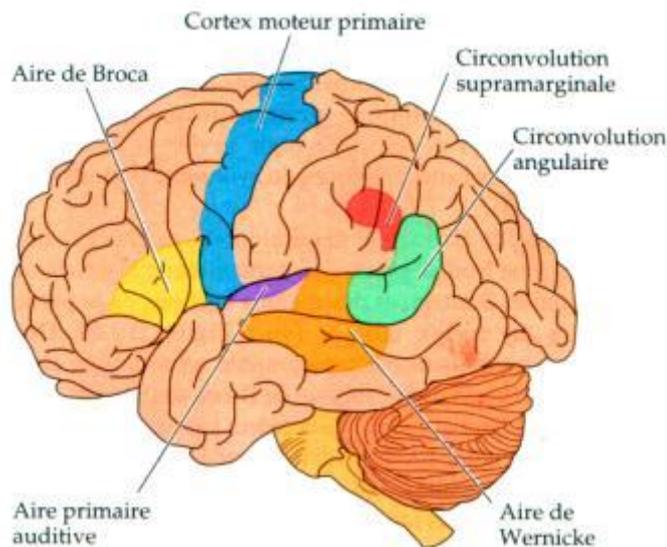


Figure 1.2: Les différentes zones de cognitives.

➤ *Les processus cognitifs :*

Un processus cognitifs est « un cheminement par lequel un système traite une information en y répandant par une action ». Ce traitement est le processus par lequel une information est analysée et intégrée dans la base de connaissance du système, ceci dépendant du mode de traitement et du niveau d'élaboration de l'information.

En peut regrouper les processus de cognitifs comme suis :

- ✓ Perception, Sensation, Attention.
- ✓ Catégorisation, Reconnaissance, Raisonnement et Prise de Décision.
- ✓ Représentation, langue et mémoire.

- ✓ Oubli, Emotions et Apprentissage.

1.3.3 Définition de l'intelligence artificielle :

C'est une discipline scientifique relative au traitement des connaissances et au raisonnement dans le but de permettre à une machine d'exécuter des fonctions normalement associées à l'être humain. L'intelligence artificielle tente de reproduire les processus cognitifs humains dans le but de réaliser des actions « intelligente ». Elle est comme « la construction des programmes informatique qui s'adonnent à des tâches qui sont pour l'instant accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que :

- L'apprentissage perceptuel.
- L'organisation de la mémoire et le raisonnement critique.

La norme ISO 2382-28 définit l'intelligence artificielle comme la « capacité d'une unité fonctionnelle à exécuter des fonctions généralement associées à l'intelligence humaine, telles que le raisonnement et l'apprentissage ». Qualifiée de prochaine révolution informatique, l'intelligence artificielle est au cœur de tous les sujets d'actualités, il semble indispensable de définir cette technologie de rupture et de clarifier son régime juridique, mais aussi d'identifier les applications en cours ou en développement dans les entreprises et les bénéfices qu'elles en tirent.

Voici quelques applications de l'intelligence artificielle :

- Jeu d'échecs (bien qu'il n'y ait qu'un nombre fini de situations);
- Résumer un texte ou le traduire;
- Reconnaître des lettres manuscrites, par exemple TAON ou THON;
- Faire des mathématiques;
- Faire un diagnostic (médical, de panne, ...).

Autre définitions de l'intelligence artificielle :

- ***Des systèmes qui pensent comme les humains :***

« La tentative nouvelle et passionnante d'amener les ordinateurs à penser, d'en faire des machines dotées d'un esprit au sens le plus littéral. » Haugeland, 1985.

« L'automatisation d'activités que nous associons à la pensée humaine, des activités telles que la prise de décision, la résolution de problèmes, l'apprentissage... » Bellman, 1978.

- ***Des systèmes qui agissent comme les humains :***

« L'art de créer des machines capables de prendre en charge des fonctions exigeant de l'intelligence quand elles sont réalisées par des gens. » Kurzweil, 1990.

« L'étude des moyens à mettre en œuvre pour faire en sorte que des ordinateurs accomplissent des choses pour lesquelles il est préférable de recourir à des personnes pour le moment. » Rich et Knight, 1991.

▪ ***Des systèmes qui pensent rationnellement :***

« L'étude des facultés mentales grâce à des modèles informatiques. » Charniak et McDermott, 1985.

« L'étude des moyens informatiques qui rendent possibles la perception, le raisonnement et l'action. » Winston, 1992.

▪ ***Des systèmes qui agissent rationnellement :***

« L'intelligence artificielle "*computational intelligence*" est l'étude de la conception d'agents intelligents. » Poole et Al., 1998.

« L'intelligence artificielle étudie le comportement intelligent dans des artefacts. » Nilsson, 1998. [9]

1.3.4 Les tendances de l'intelligence artificielle :

On assiste depuis 1990 à un foisonnement de travaux dans des domaines de plus en plus divers. Les principales tendances sont les suivantes :

❖ Par l'augmentation de la puissance des ordinateurs, des méthodes inutilisables avant le deviennent.

❖ Nécessité de disposer, en plus de méthodes générales, de connaissances et méthodes spécifiques pour des domaines de plus en plus spécialisés.

❖ Possibilité d'intégrer plusieurs techniques dans un même système.

❖ Des applications à grande échelle, en dehors de l'IA, utilisent des techniques de l'IA. (Par exemple, la transcription du génome humain).

❖ L'IA théorique cherche à établir des fondements scientifiques, formalisme des modes de raisonnement et de représentation des connaissances, clarifie les concepts.

❖ L'IA expérimentale teste les idées nouvelles par la réalisation de systèmes. L'examen des problèmes rencontrés conduit alors aux améliorations des méthodes.

❖ L'IA appliquée est une utilisation en situation réelle dans l'industrie, les services, ... [10]

1.3.5 Multiples applications de l'intelligence artificielle déployées dans la vie quotidienne :

L'intelligence artificielle a déjà trouvé de multiples usages au sein de la société :

- **Les moteurs de recherche :** Tous les moteurs de recherche (y compris des agences de voyage) sont basés sur des systèmes intelligents d'extraction, d'analyse, et de classification de données pour produire le plus rapidement possible un résultat pertinent à la requête de l'utilisateur. C'est ainsi que Google a implémenté un système utilisant les techniques de machine learning pour son moteur de recherche en octobre 2015, intitulé RankBrain9. Ce système convertit de grandes quantités de texte en vecteurs mathématiques pour aider le système à deviner le sens des mots ou des phrases qu'il ne connaît pas et ainsi traiter les 15 % de requêtes jamais effectuées auparavant qu'il reçoit chaque jour.
- **Les moteurs de recommandation :** En s'appuyant sur les données issues de la navigation et des achats d'un utilisateur, des sites comme Amazon ou Netflix sont capables de lui proposer d'autres produits similaires qui pourraient l'intéresser. Ces technologies prédictives sont aussi utilisées pour les plateformes de publicité en ligne (Google, Criteo) pour proposer aux visiteurs des contenus d'annonceurs en rapport avec les pages qu'ils ont visité.
- **La traduction automatique :** Elle s'appuie sur des algorithmes de modélisation statistique du langage naturel. Ils intègrent les règles de construction de chaque langue.
- **Les assistants personnels (Siri, Cortana, Google Now...) :** Ils sont déployés sur les Smartphones qui s'appuient sur plusieurs briques technologiques: la reconnaissance vocale pour convertir le son en texte, le langage naturel pour comprendre le sens des mots, un moteur de recherche pour trouver réponse à la question et la synthèse vocale pour communiquer la réponse à l'utilisateur, la planification pour la gestion d'événements, etc.
- **Les agents conversationnels :** Ils sont utilisés dans les domaines du support client et du télémarketing et consistent en des fenêtres de chat qui s'ouvrent toutes seules sur un site web, ou de serveur vocal qui répond aux questions 24h sur 24. Ils utilisent le langage naturel et leur accès à de vastes bases de données leur permet de répondre aux questions les plus simples.
- **Les véhicules autonomes :** Si certains prototypes roulent déjà sur les routes au contact des autres véhicules, les voitures qui se garent toutes seules ou qui freinent par anticipation sont déjà une réalité. Le pilotage automatique des avions ou la gestion de trajectoire des véhicules spatiaux, ou encore les drones se basent aussi sur l'intelligence artificielle.
- **Les systèmes de navigation GPS :** Développé en 1968 par l'Institut de recherche de Stanford, cet algorithme permet d'optimiser le cheminement entre plusieurs points dans un réseau en se basant sur le coût du trajet ou la distance parcourue.

- **Les finances :** Elles sont gérées par des systèmes intelligents pour organiser leurs opérations, investir en bourse et gérer leurs biens, mais aussi pour repérer des transactions qui sortent de l'ordinaire. Les banques possèdent aussi des systèmes experts d'évaluation de risques liés à l'octroi de crédits (credit-scoring).
- **Le cyber sécurité :** Les acteurs du cyber sécurité ont adopté les techniques du machine learning afin de détecter des comportements anormaux dans les systèmes d'information, et de déceler les menaces persistantes pour éviter des opérations d'espionnage ou d'extraction de données¹⁰. Près de 300 paramètres (heures et IP des connexions et des machines, téléchargements, etc.) sont pris en compte pour établir le modèle d'analyse comportementale dont la première phase d'apprentissage dure environ une semaine. Citons la jeune pousse lyonnaise Sentryo qui intègre des algorithmes de machine learning pour sécuriser les sites industriels critiques.
- **La médecine :** L'ordinateur Watson d'IBM vise à compiler la plus large base de données dédiée à la santé dans le monde, portant sur 300 millions de patients. La branche santé d'IBM a acquis quatre sociétés médicales depuis sa création : Phytel (santé & population), Explorys (fichiers santé de cliniques), Merge Healthcare (imagerie médicale) et Truven (analytics médicales). Ce supercalculateur a notamment fait ses preuves dans un service d'oncologie pour des services personnalisés : analysant ADN, dossier du patient et autres publications et essais cliniques, l'ordinateur propose un protocole adapté au patient¹¹. L'entreprise américaine Enlitic propose des technologies d'intelligence artificielle pour analyser l'imagerie médicale, qui permettraient de déceler des fractures de façon plus performante que les radiologues d'après les dires de la société.
- **Les jeux vidéo :** Ils emploient des techniques d'intelligence artificielle pour donner vie aux personnages non joueurs ou encore pour créer des univers entiers à partir d'algorithmes. En 1997, DeepBlue, le superordinateur d'IBM avait battu Garry Kasparov, champion du monde d'échecs en titre. En 2016, c'est DeepMind, le programme d'intelligence artificielle de Google qui a annoncé la victoire de son programme AlphaGo contre le champion d'Europe de go en titre, Fan Hui¹³. Ce résultat prend appui sur la technologie des réseaux neuronaux, que nous décrivons précédemment. Deepmind avait déjà développé un système d'intelligence artificielle capable de déterminer l'action la plus judicieuse pour battre l'homme dans une vingtaine de jeux d'arcade. [11]

1.3.6 Le futur de l'intelligence artificielle :

Nous venons de voir que l'intelligence artificielle est déjà une réalité pour de multiples applications. Mais au vu des recherches qui sont menées dans le monde entier, elle a encore de beaux jours devant elle. Dans cette partie, nous énumérons les applications de

l'intelligence artificielle pour le futur, ainsi que les technologies qui permettront d'aller encore plus loin.

1.3.6.a Les applications du futur :

➤ Les voitures autonomes :

Les constructeurs et entreprises du numérique sont nombreux dans la course au véhicule autonome. A titre d'exemple, nous pouvons citer la Google car qui a fait circuler un prototype dans plusieurs Etats américains. Encore plus proche de nous, la navette Navya Arma15 élaborée par une start-up française, a été testée sur des rues ouvertes à d'autres véhicules ainsi qu'à des piétons à Bordeaux, lors du Congrès Mondial du Transport Intelligent en octobre 2015. L'assemblage de ces véhicules est réalisé à Villeurbanne.

Toyota, numéro 1 de l'automobile japonais, investit 1 milliard de dollars dans l'intelligence artificielle sur 5 ans avec la création d'une société de R&D spécialisée dans l'IA et la robotique : « Toyota Research Institute »¹⁶ installé dans la Silicon Valley. Trois objectifs pour ce centre de recherche : l'amélioration de la sécurité en réduisant le risque d'accident, l'accessibilité de la conduite à tous indépendamment des capacités du conducteur, et la facilitation de la mobilité notamment des personnes âgées. Le souhait du PDG est que l'institut aille au-delà des voitures, faisant écho à l'histoire de la société qui a inventé le premier métier à tisser automatique avant de se tourner vers l'automobile.

➤ La robotique :

Antoine Cully a été identifié comme l'une des 50 personnalités qui font l'innovation¹⁷ d'après *Industrie et Technologies*. Alors qu'il menait sa thèse à l'Institut des systèmes intelligents et de robotique (Isir) de l'université Pierre et Marie Curie (Paris), il a mis au point avec son équipe de chercheurs, un algorithme d'apprentissage évolutionniste qui permet aux robots de surmonter seuls et en quelques minutes leurs « traumatismes » pour poursuivre leurs tâches¹⁸. Cette fonctionnalité doit permettre aux robots de se mouvoir dans des milieux hostiles où les ingénieurs ne peuvent intervenir comme pour l'exploration spatiale et des fonds marins, après une catastrophe naturelle ou sur une zone de guerre.

Pendant deux semaines, le robot expérimente 40 millions de simulations pour trouver 13000 manières différentes de marcher. Cet algorithme donne la capacité au robot de se forger ses propres intuitions. Dans un second temps, le robot lance son algorithme d'évolution lorsqu'il détecte une baisse de performance, produite par une détérioration mécanique du robot. Il puise alors dans son expérience pour déterminer, par une approche essais-erreurs, les alternatives les plus pertinentes pour poursuivre son activité. Le robot est ainsi capable de trouver une solution alternative de déplacement en moins de deux minutes.

➤ **Les objets connectés :**

Rand Hindi, cofondateur de la start-up Snips, distingué par la revue du MIT comme l'un des innovateurs les plus influents du monde, veut doter les objets connectés d'une intelligence artificielle pour qu'ils facilitent réellement le quotidien. C'est ainsi qu'il a développé l'application mobile Tranquilien qui identifiait les trains d'Ile-de-France les moins bondés.

Autre signe qui démontre que l'intelligence artificielle est un enjeu de taille pour les objets connectés est l'ouverture d'un nouveau centre international de compétences IBM au nord de Munich (Bavière). Le but de ce centre est de développer des produits intelligents en matière d'Internet des objets en essayant de créer une intelligence artificielle. Il s'agit donc de créer une réflexion autour des potentialités futures des ordinateurs et d'Internet.

➤ **Le bâtiment connecté :**

La signature d'un partenariat entre IBM et Kone, géant finlandais spécialiste des ascenseurs et des escaliers mécaniques, doit permettre que ce dernier utilise la puissance de calcul du superordinateur Watson d'IBM. L'industriel finlandais s'est fixé un objectif de connecter au Cloud plus d'un million d'ascenseurs, d'escaliers mécaniques, de portes automatiques et de couloirs d'accès d'ici deux à trois ans. Kone pourra utiliser la puissance de calcul du superordinateur Watson pour collecter et traiter les données issues des équipements. Ce traitement de données croisé au système d'information de Kone doit permettre la maintenance prédictive de ses équipements, à savoir détecter les pannes en amont. En outre, ce partenariat doit mener au développement de nouveaux projets autour de la thématique du Smart Building : fluidité des déplacements dans un bâtiment et déploiement d'un portier virtuel dans un petit immeuble de bureaux prenant la place du réceptionniste sont des projets imaginés par la société finlandaise.

1.3.6.b Les technologies en cours de développement :

Outre les technologies déjà citées qui vont se perfectionner (machine et deep learning, deep neural network, vision assistée par ordinateur, etc.), d'autres vont permettre à l'intelligence artificielle des développements plus poussés.

➤ **Des machines qui se souviennent :**

Les techniciens ambitionnent désormais de construire un système d'intelligence artificielle « généralisé », qui tire de ses apprentissages établis dans des environnements préalables des moyens transmissibles à d'autres tâches. C'est aussi la capacité humaine à décomposer les problèmes en problèmes plus petits et à envisager les conséquences d'actions distantes. Les chercheurs s'intéressent au fonctionnement de l'hippocampe, siège de la mémoire, pour reproduire les mécanismes de transfert d'expérience et ainsi créer des automates d'un nouveau genre. Leur couplage avec d'autres technologies informatiques, tel l'ordinateur

quantique élaboré par la société D-Wave au Canada pour résoudre des problèmes mathématiques, elle aussi passée dans le giron de Google.

➤ **La technologie de mémoire associative :**

Au lieu de miser sur les algorithmes de Deep Learning, Saffron, racheté par Intel en octobre 2015, a concentré ses travaux sur sa propre technologie, baptisée *mémoire associative*. Dans un post de blog officiel, Intel explique que la technologie développée par Saffron permet d'absorber des données issues de différentes sources et de les connecter automatiquement afin d'aider les entreprises dans leurs prises de décision. Sur son site, Saffron présente sa technologie comme une plate-forme "d'intelligence naturelle", dont le fonctionnement s'inspire de la manière d'apprendre et de raisonner des humains.

➤ **L'intelligence artificielle quantique :**

Des chercheurs de l'Université de sciences et technologie de Chine ont entraîné un ordinateur quantique à reconnaître des caractères manuscrits, comme les humains peuvent le faire. Les scientifiques de l'USTC ont utilisé un algorithme quantique, dévoilé en 2013, qui privilégie le temps logarithmique plutôt que le temps polynomial pour reconnaître des chiffres manuscrits. Les machines équipées de processeurs quantiques peuvent théoriquement effectuer des calculs complexes en un temps record. [12]

1.3.7 Avantages et inconvénients de l'intelligence artificielle :

1.3.7.a Les avantages :

L'utilisation de l'intelligence artificielle comporte des avantages sur lesquels la plupart s'accordent :

✓ L'intelligence artificielle limite le risque d'erreurs humaines, elle serait donc capable de corriger voire même de remplacer l'homme, Le remplacer dans des métiers à risques comme pompier ou militaires pourrait s'avérer bénéfiques, lui évité ainsi les travaux trop durs et pénibles.

✓ L'IA pourrait aussi être un gain de temps et d'argent dans les entreprises ou elle remplacerait les employés qui ont des travaux à répétition.

✓ Elle peut apporter une grande précision lors d'interventions médicales, par exemple ou lors de déminages.

✓ L'apprentissage pourrait aussi être bien plus rapide.

✓ L'intelligence artificielle permet aussi une analyse plus objective et critique des données. [13]

1.3.7.b Les inconvénients :

L'intelligence artificielle comme elle a des avantages, elle a des inconvénients :

✓ L'inconvénient le plus envisageable est la présence d'une erreur dans la programmation d'un robot, ce qui pourrait être fatal au bon fonctionnement de celui-ci. Cet inconvénient est présent dans tous les domaines sans exceptions, les ordinateurs (ou autres robots, bras mécaniques, robots domestiques, véhicules intelligents...), ne savent pas déceler les erreurs de programmation. Les conséquences d'une telle erreur pourraient être catastrophiques à grande échelle, néanmoins le risque que cela se produise reste très faible.

✓ Dans les entreprises notamment, l'IA et les nouveaux robots mécanisés entraînent des suppressions de poste. En effet l'homme est de plus en plus remplacé par la machine, car celle-ci ne se fatigue pas et n'a pas de besoins essentiels si ce n'est qu'une maintenance de temps en temps, ainsi cela fait augmenter le taux de chômage déjà élevé. Les entreprises possédant ces nouveaux robots, en deviennent principalement dépendantes, elles font en sorte que les machines répondent aux besoins de l'entreprise et donc ils ne font plus rien par eux-mêmes.

✓ Le prix des recherches pour l'IA est très élevé, si l'on veut fabriquer des robots capables d'être autonomes dans la vie quotidienne, cela coûterait extrêmement cher, ce qui pour le moment limiterait les recherches.

En résumé, l'IA ne présente pas beaucoup d'inconvénients face aux nombreux avantages mais il faut savoir rester vigilant car aujourd'hui, les progrès militaires s'étendent dans de nombreux domaines, ce qui pourrait entraîner un scénario catastrophique où les robots pourraient prendre le contrôle du monde. [14]

1.4 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons parlé de manière générale sur la prise de décision, le processus de prise de décision et aussi l'univers de prise de décision afin de bien comprendre l'enjeu de notre travail.

La seconde partie de ce chapitre a été consacré à l'intelligence artificielle, ces tendances, ces applications aux quotidiens et le future de cette nouvelle technologie qui va révolutionner le monde avec ces multiples applications.

Pour les chapitres à suivre on va s'intéresser à la prise de décision et l'intelligence artificielle au sein de l'entreprise et leurs impacts dans celle ci, ensuite on va se penché sur notre cas d'étude qui est la classification des tubes PEHD de la société Canal Plast du Groupe Kherbouche en utilisant l'intelligence artificielle comme outils d'aide à la prise de décision.

**Chapitre 2 : La prise de
décision et l'intelligence
artificielle dans
l'entreprise**

2.1. Introduction :

L'entreprise peut se définir comme un centre autonome de décision, car on peut dire que des milliers de décisions sont prises chaque jour dans les entreprises, des outils d'aide à la décision plus ou moins sophistiqués existent à titre d'exemple ; programmation linéaire, méthodes de prévision des ventes, tableau de bord, intelligence artificielle, cette dernière est aujourd'hui bien ancrée dans la réalité. Elle intègre des nombreuses applications dans le secteur industriel et économique, et ne cesse de se développer. Plusieurs spécialistes et entreprises annoncent que l'intelligence artificielle constituera la prochaine révolution informatique des entreprises. Elle impacte son fonctionnement, son organisation et ses équipes, mais plus globalement sa gouvernance.

Dans ce chapitre nous allons exposer en premier temps la prise de décision et ces outils d'aide dans l'entreprise et comment l'intelligence artificielle va nous aider à avoir un outil d'aide très efficace à la prise de décision. Nous allons aborder par la suite l'application des méthodes de la prise de décision existante sur des problèmes de décision qui se trouvent réellement dans des entreprises Algériennes.

2.2. La prise de décision dans l'entreprise :

Des multiples décisions sont prises quotidiennement par les différents acteurs de l'organisation (dirigeants, mais aussi cadres, employés, ouvriers...). Les décisions prises par les dirigeants de l'organisation doivent servir les objectifs et les stratégies qu'ils ont eux-mêmes définis. Chaque décision est prise en tenant compte de plusieurs facteurs (caractéristiques de l'organisation, technologie utilisée, évolution du marché, contraintes légales, dynamique des relations sociales...). Il est possible de classer les multiples décisions en étudiant leur horizon temporel (court terme, long terme), leur caractère répétitif ou non, le niveau hiérarchique du décideur, etc. L'analyse des décisions et des processus décisionnels permet d'identifier les logiques entrepreneuriales et managériales mises en œuvre dans chaque entreprise. [1]

2.2.1 Les différents types de décisions :

2.2.1.1 Classification des décisions selon leurs degrés de risque :

Du point de vue du degré de risque attaché à la prise de décision, on parle de décision :

« certaines », de décisions « aléatoire », et de décisions « incertaines ».

- **Les décisions « certaines » :** Ces décisions se caractérisent par un risque nul dans la mesure où l'on connaît le résultat de la prise de décision dans 99 % des cas. Notons toutefois qu'un risque totalement nul n'existe pas (la faute d'un décideur ou un cas de force majeure peut, en effet, introduire un élément d'incertitude si faible soit-il). Les décisions certaines sont souvent les décisions les moins importantes c'est-à-dire les décisions de gestion courantes.

- **Les décisions « aléatoires »** : Ces décisions sont un peu moins certaines que les décisions certaines mais un peu plus certain que les décisions incertaines. Pour en donner une définition un peu plus claire, une décision est dite « aléatoire » lorsque certaines variables ne sont pas totalement maîtrisées par l'entreprise mais sont connues en probabilité (entendons par là « pouvant être mathématiquement probabilisées »). Lorsqu'une variable est connue en probabilité, il s'agit d'une variable aléatoire c'est-à-dire une variable dont on sait qu'il y a telle ou telle probabilité pour qu'elle prenne telle valeur. Prenons un exemple très simple : dois-je jouer pile ou face (pour un seul jet de pièces) ? Voici le type même de décision aléatoire, il est impossible d'en connaître le résultat à l'avance mais on peut affecter une probabilité aux différents résultats possibles. Dans ce cas de figure, l'analyse des probabilités est élémentaire : 50 chances sur 100 pour pile, 50 chances sur 100 pour face. Notons toutefois qu'il n'en serait pas de même pour plusieurs jets de pièces. On dira alors que le coefficient de probabilité (CP) de pile est 0,5 et le coefficient de probabilité (CP) de face est également de 0,5. La somme des coefficients de probabilité est toujours égale à 1 (0,5 + 0,5).

Prenons un autre exemple : Les niveaux de demande d'un produit peuvent être estimés ainsi :

300 tonnes avec une probabilité de 30 %, soit : CP = 0,3.

500 tonnes avec une probabilité de 50 %, soit CP = 0,5.

800 tonnes avec une probabilité de 15 %, soit CP = 0,15.

1000 tonnes avec une probabilité de 5 %, soit un CP = 0,05.

On remarque que la somme des CP est égale à 1. En matière de probabilité la somme des coefficients de probabilité est toujours égale à 1 (somme des CP = 1).

Supposons que le prix de vente d'une tonne soit égal à 100 F et que l'entreprise décide de produire 1000 tonnes. Pour calculer le chiffre d'affaires probable on raisonnera en termes d'espérance mathématique de gain (EMG).

300 X 100 = 30 000 F avec une probabilité de 30 % (soit un C.P égal à 0,3).

500 X 100 = 50 000 F avec une probabilité de 50 % (soit un C.P. égal à 0,5).

800 X 100 = 80 000 F avec une probabilité de 15 % (soit un C.P. égal à 0,15).

1000 X 100 = 100 000 F avec une probabilité de 5 % (soit un C.P. égal à 0,05).

Bien sûr la somme des coefficients de probabilité est toujours égale à 1 (je me répète !!).

En moyenne le chiffre d'affaires espéré sera de :

$$(30\ 000 \times 0,3) + (50\ 000 \times 0,5) + (80\ 000 \times 0,15) + (100\ 000 \times 0,05) = 51\ 000\ \text{F.}$$

Cette moyenne de 51 000 F est appelée « espérance mathématique de gain » (EMG).

- **Les décisions "incertaines"** : Lorsque interviennent des variables qui ne sont ni maîtrisées par l'entreprise, ni même probabilisables en raison de la trop grande complexité de l'environnement et des conditions d'évolution du marché, on parlera de décisions « incertaines ». Ce sont souvent les décisions les plus importantes (décisions stratégiques).

2.2.1.2 Classification des décisions selon leurs niveaux d'importance :

Par ordre d'importance on distingue traditionnellement trois grands types de décisions :

- Les décisions stratégiques.
- Les décisions tactiques ou de gestion (encore appelées décisions de pilotage).
- Les décisions opérationnelles.

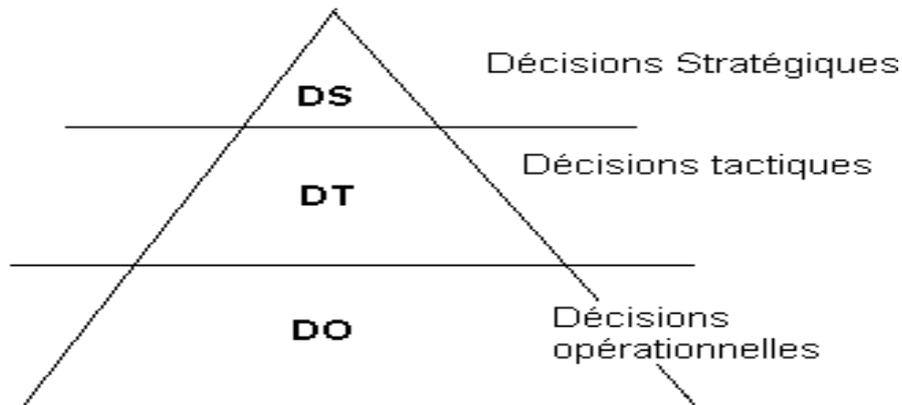


Figure 2.1: Pyramide de types de décisions

• **Les décisions stratégiques** : Ce sont effectivement les décisions les plus importantes dans la mesure où elles déterminent l'orientation générale de l'entreprise et parfois même conditionnent sa survie. Il peut s'agir par exemple des décisions d'investissement qui sont lourdes de conséquences ou encore des décisions de lancement de nouveaux produits, des décisions financières telles qu'une prise de participation ou un lancement d'OPA, une fusion, une absorption, etc. Ce sont finalement les décisions les plus incertaines.

Les caractéristiques principales des décisions stratégiques sont les suivantes :

- ✓ Elles sont toutes centralisées à un haut niveau hiérarchique (ce qui n'exclut pas un travail de réflexion et de préparation de groupe).
- ✓ Elles présentent un caractère non répétitif. En effet, ce n'est pas tous les jours qu'une entreprise procède à une OPA, une augmentation de capital, une implantation d'unité de production à l'étranger, ou encore à un lancement de produit nouveau.
- ✓ Comme nous l'avons souligné plus haut, ces décisions sont toujours incertaines car les données exogènes en provenance de l'environnement sont parfois difficiles à connaître parfaitement et, surtout, sont très mouvantes.

• **Les décisions tactiques ou de pilotage** : Elles prolongent les décisions stratégiques et commandent aux décisions opérationnelles. Ces décisions sont susceptibles d'être décentralisées. Par exemple, on peut dire qu'une décision prise par un « chef fonctionnel » tel qu'un directeur commercial ou un directeur des ressources humaines est une décision de pilotage. Ces décisions correspondent souvent à des décisions de gestion qui peuvent être données par des modèles mathématiques :

- Programmation linéaire.
- Modèle de Wilson en gestion des stocks.
- Méthode des moindres carrés pour les prévisions de ventes.
- Technique d'études quantitatives de marché.
- Modèle BCG d'analyse du portefeuille d'activités d'une entreprise.

D'une manière générale ces décisions sont prises à court terme et le risque attaché à la prise de décision, sans être négligeable n'est jamais vital pour l'entreprise.

• **Les décisions opérationnelles** : Il s'agit des décisions qui sont relatives à la gestion courante. Dans tous les cas de figure, elles ne sont jamais vitales pour l'avenir de l'entreprise. Il s'agit ici d'assurer au jour même le fonctionnement régulier et efficace de l'organisation. Il peut s'agir, par exemple, de passer des commandes, d'établir un planning d'atelier, d'organiser les visites des clients, etc. Ces décisions sont, bien entendu, répétitives dans la mesure où elles ont un effet immédiat et leurs résultats sont connus avec certitude (ce sont donc des décisions « certaines »).

On peut donc dire que les décisions affectent l'ensemble de l'entreprise. Selon leur nature, elles peuvent être quantitatives ou qualitatives. Les décisions les plus faciles à prendre sont celles pour lesquels les facteurs de décision sont à la fois peu nombreux et quantifiables. Le choix peut alors être fait automatiquement à l'aide d'un modèle mathématique statistique (c'est le cas, par exemple, des décisions tactiques ou de pilotage). Au contraire, lorsque les facteurs de décision sont qualitatifs et nombreux, la décision ne peut résulter de la simple solution d'un modèle mathématique. Les décisions les plus importantes, relevant de la direction générale, font intervenir de nombreux facteurs qualitatifs. [2]

2.3 Les décideurs : [3]

Les différents décideurs dans une entreprise sont cités dans la figure 2.2 :

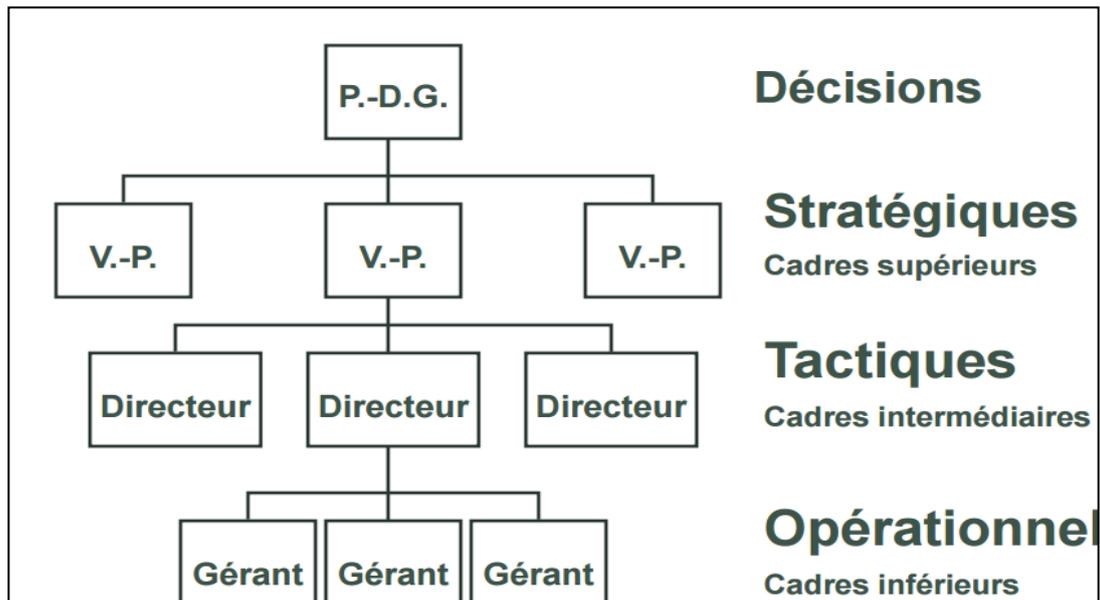


Figure 2.2: L'hierarchie des décideurs dans l'entreprise.

2.4 Caractéristiques des différents types de décision :

La classification par l'entreprise des différents types de décisions (stratégique, tactique et opérationnelle) est importante car elle conditionne l'élaboration des processus internes de prise de décisions adaptés à leurs spécificités. Le processus interne de prise de décision suit en général différentes étapes :

❖ **Analyse de l'objectif** : Cette première étape vise à définir de manière précise et formulable l'objet de la prise de décision future (sur quoi port la prise de décision).

❖ **Collecte de l'information** : Qui porte à la fois sur les facteurs externes (environnement concurrentiel de l'entreprise) et sur les facteurs internes (inventaire des ressources disponibles pouvant être utilisées dans le cadre de la décision prise).

❖ **Définition des options possibles** : L'analyse de l'information permet de définir un ensemble de décisions susceptibles de fournir une réponse au problème posé.

❖ **Comparaison et évaluation de ces options** : Dans le processus de décision, il est nécessaire de pouvoir comparer les différentes options possibles ce qui nécessite de pouvoir en évaluer les coûts et les gains probables.

❖ **Choix d'une option** : La décision proprement dite consiste à choisir une option de manière rationnelle, c'est à dire en choisissant celle qui permet à l'entreprise d'optimiser l'utilisation de ses ressources. Bien que la démarche soit identique pour l'ensemble des prises de décisions de l'entreprise, il est possible d'identifier certaines caractéristiques propres à chacun des types de décision. [4]

2.5 L'intelligence artificielle dans l'entreprise :

L'intelligence artificielle (aussi appelée intelligence informatique) est définie comme "l'intelligence des machines et des logiciels". Elle s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle il est possible de transmettre l'intelligence des êtres humains pour des machines ou des logiciels, Ces machines ou logiciels sont capables de raisonner, planifier, apprendre, percevoir et traiter les informations comme l'esprit humain et donc de faciliter l'existence des humains. Ils peuvent penser et agir à notre place, par exemple classifier des produit, accomplir des tâches pendant la production des pièces ...

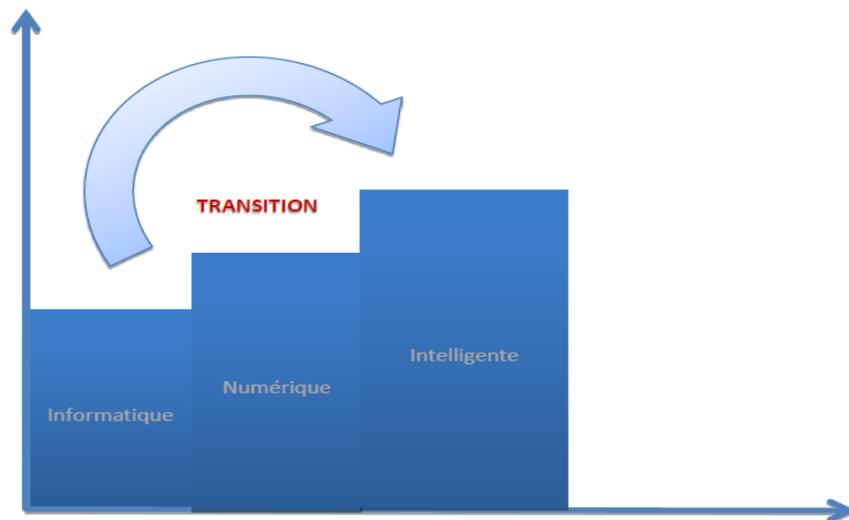


Figure 2.3: La transition de l'informatique à l'intelligence.

2.5.1 Usages de l'intelligence artificielle dans les entreprises : [5]

L'intelligence artificielle peut être utilisée différemment dans une entreprise dont on va citer quelques exemples :

- **Détection des anomalies comptables et financières :** En fait, cette utilisation de l'intelligence artificielle est loin d'être nouvelle. Les banques utilisent les réseaux neuronaux artificiels depuis 1987 pour détecter les charges et les réclamations hors normes, lesquelles sont ensuite inspectées par un être humain. Elles s'en servent également pour détecter les usages frauduleux de cartes bancaires.

Ce qui est nouveau, c'est que cela pourra être démocratisé : une simple PME (Petite et moyenne entreprise) pourra bénéficier de ce genre de protection. Le programme apprendra au fur et à mesure que l'entreprise enregistrera des transactions via le système d'information. Il en déduira tout un tas d'indicateurs, montant moyen des factures fournisseurs, saisonnalité des revenus, ventilation des dépenses, cycles de croissance et de régression, etc. Le programme comparera ses extrapolations avec des bases de données plus vastes contenant des informations concernant d'autres entreprises du même secteur d'activité, géographique, etc. Un client qui habituellement règle à 30 jours a un retard de paiement inhabituel de 60 jours ? Le programme enverra une notification. Il pourra évaluer la probabilité de malversation d'un

employé gérant ce client en estimant son niveau de “confiance” lié à son ancienneté, son comportement, ses retards, les réclamations passées, etc.

Suivant les données des années passées et les prévisions de ventes, le programme conclut que vous aurez un large excès de trésorerie, bien au delà de votre besoin en fond de roulement. Il pourra alors vous le notifier en vous indiquant plusieurs options à choisir : distribuer une partie aux actionnaires, effectuer un remboursement anticipée d'une dette, démarrer un investissement. Il pourrait même prendre la décision de placer automatiquement le surplus de trésorerie sur des produits financiers qu'il aura lui-même sélectionnés...

La détection d'anomalie peut être appliquée à d'autres domaines comme les vols en stock, l'usage abusif de biens sociaux, un employé ne travaillant pas, etc.

▪ ***La reconnaissance automatique de produits*** : Vous avez un grand nombre de produits à vendre ? répertorier, classer, rédiger des descriptions pour chaque article vous prend trop de temps et vous décourage de créer un catalogue exhaustif ou une boutique en ligne ? Alors imaginez que vous n'avez qu'à prendre une simple photo de l'article et le programme fait le reste...

En utilisant des technologies de reconnaissance visuelle qui existent déjà, prenez une photo d'une robe et le logiciel pourra vérifier si elle est déjà existante dans la base du système d'information, sinon il reconnaîtra tout seul ses caractéristiques : style de la robe, accessoires présents, motifs, couleur, matière, etc. Mettez le logo de la marque de la robe et son prix dans la photo, et la reconnaissance intelligente de caractères renseignera automatiquement ces informations dans votre système informatique. Plus rien à taper, mais on peut aller encore plus loin, il existe déjà des technologies qui permettent de rédiger des textes à partir de données brutes ou de big data.

Alors allons plus loin ; une fois vos produits entrés dans votre système d'information grâce à une simple photo, le programme va maintenant rédiger automatiquement un texte de description à publier dans votre catalogue ou sur votre boutique en ligne.

▪ ***Etudes des comportements en magasin*** : Il existe déjà des logiciels pour détecter des comportements suspects. Notamment utilisés pour la sécurité des aéroports, par exemple la France envisage d'équiper 40000 caméras de surveillance de cette technologie suite aux attaques du 13 novembre 2015. La SNCF teste même le port de mini caméras sur les uniformes de leurs agents pour informer ceux-ci du niveau de risque d'un comportement d'un usager.

Maintenant transposons cela dans le cadre d'un commerce. On peut bien sûr déjà penser à mieux prévenir les vols grâce à l'application directe de cette technologie.

Mais on pourrait également augmenter les ventes! Supposons que le programme d'intelligence artificielle remarque qu'un grand nombre de clients prend en main un produit, lis attentivement sa boîte, mais le repose systématiquement après avoir regardé son prix sur l'étagère. Alors le programme pourra avertir le chef de rayon que le prix de cet article est peut-être trop élevé et qu'il nécessite un réajustement.

Un autre exemple : le programme détecte un client montrant un intérêt pour un produit. Ce client prend en main l'article, le manipule, regarde son prix à plusieurs reprises. Mais il s'apprête à quitter le rayon sans l'acheter. Imaginez un écran en bout de rayon qui annonce

alors de manière totalement “fortuite” qu’une promotion exceptionnelle vient juste de démarrer sur ce produit et qu’elle ne dure que la journée...

Dernier exemple pour la route : un client recherche activement un produit dans un rayon, mais ne le trouve pas. Le programme peut alors avertir un vendeur du rayon et celui-ci approchera le client pour lui dire “vous semblez rechercher un produit, puis-je vous aider à le trouver ?”.

▪ **Détermination automatique des nomenclatures de production** : Supposons que vous gériez une usine de production textile. Les commandes de vos clients sont systématiquement différentes et évoluent en fonction des modes. Une étape fondamentale pour déterminer le devis est l'évaluation des coûts de revient, et donc de déterminer les matières premières et leur quantité nécessaires à l'élaboration du produit final.

Le programme pourrait apprendre au fur et à mesure ces informations et même utiliser des bases de données externes pour à terme être capable de lister automatiquement les matières premières dont vous avez besoin.

Plus d'intervention humaine. Plus de crainte de voir un expert en nomenclature quitter votre entreprise. Moins de risque d'erreur, coupler cela avec vos logiciels de gestion, et vous obtiendrez un système automatique de prise de commande, d'édition de devis, de commandes fournisseurs, de gestion de stock et de la production, jusqu'à la livraison finale et la facturation client !

▪ **Support client en ligne automatique** : Dans le domaine de l'intelligence artificielle, il existe un test très célèbre : le test de Turing. Pour simplifier, ce test consiste à faire discuter une personne avec une machine sans qu'elle le sache. Si elle ne découvre pas qu'elle parle avec un programme, alors on peut dire que le test de Turing est réussi. Sans aller aussi loin, il existe aujourd'hui des logiciels capables de répondre aux questions préventes (presales) des clients de manière pertinente et très naturelle.

Il existe d'autres applications de l'intelligence artificielle dans les entreprises qui sont :

- ✓ Assistance à l'achat de stock.
- ✓ Évaluation des risques d'impayés d'un client.
- ✓ Probabilité de départ d'un employé clé.
- ✓ Détermination automatique et dynamique des prix de vente.
- ✓ Étude d'implantation d'un nouveau magasin.
- ✓ Anticipation des crises et reprises des marchés.

2.5.2 L'impact de l'intelligence artificiel dans les entreprises : [6]

Aujourd'hui l'intelligence artificielle génère déjà de nombreux bénéfices pour les entreprises, notamment en:

▪ **Répondant aux enjeux du Big data** : L'intelligence artificielle repose en effet pour une grande partie sur la fouille et l'analyse de masse de données à partir desquelles elle pourra apprendre.

▪ **Augmentant l'expertise humaine d'aide à la décision, assistant d'aide en ligne** : une société à Hong Kong, *Deep knowledge venture* (DKV), spécialisée dans les investissements en capital-risque, possède par exemple une intelligence artificielle à son conseil d'administration, nommée Vital (*Validating Investment Tool for Advancing Life*

sciences) qui fait des recommandations en matière d'investissement et possède également un droit de vote.

- **Optimisant les services et produits :** amélioration de la connaissance client, de la prise de décision, mais aussi des processus opérationnels.

- **Renforçant la sécurité des systèmes :** en matière de cyber sécurité, l'intelligence artificielle devient un élément structurant des infrastructures IT, afin de sécuriser les réseaux. Michael Hack, *Senior Vice-président EMEA Operations*, Ipswitch, affirme en effet que « la reconnaissance automatique est désormais bien établie pour la détection des fraudes, et des développements sont en cours pour créer des algorithmes qui identifieront les menaces que les cerveaux humains et les mécanismes de sécurité traditionnels échouent à reconnaître.

- **Aidant à faire des découvertes :** certaines entreprises dans le domaine de la santé utilisent par exemple Watson pour analyser toutes les publications scientifiques ayant trait à un domaine particulier de recherche, ce qui leur permet de chercher de nouvelles propriétés, de nouvelles molécules.

2.5.3 Inconvénients de l'intelligence artificielle dans une entreprise : [6]

L'intelligence artificielle a des avantages comme elle a des inconvénients comme :

- ❖ Absence des compétences requises.
- ❖ Il n'y a pas de business case défini.
- ❖ Investir dans la modernisation de la plateforme de gestions des données.
- ❖ Insuffisance du budget.
- ❖ On ne sait pas comment mettre en œuvre l'IA.
- ❖ Les systèmes d'AI ne sont pas sûrs.
- ❖ Ne pas possédé les autorisations nécessaires.

2.6 Les outils d'aide à la décision :

2.6.1 Qu'est-ce qu'une aide à la décision ? [7]

L'aide à la décision est une technique permettant à une personne de prendre la meilleure décision possible en répondant à une problématique posée. L'objectif est d'analyser et vérifier rapidement un ensemble d'informations à un instant donné, en prenant en considération les éléments connexes, pour proposer la solution la plus pertinente.

2.6.2 Les bénéfices d'un outil d'aide à la décision :

Un outil d'aide à la décision est efficace dans tous les secteurs d'activité et démystifie une multitude de contextes. En entreprise, il permet de rationaliser la production ou la vente et optimise le fonctionnement. Il permet de fournir la meilleure offre possible à un client et de clarifier un contexte ou un cas. En effet, une aide à la décision peut traiter un très grand nombre de critères et de règles métier pour répondre rapidement à une situation ou un cas en mettant de côté toute subjectivité.

Un outil d'aide à la décision créé pour une interaction directe avec le client, apporte à celui-ci les informations dont il a besoin ainsi que la meilleure offre en fonction de ses

attentes. L'utilisateur sera guidé intelligemment ce qui lui évitera les erreurs de jugement ou d'aiguillage qu'il aurait pu commettre.

2.6.3 Comment réaliser un outil de prise de décision ?

La prise de décision repose généralement sur les informations détenues en entreprise, par les dirigeants, les managers, et par les employés, qui effectuent un suivi de leurs travaux, des objectifs, et un historique des échanges divers. Un outil d'aide à la prise de décision se crée par les acteurs internes en entreprise. La fiabilité de l'outil dépend donc de la qualité des informations qui ont été entrées dans les procédures. En effet, si l'outil a été conçu sur des informations obsolètes erronées ou manquantes, il y aura forcément un problème de pertinence et d'efficacité.

Il est alors important de commencer par le recueil de toutes les informations de l'entreprise en effectuant une cartographie et en confiant, aux managers et équipe de chaque service, l'évaluation de la qualité des données ainsi que son intégration à l'outil. Un support intuitif et collaboratif facilitera dans cette situation, car chacun peut apporter des informations rapidement et simplement. Un logiciel de modélisation permet de créer des groupes avec des accès par profils, pour pouvoir créer du contenu, des procédures, et donner son avis en envoyant des commentaires directement à l'administrateur. Après avoir ajouté le contenu, il est nécessaire de tester les procédures puis de valider les informations après confirmation de son efficacité. Étant donné les changements et l'évolution rapide, il est préférable de mettre l'outil à jour régulièrement. Ce qu'un logiciel de modélisation permet de faire aisément.

Enfin, lorsque l'outil d'aide à la décision est opérationnel, il est possible de surveiller les statistiques d'utilisation pour vérifier que les utilisateurs de l'outil ne connaissent pas d'obstacles et que les procédures sont suivies du début à la fin. En effet, si une procédure n'est pas conduite à son terme, n'est pas consultée, c'est probablement que celle-ci manque de pertinence ou qu'une erreur s'est introduite par exemple.

2.6.4 Comment faire alors pour s'assurer de prendre les meilleures décisions ? [8]

Il faut avoir les bons outils d'aide à la prise de décision. Tout simplement, à quoi reconnaît-on les bons outils d'aide à la prise de décision?

Il existe 5 caractéristiques fondamentales, les outils d'aide à la prise de décision doivent être:

❖ **Conçus sur mesure pour les besoins de l'entreprise** : Un outil général, qui ne tient pas compte des spécificités de notre entreprise, de notre secteur d'activités, de notre marché, de notre réalité opérationnelle et autre, ne pourra jamais nous fournir un portrait réaliste de notre situation. Si cet outil ne permet pas de bien faire ressortir toutes les subtilités qui font que notre entreprise est ce qu'elle est et qu'elle fait face aux défis qui lui sont propres, il est fort à parier qu'il ne pourra nous servir de base de décision.

❖ **Automatisés, souples et dynamiques** : Le but d'un outil d'aide à la prise de décision est de générer des réponses à des questions et en ce sens, il doit être utilisé le plus souvent possible. Avant de prendre chaque décision importante, l'entreprise doit analyser la situation

et comprendre les impacts de ses décisions. Afin d'éviter de se lancer dans des analyses pointues et rigides, qui nécessitent l'apport d'experts, qui pour chaque scénario envisagé, doivent reprendre les calculs et les analyses, l'outil doit être automatisé. Ce faisant, les gestionnaires peuvent s'y référer pour chacune de leur décision importante et obtenir les réponses à leurs questions sans faire intervenir de multiples intermédiaires et sans se lancer dans des analyses complexes à chaque nouvelle question qui surgit.

❖ **Évolutifs** : Dans un même ordre d'idées, on doit pouvoir apporter des modifications à l'outil de base pour l'adapter au contexte de l'entreprise, qui lui, change continuellement. L'outil doit donc être conçu avec cet objectif en tête.

❖ **Précis** : Comme le gestionnaire basera ses décisions sur les résultats fournis par l'outil, on doit s'assurer que la mécanique mathématique et financière est fiable. Il existe des cas célèbres où des gestionnaires ont pris des décisions fatales pour leur entreprise, basées sur des fichiers Excel mal conçus.

❖ **Simple à utiliser** : L'outil doit d'abord et avant tout être simple à utiliser par les gestionnaires. Ceux-ci n'ont pas nécessairement à comprendre l'ensemble de la mécanique sur laquelle repose l'outil mais ils doivent comprendre le schéma général et surtout, ils doivent comprendre parfaitement les impacts de leurs manipulations. Pour cela, l'outil développé doit être convivial et respecter le vocabulaire employé dans l'entreprise. [8]

2.6.5 Les types de système d'aide à la décision : [9]

❖ *Les systèmes d'information organisationnels* :

Gingras (1986) : C'est un système intégré humain-machine qui observe et récupère des données de l'environnement, qui cueille des données provenant des transactions et des opérations de l'organisation, qui filtre, organise et choisit les données et les présente comme de l'information aux gestionnaires. On peut définir un système d'information comme étant :

- ✓ Un sous-système de l'organisation.
- ✓ Un ensemble de procédures, machines, personnes produisant des informations pour les acteurs (décideurs) de l'organisation.
- ✓ Un système informatisé ou non, recueillant, mémorisant, transmettant et traitant des données.

❖ *Les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision* :

Probst (1984) DMR : Un logiciel conçu pour faciliter la préparation d'informations pertinentes sur la base desquelles une décision motivée peut être prise, donc un ensemble de moyens informatiques organisés pour améliorer le processus décisionnel. Ces systèmes fourniraient un cadre normatif à la démarche devant aboutir à une prise de décision.

Le SIAD permet un accès facile à une base de données et à des modèles pour tester les diverses solutions possibles. Il vise donc à supporter le processus de prise de décisions en tentant de répondre aux questions suivantes :

- Qu'est-ce qui s'est passé ?
- Pourquoi est-ce arrivé ainsi ?
- Que se passerait-il si ?

La définition des SIAD proposée par Peaucelle présente certains aspects de ces systèmes sans toutefois faire allusion à deux aspects très importants présentés par Probst soit :

- Une décision motivée.
- Sur quelles bases avons-nous pris notre décision ?
- Le cadre normatif.
- Quelles sont les étapes à suivre ou les moyens à utiliser ?

❖ *Les Systèmes experts (SE) :*

On peut définir un SE comme étant un système d'intelligence artificielle utilisant des faits, des connaissances et des techniques de raisonnement pour résoudre des problèmes qui nécessitent certaines habiletés de type humaines.

- Données de type connaissance (décision de niveau stratégique) :

Exemples :

- Aide à la fabrication assistée par ordinateur.
- Planification et ordonnancement.
- Maintenance (diagnostic de pannes et d'anomalies).
- Choix de produit dans une ligne de production.
- Contrôle de qualité.
- Conseil en placements financiers.
- Octroi de crédit.

❖ *Les réseaux neuronaux (RN)*

Le fonctionnement de ces systèmes ressemble beaucoup aux méthodes de statistique de prévision. Ces RN ne sont pas pourvus d'une base de connaissances comme les SE, mais uniquement d'une base de faits qui augmente en volume et apprend lors de chaque utilisation. Donc les RN utilisent des " patterns " (expériences similaires passées dont les résultats sont connus) afin de faire des prévisions.

2.6.6 Exemple sur les outils d'aide à la décision :

2.6.6. A Processus de résolution de problèmes Complexe dans Céramir :

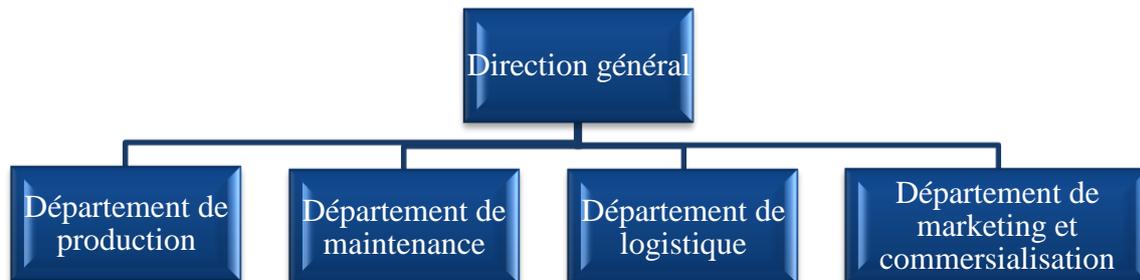
Durant notre formation en génie industriel nous avons effectué un stage au sein de l'entreprise Céramir qui est spécialiste à la production de faïence, pendant ce stage nous avons rencontré des problèmes dans des les différents départements d'entreprise : production, maintenance, logistique et marketing. Dans le travail qui suit nous allons essayer de résoudre ces problèmes existant dans l'entreprise Céramir à l'aide d'un processus de résolution de problèmes Complexe pour mieux comprendre l'aide des méthodes et des outils à la prise de décision dans l'entreprise.

- Processus de résolution de problèmes Complexe dans une entreprise : c'est une méthode systématique de résolution du problème. Ce processus est trop lourd pour de petits problèmes, pour ça il est nécessaire pour des problèmes complexes. Il nous permet de gagner du temps et d'éviter de nous égarer sur des voies sans issue. Ce processus est

construire de 8 étapes : Identifier les problèmes, Sélectionner le problème à traiter, Analyser le problème, Rechercher toutes les solutions qui s'offrent à nous, Sélectionnons parmi les solutions trouvées celles que nous décideriez d'appliquer, Mettons en place notre solution, Assurons-nous du suivi. [11]

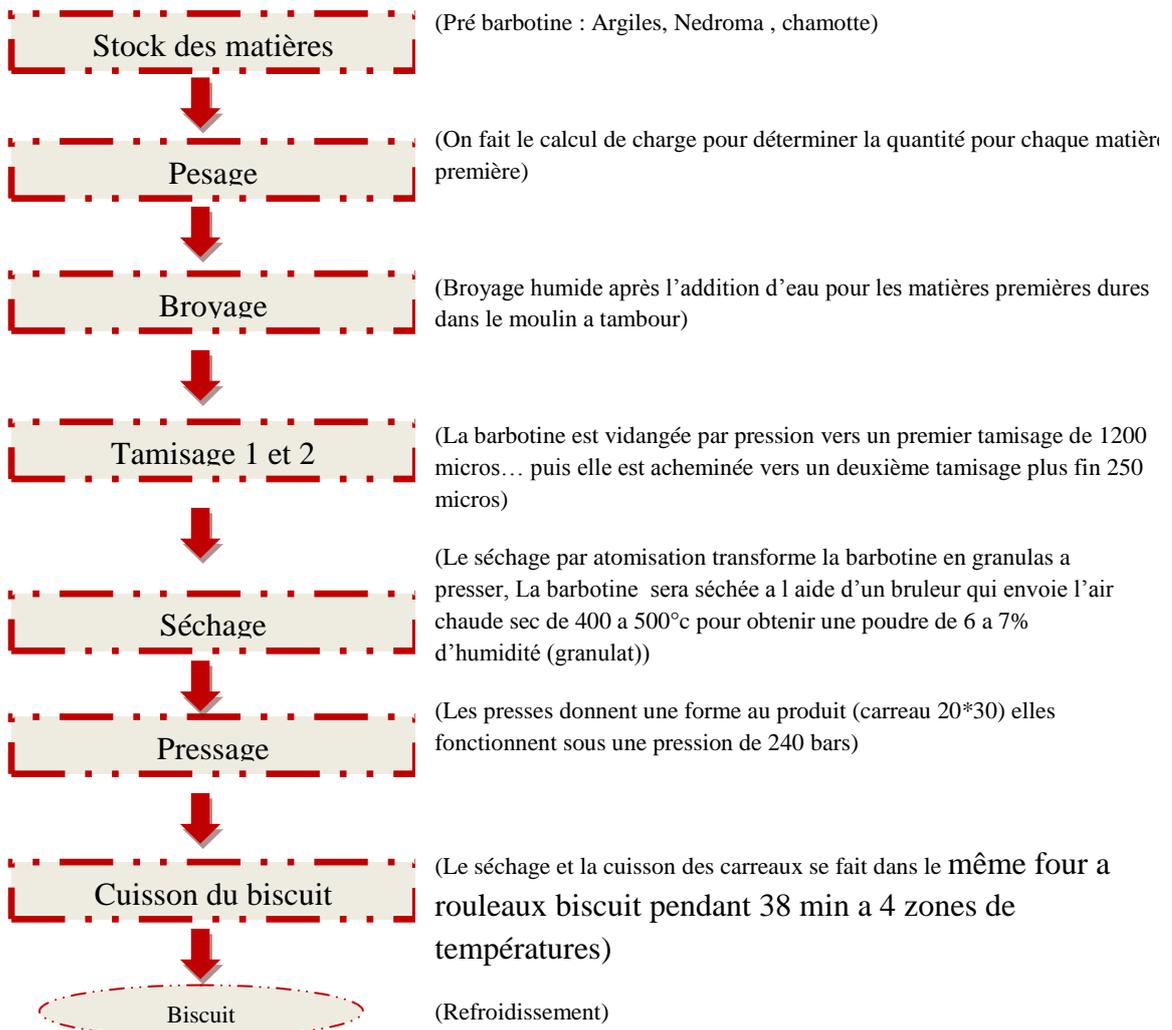
❖ **Présentation de l'entreprise Céramir :**

Céramir est une entreprise de production de faïence a partir de matière première jusqu'au produit fini et la commercialisation de ce produit. Cette entreprise se compose de 4 départements différents qui apparaissent dans l'organigramme suivant :



Organigramme 2.1: Présentation de l'entreprise Ceramir

❖ **Le processus de fabrication de la faïence dans Céramir :** le processus de fabrication de la faïence est le suivant :



Venons maintenant à l'application de processus de résolution de problèmes déjà cité dans **2.6.6.A** sur les problèmes existant dans les 4 départements de **Céramir** :

✚ Département de production :

❖ Etape1 : Identification du problème :

Dans cette phase de production nous avons le problème de la non planéité du biscuit c'est-à-dire la faïence est sorti du premier four à des dimensions non homogène.



Figure 2.4: Faïence non homogène.

Ce dernier problème nous provoque des retours de marchandise, des retards et des goulots d'étranglements, des erreurs...

❖ Etapes2 : Sélectionner le problème à résoudre : Après une simple étude sur les problèmes générés dans l'étape 1, les questions qui se posent :

- Est ce on peut résoudre ce problème ??

Par intuition et d'après une analyse préliminaire on peut dire :

- Qu'on peut résoudre ce problème.

❖ Etapes3 : Analyse les causes racines :

Les plus importantes causes de ce problème sont soit qu'il y a:

- Une erreur dans le pesage : une faute dans le calcul de quantité de chaque matière première (Argiles, Nedroma , chamotte , sable ou la quantité d'eau)
- Un problème dans le moulin à tambour lord de broyage : ça peut être soit dans la vitesse du moulin (l'opérateur ne respecte pas les consignes concernant la vitesse de rotation ou bien le temps exercé dans cette opération).
- Un problème dans les Tamis 1 ou 2 : peut être il y à des trous dans l'un des tamis ou les deux qui permettre le passage des grandes granulats.

- Le séchage est non accompli : l'humidité de granulat obtenus est dehors de l'intervalle exigé.
- Un problème dans la presse : la barbotine est mal pressé (peut être la pression utilisé est dehors de l'intervalle exigé).
- Un problème dans la cuisson : soit un problème dans le four ou dans le refroidissement (température ou temps non respecté).

❖ Etapes4 : Analyse les faits :

Dans cette entreprise il y a des différents problèmes qui touchent toutes les départements et nous comme des ingénieurs dans le département de production nous allons trouvées que le problème le plus pertinent dans ce domaine ces celui qui rendre la faience non planéité et après une analyse des fait on à trouver qu'il à pas des erreurs dans le pesage et les tamis sont en bon situation , la température dans le four est bien respecté ainsi que le temps de cuisson et de refroidissement, en plus que l'opération de broyage sa se faite comme il faut, pas de problème dans le moulin ni pour la vitesse ou le temps d'exécution.

A partir de cette étude on peut conclure que les plus importantes causes de ce problème sont les suivants :

- Le séchage est non accompli : l'humidité de granulat obtenus est dehors de l'intervalle exigé :
- Il y à problème dans le bruleur qui envoie l'air chaude sec.
- La température de l'air chaud est dehors de l'intervalle.
- Un problème dans la presse : le granulat est mal pressé (peut être la pression utilisé est dehors de l'intervalle exigé).

❖ Etapes5 : Modélisation des causes:

- **A l'aide de Méthode ABC** : C'est un outil d'analyse par activité. Cette méthode a l'avantage de permettre une analyse par activité d'une entreprise et de faire ressortir ses points forts et ses points faibles.
- **Classe A** : Présente le groupe qui à une grande influence sur le processus de production 80%.
- **Classe B et C**: Présentent 20%.

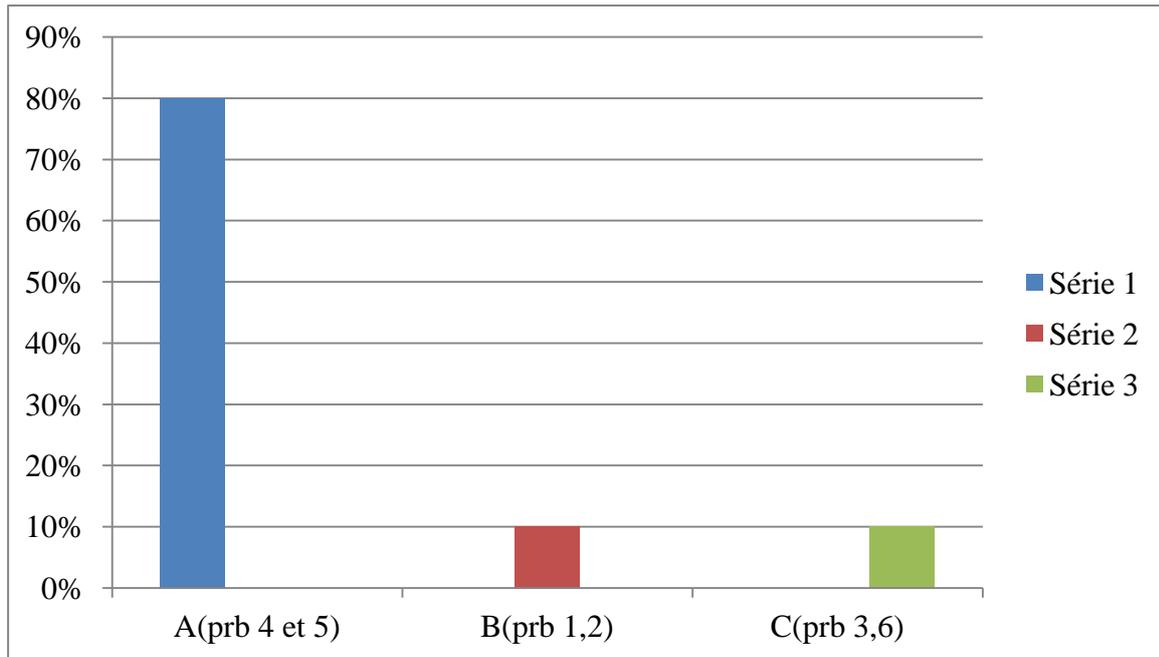


Figure 2.5: Méthode ABC

- A l'aide de Méthode ISHIKAWA :** Ce diagramme représente de façon graphique les causes aboutissant à un effet. Il peut être utilisé comme outil de modération d'un remue-méninge et comme outil de visualisation synthétique et de communication des causes identifiées.

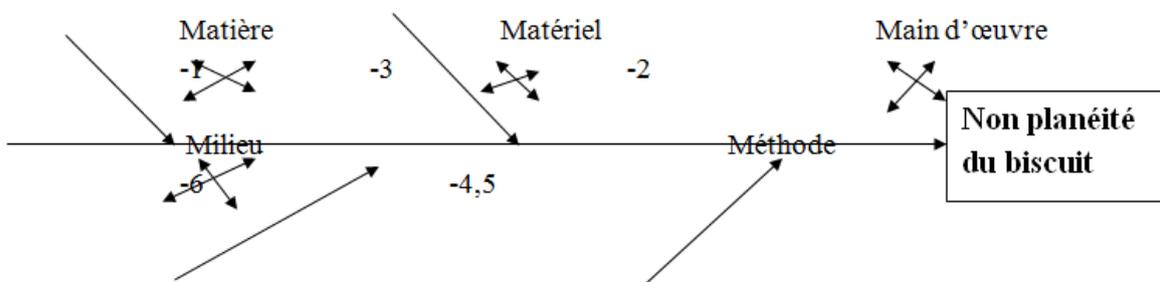


Figure 2.6: Méthode Ishikawa.

❖ Etapes6 : Brainstorming

Dans cette étape chaque département va nous donner une solution pour avoir à la fin une solution efficace à ce problème :

- Département de production, logistique, maintenance proposent d'insérer un capteur d'humidité pour confirmé que l'humidité des granulats est toujours inclus dans l'intervalle exigé, vérifier les poinçons et prendre un échantillon pour l'analyse après chaque opération de séchage (analyse le % d'humidité), et même après la presse pour confirmer la planéité de la faïence.
- Département de marketing et commercialisation proposent qu'on change les moules de presses par des nouveaux moules pour obtenir un biscuit équilibrés.

❖ Etapes7 : Analyse des propositions

Après avoir analysé les propositions des autres départements, le département de production à décider de :

- a. Insérer un capteur d'humidité pour confirmé que l'humidité des granulats est toujours inclus dans l'intervalle exigé.
- b. Vérifier les poinçons.
- c. Prendre un échantillon pour l'analyse après chaque opération de séchage (analyse le % d'humidité), et même après la presse pour confirmer la planéité de la faïence.

✚ Département de maintenance :

Perturbation dans la chaîne de production
(Empêche l'entreprise à atteindre son objectif)

Identification du problème

- Le non qualification des opérateurs.
- La mauvaise gestion pour la maintenance préventive.
- Les pannes coercitives des équipements.
- Le non disponibilité des pièces de rechanges.
- La coupure d'électricité.

Causes Racines

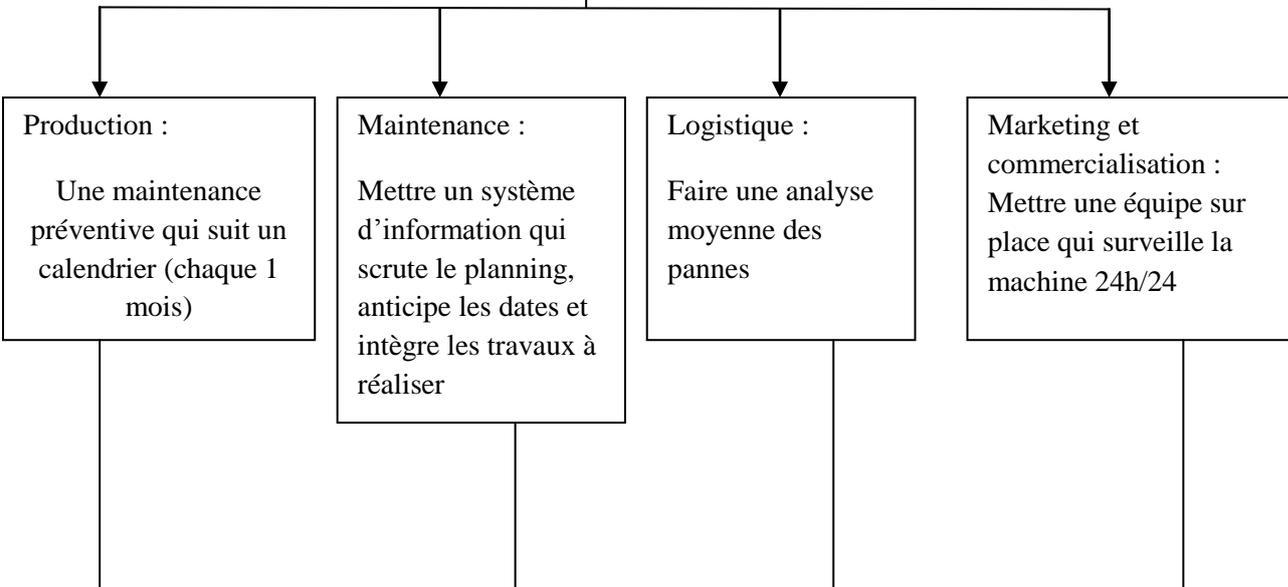
Analyse des résultats

Le temps d'arrêt dû à la maintenance préventive occupe 50% de temps total. Et si on prend la classe de 80% on trouve qu'on peut réduire juste le temps d'arrêt demandé car la coupure de courant c'est incontrôlable et les autres sont des maintenances curatives.

Modélisation

La méthode de Pareto

Brainstorming



Analyse des propositions

Solution du département Maintenance

Figure 2.7: Processus de résolution de problème du département de maintenance.

- ❖ **Modélisation des cause à l'aide de la méthode de Pareto** : est un phénomène empirique constaté dans certains domaines : environ 80 % des effets sont le produit de 20 % des causes. Il a été appliqué à des domaines comme le contrôle qualité. Nous allons applique la méthode de Pareto sur les pannes rencontrés dans les 4 mois derniers.

Arrêt	janv. 16	févr. 16	Mars.16	Avr.16
Arrêt demandé	60	65	50	58
Manque de boxes vides.	0	3	13,8	1,9
Arrêts Grandes pannes >60mn	2,7	4,7	8,5	7,8
Coupure de courant.	3,5	21,8	5,6	10,5
Saturation de la voie empilage.	0	0,4	0	6,8
Défaut ventouse	8,2	3,2	10,7	9,5
Arrêts de la pompe	3,9	5	1,3	5,8
Défaut table à rouleaux	2,7	3,7	1,6	9,6
Défaut chaine d'émaillage	7,7	1,2	1,8	2,4
Défaut presse	0,7	3,4	3,5	6,8
Arrêt pour évacuation des produits non-conformes.	0,6	1,9	6,6	4,4
Coupure du fil coupeur.	0,8	3,6	2,7	2,6
Changement moules	0	4,7	7,5	2,7
Manque de terre.	0,3	2	0,9	2,5
Blocage du séchoir.	0,4	0	0	4,2

Tableau 2.1: Les pannes dans le système.

Arrêt	Total	p%	p% cumulé
Arrêt demandé	233	0,50096753	0,50096753
Coupure de courant.	41,4	0,08901312	0,58998065
Défaut ventouse	31,6	0,06794238	0,65792303
Arrêts Grandes pannes >60mn	23,7	0,05095678	0,70887981
Manque de boxes vides.	18,7	0,04020641	0,74908622
Défaut table à rouleaux	17,6	0,03784132	0,78692754
Arrêts de la pompe	16	0,0344012	0,82132875
Changement moules	14,9	0,03203612	0,85336487
Défaut presse	14,4	0,03096108	0,88432595
Arrêt pour évacuation des produits non-conformes.	13,5	0,02902602	0,91335197
Défaut chaine d'émaillage	13,1	0,02816599	0,94151795
Coupure du fil coupeur.	9,7	0,02085573	0,96237368
Saturation de la voie empilage.	7,2	0,01548054	0,97785422
Manque de terre.	5,7	0,01225543	0,99010965
Blocage du séchoir.	4,6	0,00989035	1

Tableau 2.2 : Les pannes dans le système.

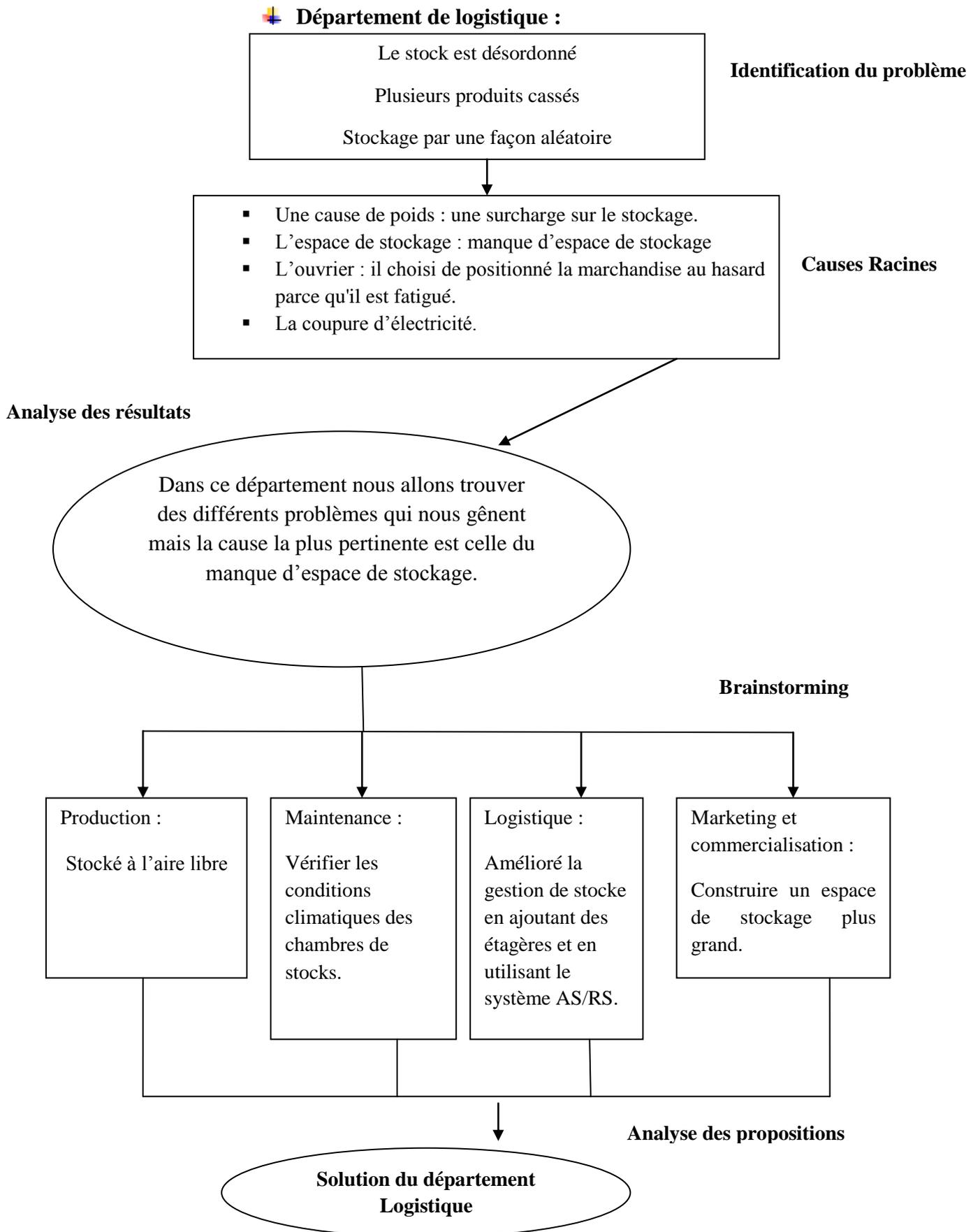


Figure 2.8 : Processus de résolution de problème de département logistique.

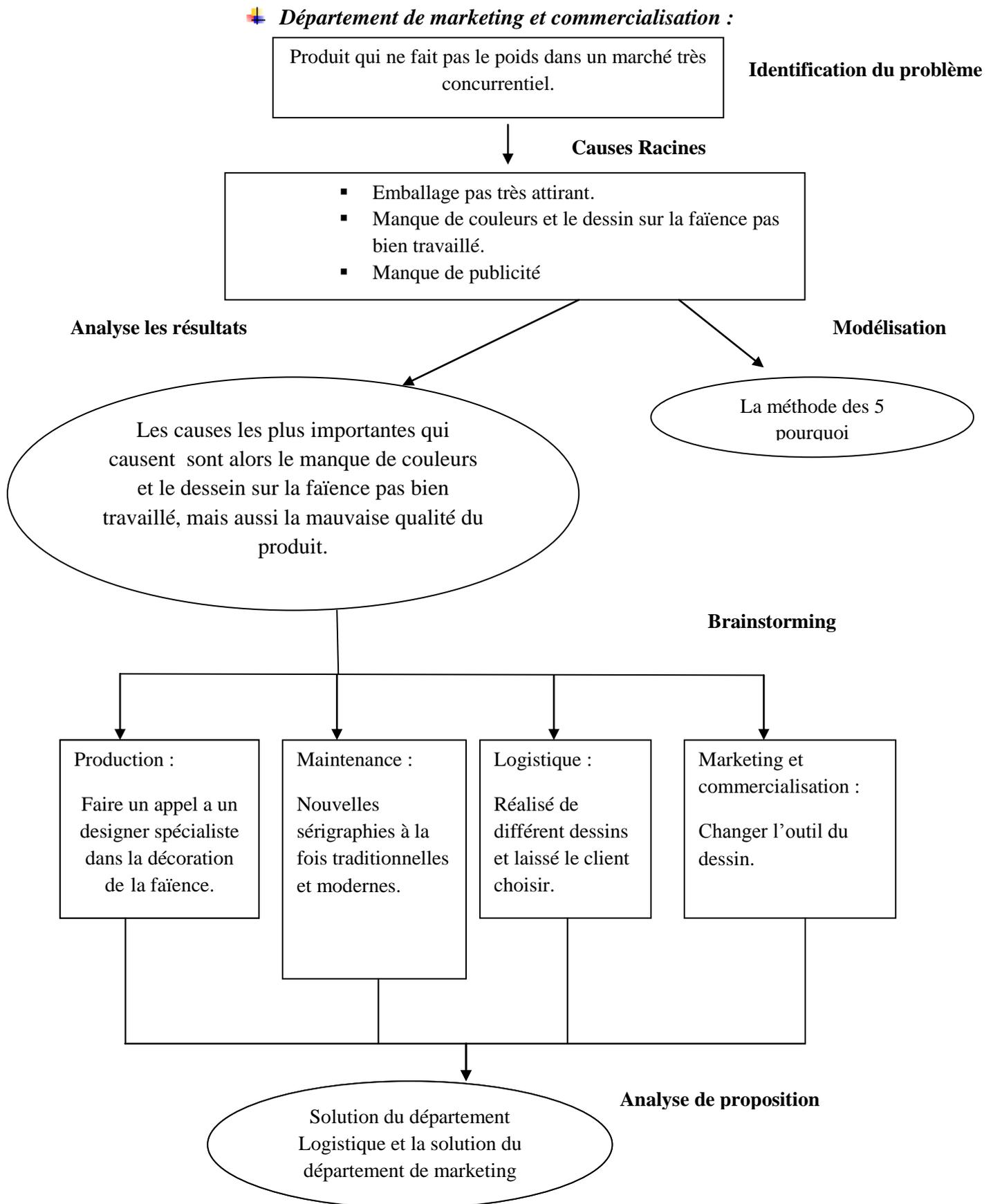


Figure 2.9 : Processus de résolution de problème du département de marketing.

- ❖ **Modélisation des causes à l'aide de la méthode des 5 pourquoi :** est la base d'une méthode de résolution de problèmes proposée dans un grand nombre de systèmes de qualité. Il s'agit de poser la question pertinente commençant par un pourquoi afin de trouver la source, la cause principale de la défaillance. Cette méthode de travail est surtout faite pour trouver la cause principale du problème rencontré.

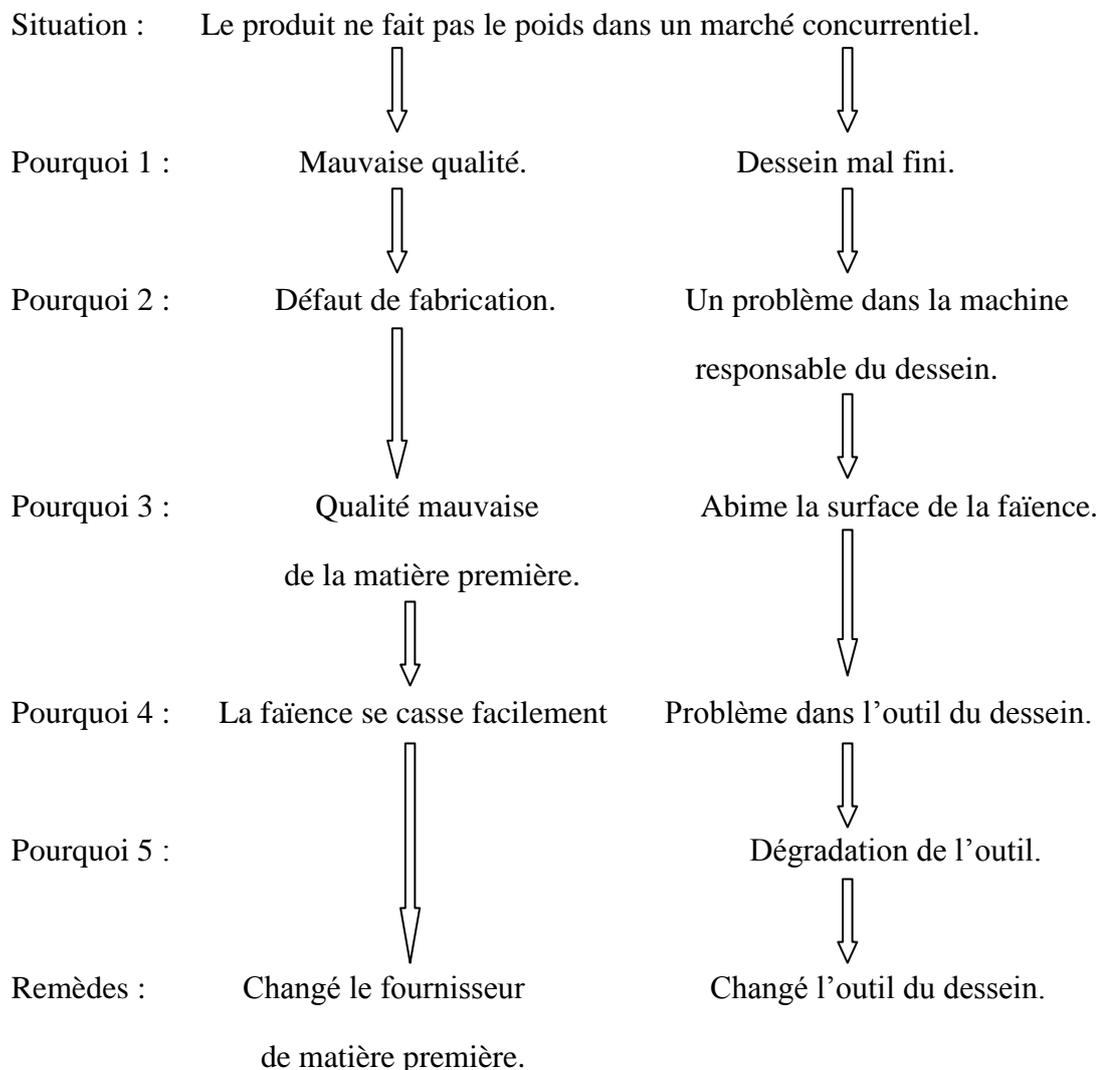


Figure 2.10: Modélisation du problème avec les 5 pourquoi.

2.6.6. B Analyse de décision dans l'incertitude

En présence d'incertitude non mesurable, le décideur ne peut plus pondérer l'importance respective de chaque état par une probabilité, car il ne la connaît pas Aussi, plusieurs critères pour la décision individuelle ont été proposés : Critères de Laplace, Bernouilli, Wald, Hurwicz, Savage, ...Ces critères vont être appliqué dans l'exemple présenter par la suite.

Dans la partie qui suit nous s'intéresse à la résolution d'un exemple d'investissement à l'aide d'analyse de décision dans l'incertitude, Cet exemple nous montre l'utilité d'un outil d'aide à la décision et son importance dans la prise de décision, car grâce a ces critères on pourra par la suite choisir l'investissement le plus rentable.

Les choix d'investissements sont les suivants :

- Une résidence
- Un immeuble
- Un appartement
- Aucun des trois

Cela va dépendre de l'état du marché immobilier : fort / moyen / faible. L'estimation des profits de chacun de ces investissements selon l'état du marché est :

	Marché Fort	Marché Moyen	Marché Faible
Résidence	550	110	-310
Immeuble	300	129	-100
Appartement	200	100	-32
Aucun	0	0	0

Tableau 2.3: Etat du marché

Arbre de décision associé à cet exemple est le suivant :

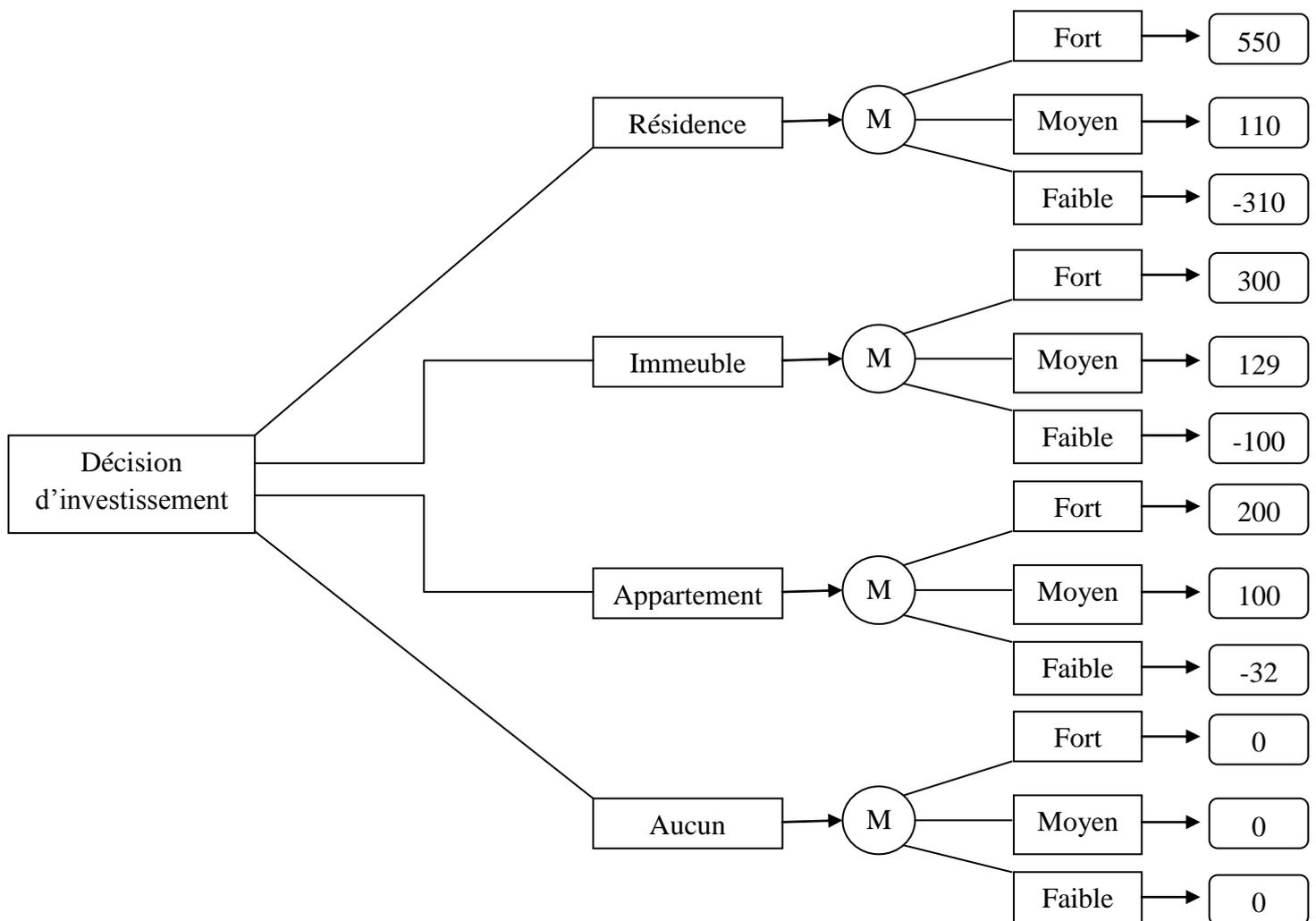


Figure 2.11 : Arbre de décision de l'état du marché.

❖ Critère de MaxiMax :

C'est le critère du décideur optimiste, on « redescend » l'utilité maximale de chaque « valeur » et on choisit la décision qui à la plus grande utilité maximale.

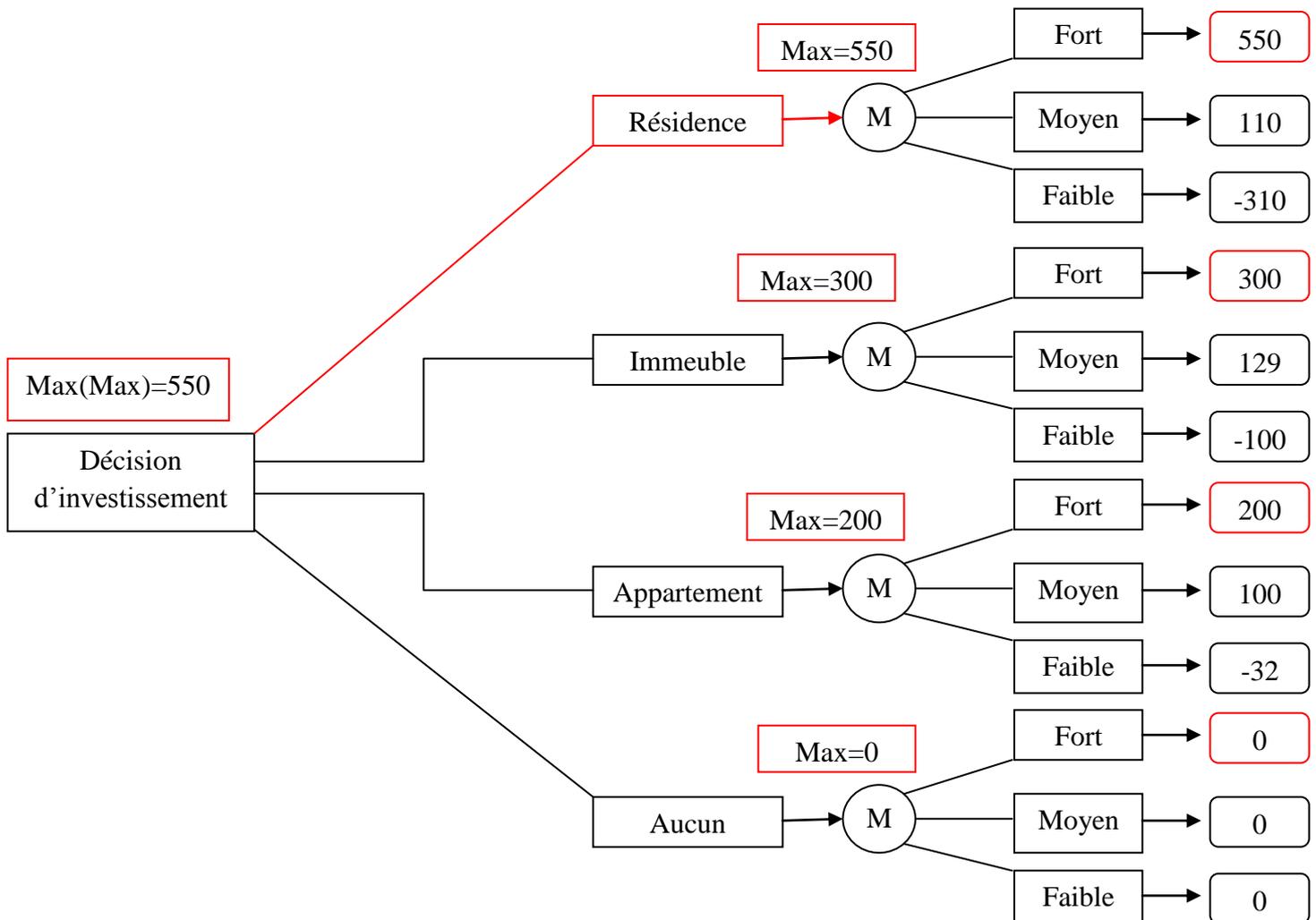


Figure 2.12: Arbre de décision du critère MaxiMax.

Résultat du critère **MaxiMax** est : résidence 1 ; immeuble 2 ; appartement 3 ; aucun 4.

❖ **Critère de Wald ou MaxiMin :**

C'est le critère du décideur pessimiste : décider comme si la nature était animée des pires intentions ... On «redescend» l'utilité minimale de chaque « valeur », en choisissons la décision qui à la plus grande utilité minimale (la "moins pire").

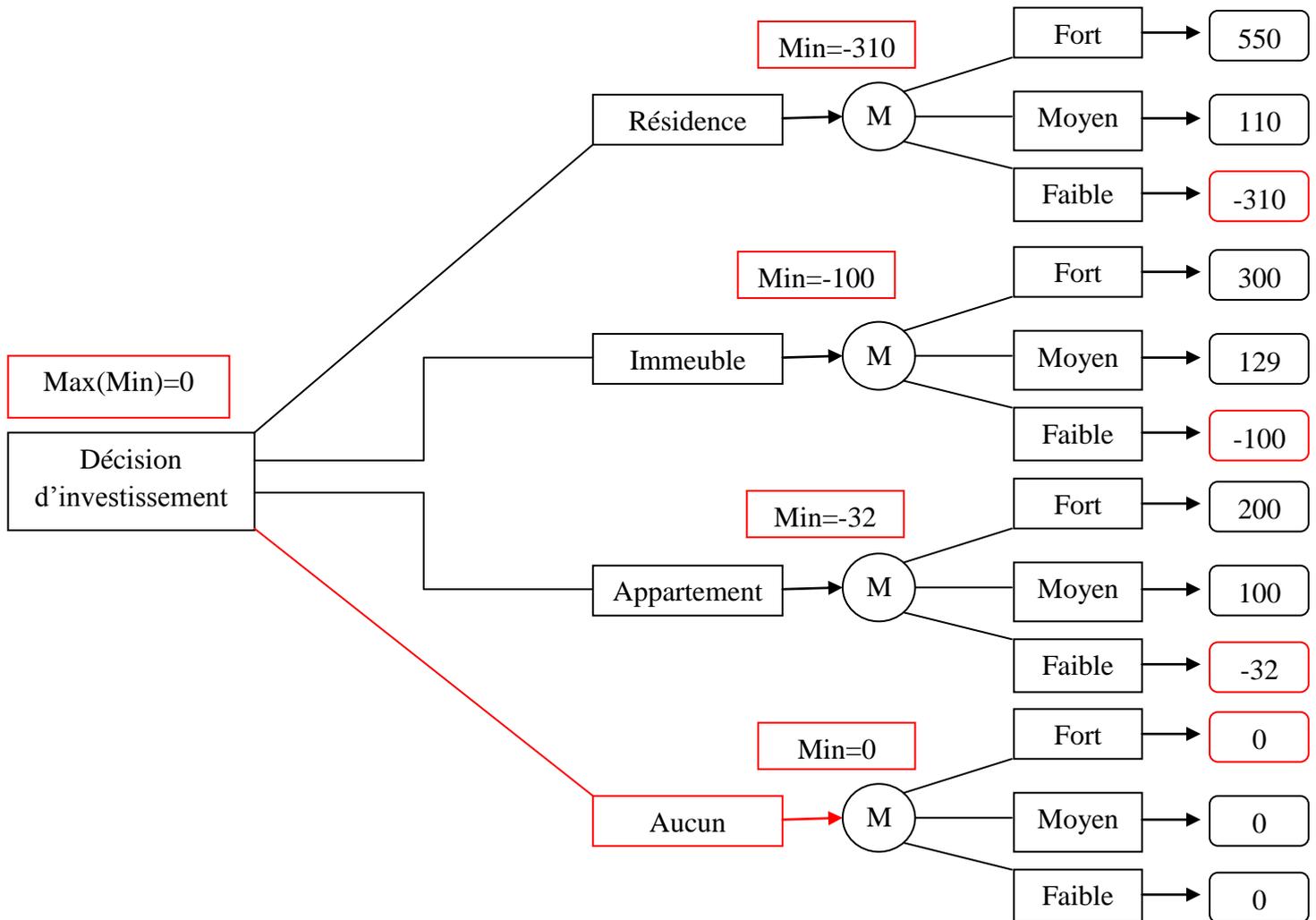


Figure 2.13: Arbre de décision du critère Wald ou MaxiMin.

Résultat du critère **Wald** **MaxiMin** est : aucun 1 ; appartement 2 ; immeuble 3 ; résidence 4.

❖ **Critère de Savage ou « regret MiniMax » :**

Regrettons le moins possible dans le pire des cas, on calcule la matrice des regrets (ou manque à gagner) à partir de la table des résultats ainsi : $b_{ij} = \text{Max } a_{kj} - a_{ij}, \forall i \text{ et } j$

	Marché Fort	Marché Moyen	Marché Faible
Résidence	550	110	-310
Immeuble	300	129	-100
Appartement	200	100	-32
Aucun	0	0	0

Tableau 2.3: Matrice des résultats.

	Marché Fort	Marché Moyen	Marché Faible
Résidence	550-550=0	129-110=19	0-(-310)=310
Immeuble	550-300=250	129-129=0	0-(-100)=100
Appartement	550-200=350	129-100=29	0-(-32)=32
Aucun	550-0=550	129-0=129	0-0)=0

Tableau 2.4: Matrice des regrets.

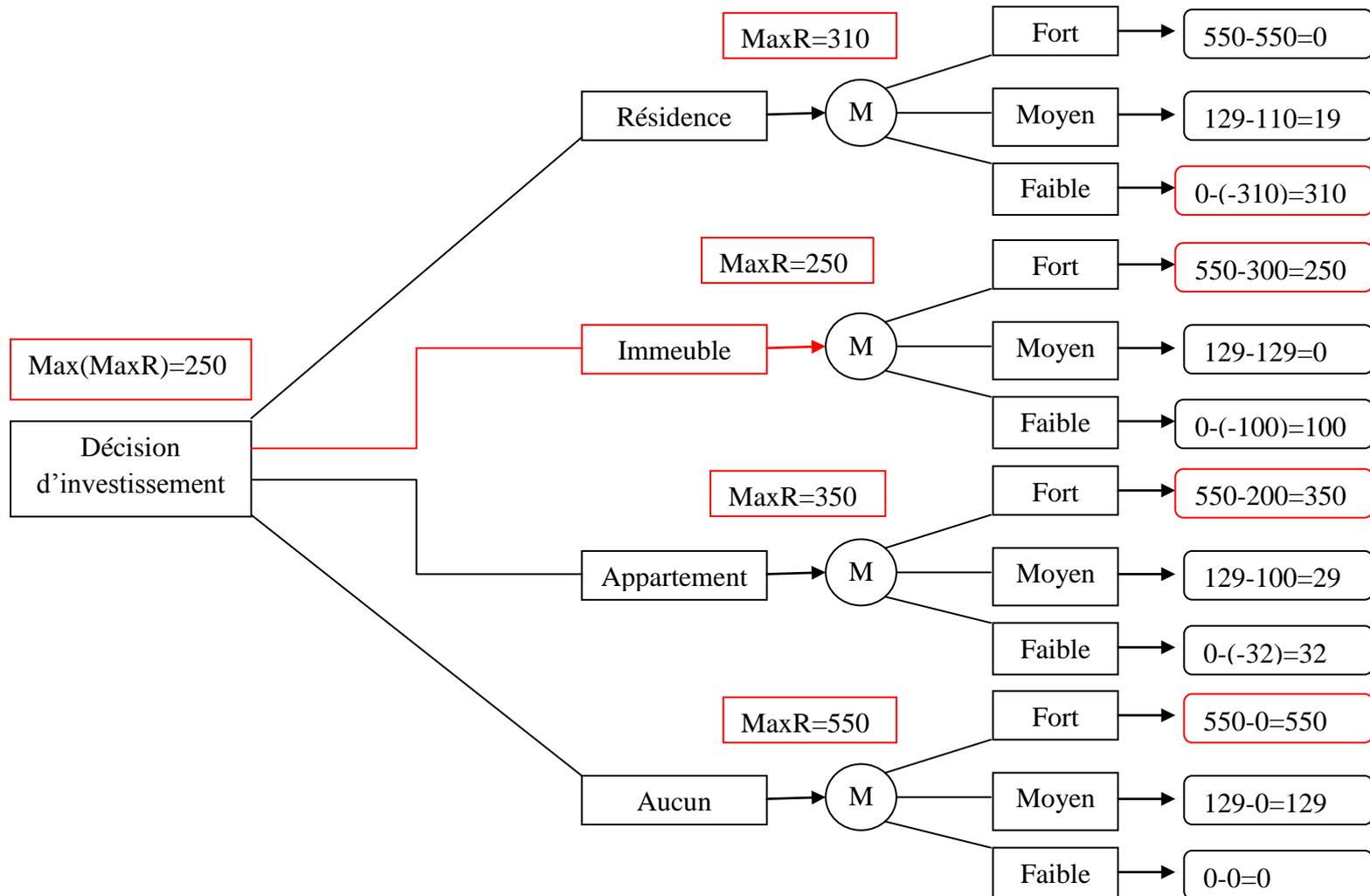


Figure 2.14: Arbre de décision du critère de Savage.

Résultat du critère Savage est : immeuble 1 ; résidence 2 ; appartement 3 ; aucun 4.

❖ **Critère de Laplace :**

Le critère de Laplace est fondé sur l'hypothèse d'équiprobabilité des n événements (états) possibles de la nature soit 1/n pour chaque état, le critère de Laplace se calcul ainsi :

$$L(d_{ij}) = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n a_{ij}, \forall i$$

On calcule pour chaque décision le critère L (la moyenne des valeurs) et on choisit la décision qui donne la plus grande valeur de L :

	Marché Fort	Marché Moyen	Marché Faible	L
Résidence	550	110	-310	117
Immeuble	300	129	-100	110
Appartement	200	100	-32	89
Aucun	0	0	0	0

Tableau 2.5: Résultat des calculs du critère Laplace.

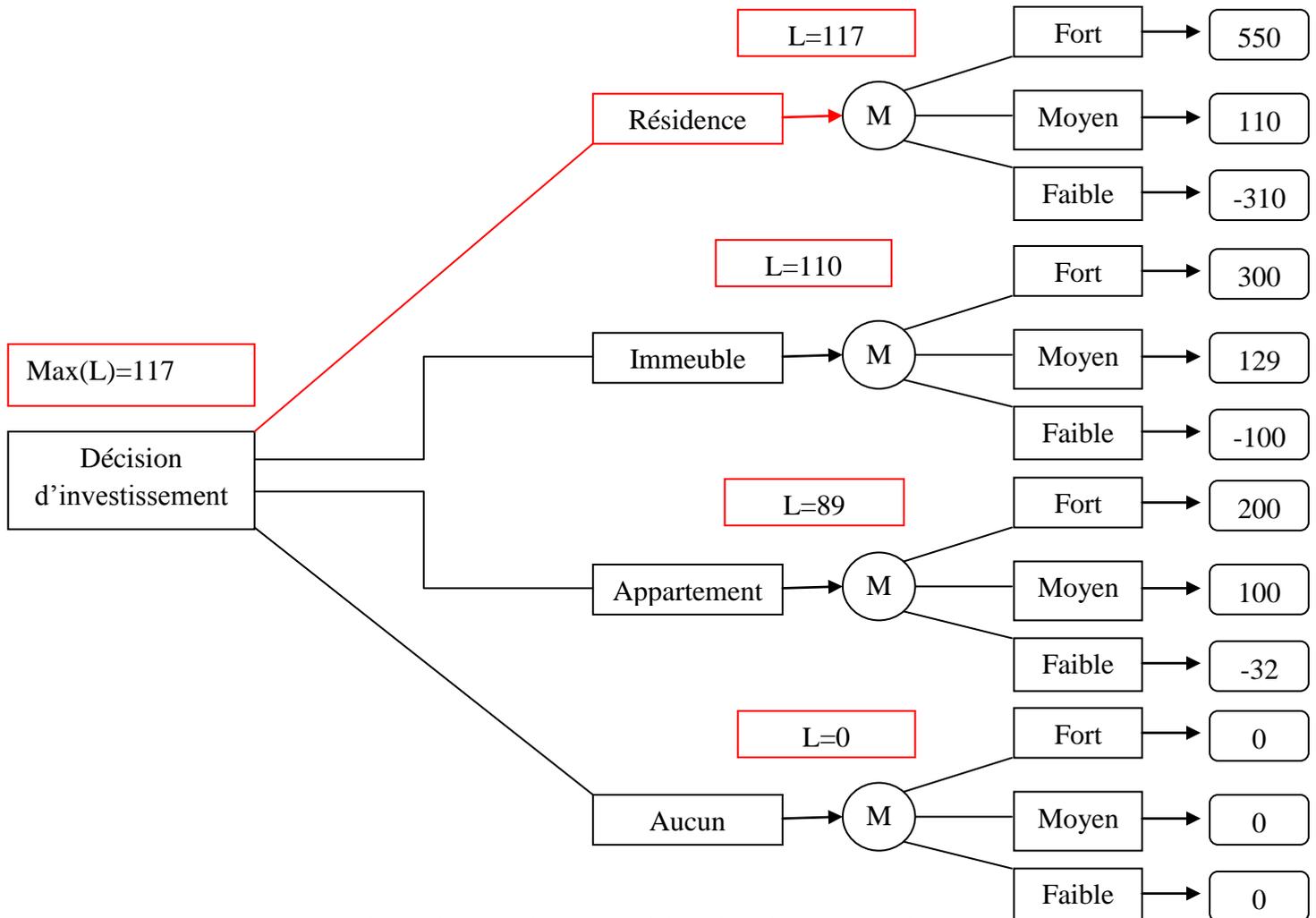


Figure 2.15: Arbre de décision du critère de Laplace.

Résultat du critère **Laplace** est : résidence 1 ; immeuble 2 ; appartement 3 ; aucun 4.

❖ **Critère d'Hurwicz :**

Le critère d'Hurwicz définit un degré de pessimisme (α) et un degré d'optimisme ($1 - \alpha$), il prend à la fois le meilleur et le pire résultat de chaque stratégie et les pondère dans une combinaison linéaire par cet index (α et $1 - \alpha$) :

$$H(d_i) = \alpha \text{ Min } a_{ij} + (1 - \alpha) \text{ Max } a_{ij}, \forall i$$

On calcule pour chaque décision le critère H et on choisit la décision qui donne la plus grande valeur de H.

Avec $\alpha = 0,5$ on a :

	Marché Fort	Marché Moyen	Marché Faible	H
Résidence	550	110	-310	120
Immeuble	300	129	-100	100
Appartement	200	100	-32	84
Aucun	0	0	0	0

Tableau 2.6: Résultat des calculs du critère d'Hurwicz

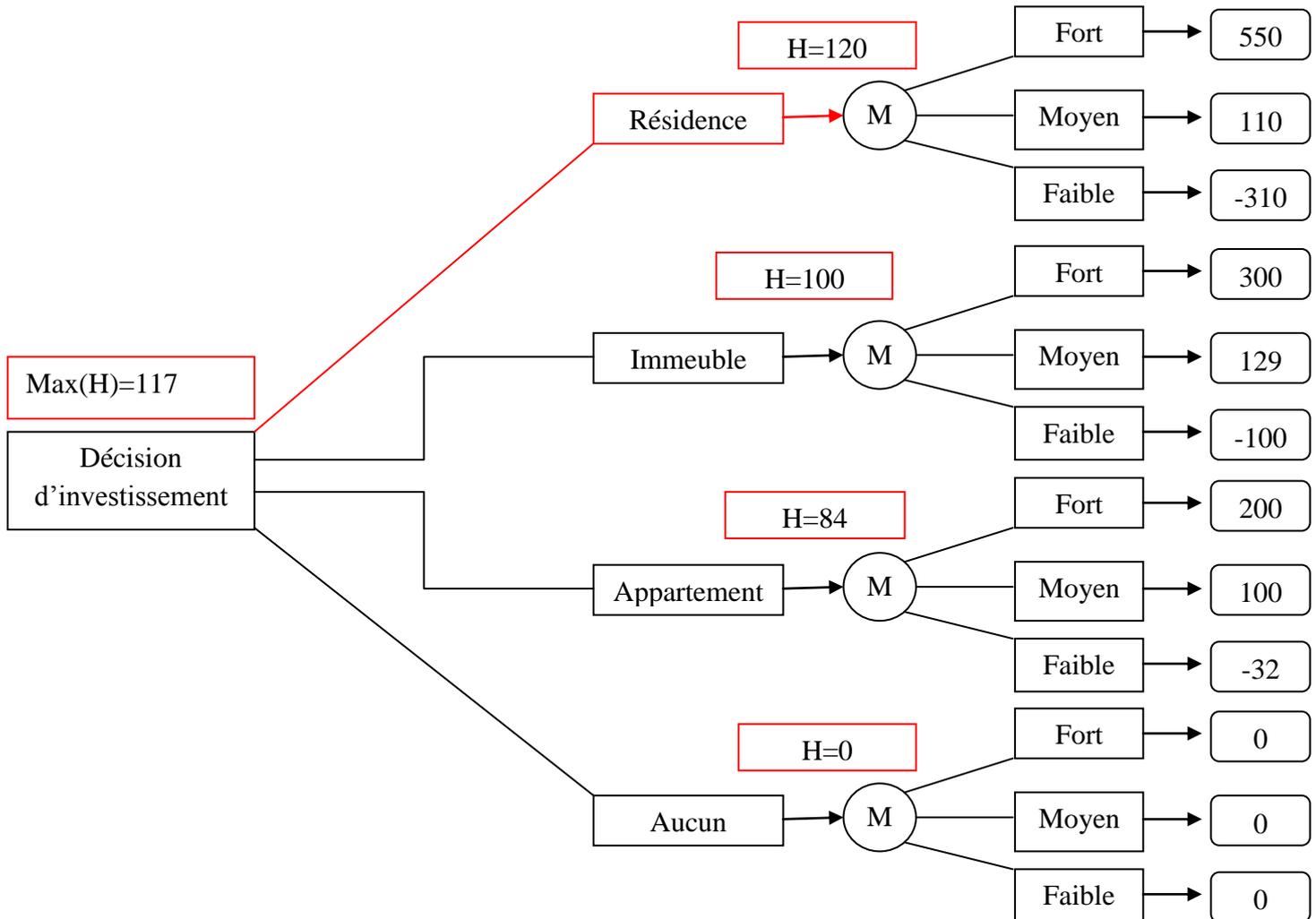


Figure 2.16: Arbre de décision du critère d'Hurwicz.

Résultat du critère **d'Hurwicz** est : résidence 1 ; immeuble 2 ; appartement 3 ; aucun 4.

❖ **Critère de Bernoulli :**

Le critère de Bernoulli, comme le critère L, est aussi basé sur l'hypothèse d'équiprobabilité des n états de la nature, mais il utilise l'utilité des gains définie par leur logarithme :

$$B(d_i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \ln a_{ij} , \forall i$$

On calcule pour chaque décision le critère B et on choisit la décision qui donne la plus grande valeur de B.

	Marché Fort	Marché Moyen	Marché Faible	B
Résidence	$\text{Ln}(550)=6.31$	$\text{Ln}(110)=4.70$	$-\text{Ln}(310)=-5.74$	$5.27/3=1.75$
Immeuble	$\text{Ln}(300)=5.70$	$\text{Ln}(129)=4.86$	$-\text{Ln}(100)=-4.61$	$5.95/3=1.98$
Appartement	$\text{Ln}(200)=5.3$	$\text{Ln}(100)=4.61$	$-\text{Ln}(32)=-3.47$	$6.44/3=2.14$
Aucun	-	-	-	-

Tableau 2.7: Résultat des calculs du critère de Bernouilli.

Résultat du critère de **Bernouilli** est : appartement 1 ; immeuble 2 ; résidence 3 ; aucun 4.

❖ **Comparaison des critères pour traiter l'incertitude :**

Pour déterminé la décision optimale on construit un tableau dans le quel les décisions sont classées de chaque critère en calculant leurs rang respectifs :

	MaxiMax	Wald	Savage	Laplace	Hurwicz	Bernouilli	Somme des rangs
Résidence	1	4	2	1	1	3	12
Immeuble	2	3	1	2	2	2	12
Appartement	3	2	3	3	3	1	15
Aucun	4	1	4	4	4	4	21

Tableau 2.8: Comparaison des critères.

Par la somme des rangs on déduit le choix optimal de l'investissement :

- Investir dans la résidence ou l'immeuble.
- Investir dans l'appartement.
- Aucun investissement.

2.7 L'aide de l'intelligence Artificielle à la prise de décision : [10]

Décision à l'aide d'Intelligence Artificielle est une nouvelle façon de résoudre un vieux problème en utilisant des algorithmes sophistiqués qui nous permettra de prendre des décisions en temps réel, basées sur des données, adaptées au compte, et qui inclut également des seuils d'alerte et de refus.

L'intelligence artificielle peut permettre d'automatiser certaines des décisions prises manuellement dans le monde de l'entreprise et des affaires en plus elle peut être une alternative efficace aux processus basés sur des règles.

Prenons l'exemple de la prise de décision liée au choix d'un fournisseur pour un responsable achat, dans un contexte où plusieurs fournisseurs sont capables de fournir le même produit. Dans la plupart des cas, aujourd'hui, un responsable achat sélectionne ses fournisseurs manuellement, ou s'appuie sur certaines règles simples. Par exemple : choisir systématiquement le fournisseur le moins cher, sauf si celui-ci est en rupture de stock. Un tel processus a sans doute une certaine marge d'optimisation.

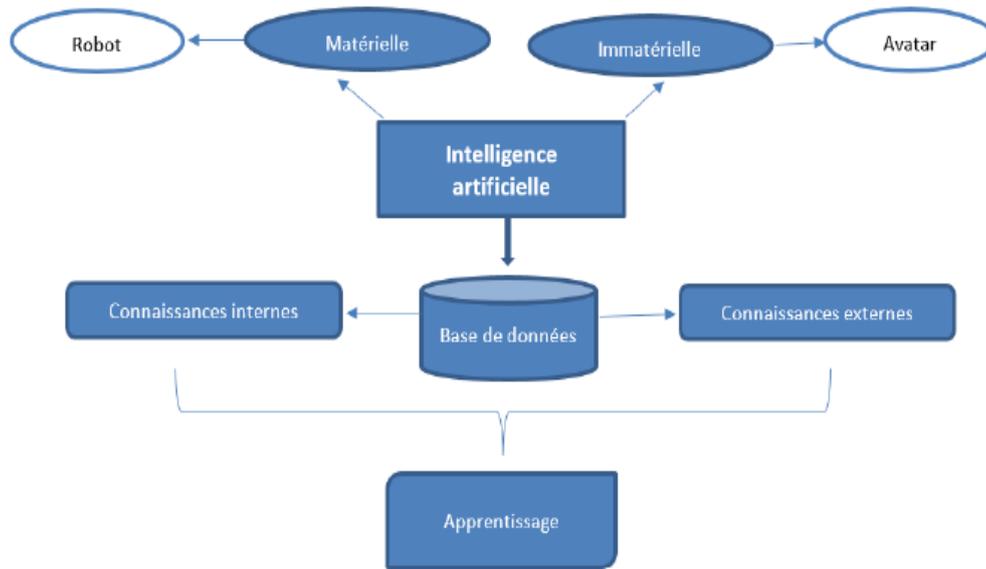


Figure 2.17: Apprentissage.

Une expérience est faite avec des étudiants de l'Université Polytechnique de Chalmers (Göteborg, Suède), visant à développer un programme de sélection de fournisseurs doté d'intelligence artificielle. Après une période d'apprentissage et d'entraînement, l'intelligence artificielle du programme a intégré la manière dont les différents facteurs (prix, délai, précision des commandes, qualité, etc.) affectent le choix à la suite de cette phase, le programme était capable de sélectionner automatiquement le bon fournisseur ou, pour ceux qui ont une confiance limitée dans les machines, de faire des recommandations à l'acheteur prenant la décision finale. Le programme était également capable d'identifier des tendances et les raisons qui font qu'un fournisseur est sélectionné de plus en plus fréquemment, tandis qu'un autre l'est de moins en moins. L'intelligence artificielle est ici capable de créer ses propres règles et de prendre des initiatives (ou de les proposer), afin de renégocier les termes d'un contrat avec un fournisseur ou d'en exclure un autre du panel de l'acheteur.

L'intelligence artificielle pourrait encore être appliquée dans l'industrie manufacturière pour l'allocation des ressources et la planification de la production. Un algorithme serait capable d'apprendre les différents facteurs impactant l'efficacité de ces processus, ainsi que les préférences en termes d'allocation des ressources et les appliquer à de nouvelles situations. Par rapport au planning traditionnel géré par l'homme, l'intelligence artificielle serait capable de prendre en compte plus de facteurs et de variables, tout en apprenant, à la différence des moteurs de planification automatique basés sur des algorithmes fixes.

Il est important de noter qu'il y a un pré requis indispensable au bon fonctionnement de l'intelligence artificielle : la disponibilité et la qualité des données. D'autant plus s'il s'agit de très grands volumes de données. Dans l'exemple du choix du bon fournisseur, si certaines données manquent ou sont incorrectes (les prix ou les délais, par exemple), la prise de décision par le programme sera faussée et aura potentiellement des conséquences négatives sur l'entreprise. [10]

2.8 Conclusion :

Ce chapitre est consacré pour présenter d'une façon générale le processus de la prise de décision dans l'entreprise et l'aide de l'intelligence artificielle à avoir une bonne décision, il comporte aussi une application des méthodes de résolution pour des problèmes de décisions existant dans Céramir (Processus de résolution de problèmes Complexe dans une entreprise Céramir et Analyse de décision dans l'incertitude exemple à un investissement immobilier)

Le chapitre suivant sera évoluer à la résolution du problème de notre cas d'étude qui est la classification des tubes PEHD du groupe Kherbouche. Cette résolution va être faite à l'aide des outils de prise de décision, en intégrant des simulations utilisant le logiciel MATLAB.

**Chapitre 3 : Résolution du
problème de Groupe
Kherbouche
(Classification des tubes
PEHD)**

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

3.1 Introduction :

Tout d'abord on va tenter de résoudre notre problème qui est la classification des tubes PEHD à l'aide des méthodes théoriques de la prise de décision. Par la suite l'objectif de notre travail sera de faire une classification automatique à l'aide de l'intelligence artificielle qui est basée sur les réseaux de neurones artificiels et l'algorithme du plus proche voisin (k-nn) afin de classer les tubes PEHD après chaque fin de tests de qualité.

3.2 Présentation du Groupe Kherbouche :

Le Groupe Kherbouche se compose de 8 filiales (société commerciales pluridisciplinaire) créer en 1976 et qui compte 2000 employés toutes spécialité confondus.



Figure 3.1: Logo du Groupe Kherbouche.

Les 8 filiales du groupe sont :

- ✓ Canal Plast
- ✓ Agro industrie
- ✓ Inter entreprise
- ✓ El Alf
- ✓ Agro Deel
- ✓ Atlas chimie
- ✓ Aquatec
- ✓ Arbor Acres Algérie

La filiale étudié dans notre cas c'est celle de Canal Plast qui va être présenté par la suite.

3.2.1 Présentation de la filiale Canal Plast :

La création de la société Canal Plast, au-delà de la volonté d'intégrer un marché porteur, répond à l'ambition de ses promoteurs de relever les défis de la qualité.

Canal Plast est destiné à produire et distribuer les tubes, raccords et accessoires PVC et PEHD, adaptés pour la réalisation de canalisations aux multiples applications. L'unité tubes PVC est entrée en production dès le mois de mai 2006 avec des capacités installés de 20 tonnes/j

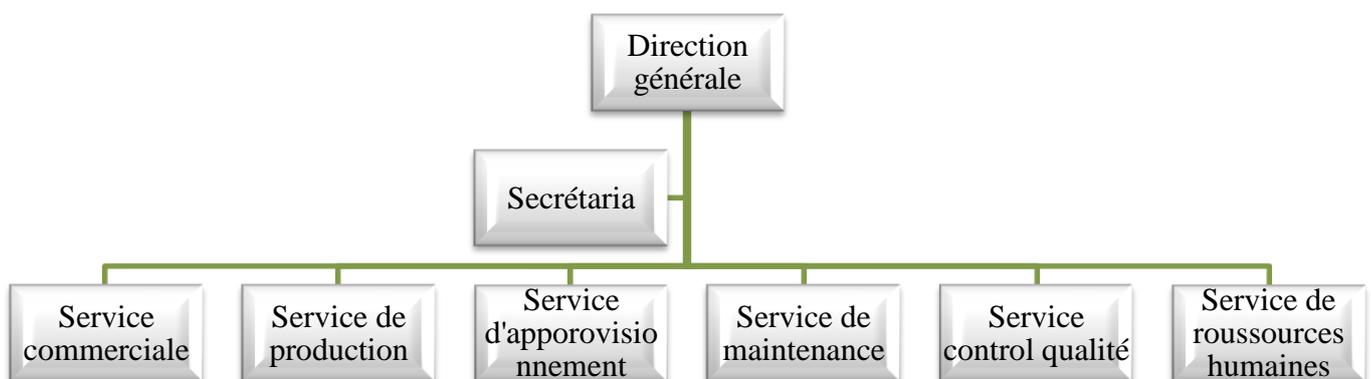
L'unité PEHD est elle aussi d'une capacité de 20 tonnes/j. Elle propose à sa clientèle des tubes en haute et basse densité.



Figure 3.2: Logo de la filiale Canal Plast.

3.2.2 L'organigramme de la société :

Chaque société a besoin d'une structure hiérarchique afin d'organiser son activité et affecté chaque personnes au bon endroit. L'organigramme si dessous représente la structure de la société Canal Plast :



Organigramme 3.1: Présentation de la société Canal Plast.

3.2.3 Processus de production :

Comme sa été dis au part avant, la société Canal Plast est divisée en 2 unité, chaque unité possède une matière première spéciale et un processus de production différent.

3.2.3.a Unité PEHD :

Pour cette unité, la matière première utilisée est le polyéthylène qui est composé uniquement de carbone et d'hydrogène, un matériau thermoplastique fait à partir du monomère éthylène C₂H₄.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)



Figure 3.3: Matière première pour la production du tube PEHD.

La production de ce tube se fait en ligne d'extrusion. Cette dernière est constituée de quatre zones :

- ❖ Zone 1 l'Extrudeuse : a pour fonction la fusion des granulés de polyéthylène, et se compose de trémie, vis et fourreau.
- ❖ Zone 2 Tête d'extrusion : met la matière fondue sous forme de tube, et composé de filtres, sondes T° et pression, filière et entrefer.
- ❖ Zone 3 Bancs de conformation et de refroidissement : sa fonction est la calibration et le dimensionnement du tube, composé de conformateurs et bacs de refroidissement.
- ❖ Zone 4 Périphériques : responsable du tirage, la découpe et le conditionnement du tube, et elle se compose de banc de tirage, scie et enrouleur.



Figure 3.4: Processus de production du tube PEHD.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

Lorsqu'un fourreau est équipé d'une culasse rainurée, la température doit être maintenue à 50°C ou moins dans la zone d'alimentation. La différence de température de la matière fondue entre le bout de la vis et la filière ne doit pas excéder 10°C. Parmi les facteurs qui peuvent influencer sur le tube sont la tenue en fondu du grade polyéthylène, l'épaisseur du tube considéré, la température et le taux d'étirage durant l'extrusion.

Dés que le processus est fini, un test de qualité du produit fini est fait dans le laboratoire d'analyse afin de contrôler le dimensionnement du tube, son état physique et son état chimique. Si le tube n'est pas conforme avec les normes utilisées qui sont IANOR et ISO 9001 alors le tube est recyclé.



Figure 3.5: Stockage du produit fini PEHD.

Ce type de tube est utilisé dans les domaines suivant :

- Réseau et branchement d'eau potable.
- Distribution Gaz.
- Transport de fluides corrosifs.
- Protection des câbles.
- Protection des canalisations.

3.2.3.b Unité PVC :

Cette unité utilise comme matière première le chlorure de vinyle, il se présente sous forme de poudre, à la quelle en fonction de son utilisation finale sont ajoutés différents adjuvants comme : lubrifiants, stabilisants, plastifiants, charges.

Comme en unité de PEHD la production se fait en ligne et passe par les étapes suivantes :

❖ L'extrusion : L'opération consiste à gélifier la matière et la pousser à travers d'une tête d'extrusion qui donnera une forme cylindrique et sera travaillée pour obtenir un tuyau, chauffé à 180/200° et mis sous pression jusque 250 bars , il est alors à l'état pâteux et suffisamment fluide pour passer à travers l'extrudeuse, dès la forme cylindrique est obtenue, le tuyau passe dans une chambre de calibrage sous vide, qui va le plaquer contre les parois extérieures et donner ainsi une forme définitive. L'ensemble passe ensuite dans une chambre de refroidissement sous eau tempérée qui va le solidifier. A ce stade, le tuyau PVC n'est qu'un cylindre en continu.

❖ La Coextrusion : Le principe de la coextrusion est de pouvoir créer une paroi en multicouches simultanément. Dans le cas des tuyaux PVC, pour l'assainissement, le nombre

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

de couches est de trois, avec deux couches intérieures et extérieures en résine pure et une couche centrale plus allégée : c'est l'ensemble de ces 3 couches solidaires qui va, par son effet poutre, donner de la résistance à l'écrasement au tuyau PVC

❖ Les finitions : vient ensuite le marquage permettant de garder la traçabilité de la fabrication qui sera visible tout au long de la vie du produit.

❖ A la fin du processus, un échantillon est pris aléatoirement pour l'analyser et le tester dans le laboratoire selon les normes IANOR et ISO 9001, si le tube échoue au test alors il sera recyclé. [1]



Figure 3.6: Stockage du produit fini tube PVC

3.3 Cas d'étude :

Il est difficile de définir exactement la classe pour les tubes PEHD après chaque fin de production, la raison pour laquelle notre problématique va être focalisée sur la classification de ces tubes après chaque fin de production et le contrôle de qualité, car on trouve trois orientations pour les tubes produits :

- **Classe 1** : Tubes de bonne qualité seront dédiés aux applications pour les réseaux et branchement d'eau potable.
- **Classe 2** : Tubes de moins bonne qualité seront dédiés pour les applications de protection des câbles de télécommunication, et les câbles d'internet.
- **Classe 3** : Tubes de mauvaise qualité seront recyclés.

Ce classement se définit par rapport au plusieurs critères par exemple :

- ❖ Les tubes sont classifiés selon un diamètre nominal qui est, en première approximation, le diamètre interne du tube.
- ❖ Les diamètres nominaux constituent une série de valeurs non modifiables.
- ❖ Les tubes ayant un diamètre nominal donné, ont un diamètre extérieur constant, indépendamment de l'épaisseur.
- ❖

Les tableaux ci-dessous représentent de manière précise les différents critères utilisés pour faire le classement au sein de l'entreprise :

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

Tests	Unité	Résultats	Exigences	Méthodes d'essais
Diamètre extérieur	Mm	90	90.0-90.6	EN Iso 3126
Epaisseur	Mm	8.2	8.2-9.2	EN Iso 3126
Aspect et couleur	-	Noire + bande bleu		NF EN 12201-2
Marquage	-	Conforme		NF EN 12201-2
Masse volumique	Kg/m ³	953.2	>= 930 kg/m ³	Iso 1183
Temps d'induction à l'oxydation	Min	65.6	>20 min	EN 728
Indice de fluidité à chaud en masse	g/10 min	0.237	+ou- 20%	ISO 1133-T
Allongement à la rupture	%	949.42	>=350%	ISO 6259-1/3
Résistance hydrostatique à 80°C durant 165h	Bars	Conforme	Pas de rupture pendant l'essai	EN ISO 1167-1/2

Tableau 3.1: Les mesures pour le tube de premier choix.

Tests	Unité	Résultats	Exigences	Méthodes d'essais
Diamètre extérieur	Mm		315.0-316.9	EN Iso 3126
Epaisseur	Mm		28.6-31.6	EN Iso 3126
Aspect et couleur	-	Noire + bande bleu		NF EN 12201-2
Marquage	-	Conforme		NF EN 12201-2
Masse volumique	Kg/m ³		>= 930 kg/m ³	Iso 1183
Temps d'induction à l'oxydation	Min		>20 min	EN 728
Indice de fluidité à chaud en masse	g/10 min		+ou- 20%	ISO 1133-T
Allongement à la rupture	%		>=350%	ISO 6259-1/3
Résistance hydrostatique à 80°C durant 165h	Bars		Pas de rupture pendant l'essai	EN ISO 1167-1/2

Tableau 3.2: Les mesures pour le tube de deuxième choix.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

Tests	Unité	Résultats	Exigences	Méthodes d'essais
Diamètre extérieur	Mm		317.1-320.0	EN Iso 3126
Epaisseur	Mm		32.0-34.0	EN Iso 3126
Aspect et couleur	-	Noire + bande bleu		NF EN 12201-2
Marquage	-	Conforme		NF EN 12201-2
Masse volumique	Kg/m ³		>= 930 kg/m ³	Iso 1183
Temps d'induction à l'oxydation	Min		>20 min	EN 728
Indice de fluidité à chaud en masse	g/10 min		+ou- 20%	ISO 1133-T
Allongement à la rupture	%		>=350%	ISO 6259-1/3
Résistance hydrostatique à 80°C durant 165h	Bars		Pas de rupture pendant l'essai	EN ISO 1167-1/2

Tableau 3.3: Les mesures pour le tube de troisième choix.

A. Résolution du problème à l'aide des méthodes de prise de décision

A.1 Modélisation du cas d'étude par un arbre de décision :

Un arbre de décision est un outil d'aide à la décision représentant un ensemble de choix sous la forme graphique d'un arbre, qui présente la situation plus ou moins complexe à laquelle on doit faire face sous la forme graphique d'un arbre de façon à faire apparaître l'extrémité de chaque branche les différents résultats possibles en fonction des décisions prises à chaque étape.

Les arbres de décision sont des classifieur pour des données représentées par des ensembles attribut/valeur. Un arbre est constitué :

- De nœuds qui testent les attributs.
- De branches qui représentent, chacune, une valeur de l'attribut testé dans le nœud dont elles sont issues.
- De feuilles (ce sont les nœuds terminaux de l'arbre) qui indiquent la classe résultante.

Le but d'un arbre de décision est de permettre de faire de la prédiction, déterminer la classe d'un nouvel exemple à partir des valeurs de ses attributs. La prédiction est utilisée par la plupart des sites de vente. En effet lorsque vous allez sur ce genre de site, on vous propose souvent des articles susceptibles de vous intéresser. Pour cela les sites effectuent du data mining ; ils collectent un grand nombre de données sur les achats et les pages visitées par les clients. À l'aide de ces données, ils peuvent ainsi déterminer quel produit ou quelle catégorie

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

de produit est achetée en fonction des caractéristiques des clients. Lorsqu'un nouveau client lambda surfe sur le site, ce dernier est capable de proposer des articles susceptibles de lui plaire en fonction des pages qu'il visite par exemple, et ainsi augmenter les chances d'achats.

La construction d'un arbre de décision ne se fait pas au hasard. Le but est de déterminer les meilleurs attributs, placer à chaque nœud pour que l'arbre construit soit le plus petit possible (plus l'arbre est petit plus la prédiction sera facile à obtenir) et qu'en même temps l'arbre soit capable d'effectuer de bonne prédiction. La construction d'un arbre se fait à partir d'un ensemble de données appelé base d'apprentissage. Ces derniers sont des exemples de la forme (A_1, \dots, A_N, C_i) où A_1, \dots, A_n sont les valeurs de chaque attribut et C_i est la valeur de la classe pour l'exemple. Une fois l'arbre construit, un test sera effectué sur un ensemble de données appelé base de test.

L'arbre de décision pour le tube PEHD ainsi que la classification à l'aide des données utilisées par la société sont illustrés dans la figure qui suit.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

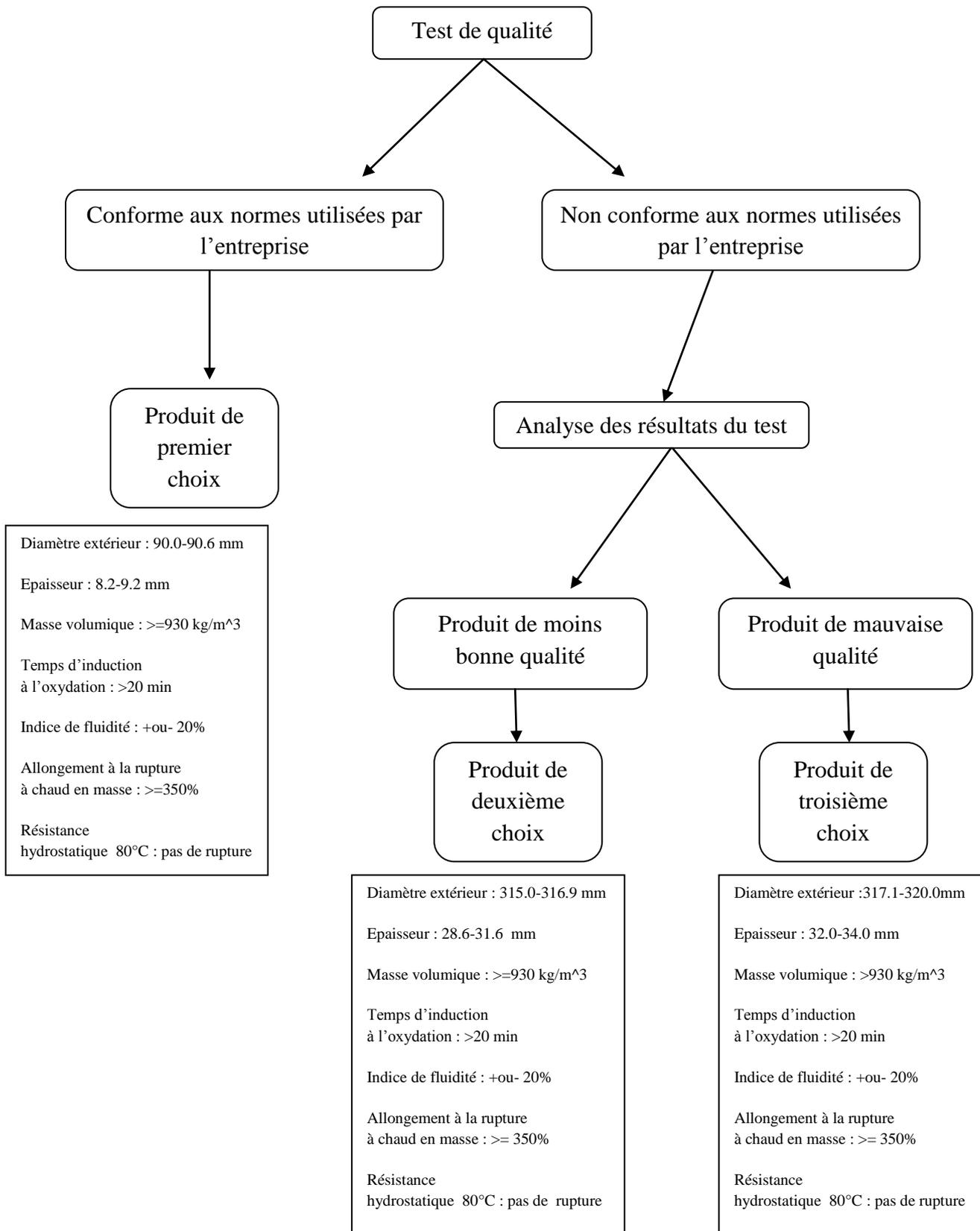


Figure 3.7: Arbre de décision du cas étudié.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

A.2 Processus de résolution de problèmes :

a. Indentification du problème :

Le problème de la société canal plast se trouve dans le **département de qualité**, c'est celui de **la mauvaise gestion de qualité** ou bien **la mal classification des tubes** après leurs essais de qualité. La classification se fait selon le résultat du test et doit obtenir **trois choix** différents qui sont :

✓ Tube de premier choix : conforme aux normes utilisées par l'entreprise (tube de bonne qualité).

✓ Tube de deuxième choix : ce sont moins bonne qualité mais on peut les utilisé dans d'autre domaine comme la protection des câbles d'électricité et d'internet.

✓ Tube de troisième choix : hors normes et de mauvaise qualité, ils seront envoyés dans la zone de recyclage.

b. Recherché et analysé les causes racines :

Après avoir identifié le problème, on va déterminer maintenant les causes racines qui sont :

- Ouvrier incompetent : il peut être la cause de ce problème car il est la personne responsable de cette classification, c'est a lui de jugé la qualité du tube.
- Résultat du test incomplet : manque de donnée peut causer une mauvaise classification, puisque on ne peut pas déterminer la qualité du tube sans tous les donnée du test.

c. Analyse des faits :

Le but de cette classification est de permettre à l'entreprise **de ne pas gaspillé son argent** et **son produit**, alors si le produit final n'obéit pas aux normes utilisé par la société donc une seconde vie est née pour les autres tubes. (C'est-à-dire ne pas le considéré comme un déché ou un produit défectueux)

Après une analyse des faits, nous avons conclu que c'est improbable d'avoir des résultats incomplets du test donc cette cause n'est pas considérée. Alors la cause la plus pertinente est celle de **l'ouvrier incompetent**.

d. Représentation des informations :

Le diagramme d'Ishikawa est celui choisi parmi autre afin de représenter les informations de notre problème :

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

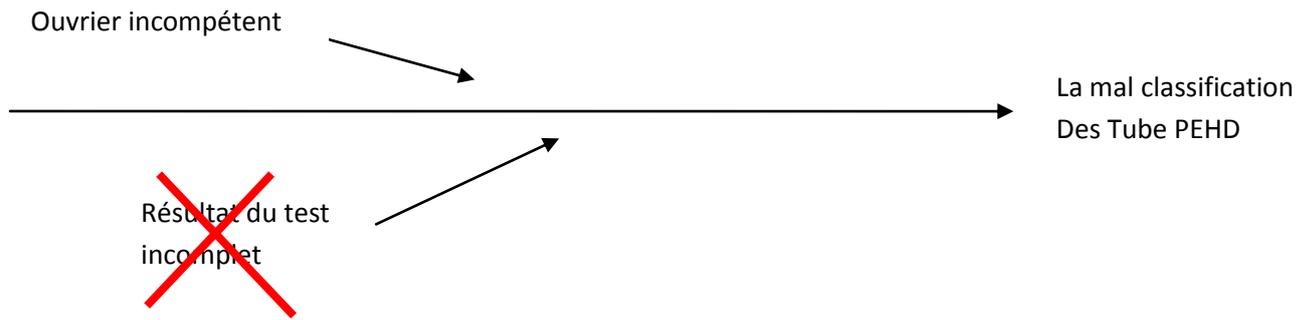


Figure 3.8: Diagramme d'Ishikawa.

De même, nous avons utilisé la méthode ABC afin de résoudre notre problème. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure qui suit :

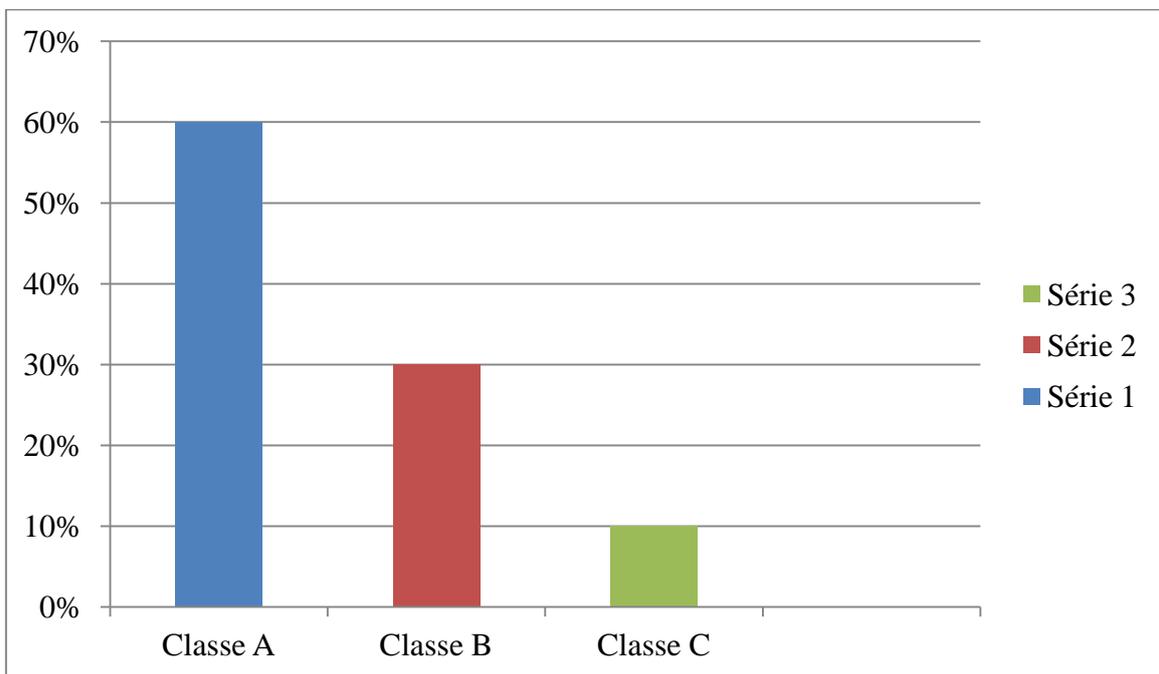


Figure 3.9: Application de la méthode ABC sur les cas d'étude.

e. Préparation des solutions :

Afin de proposer une solution pour ce problème on a fait le brainstorming pour que chaque personne puisse donner sa solution :

- ❖ L'intelligence artificielle comme un outil d'aide à la prise de décision
- ❖ Changé l'ouvrier
- ❖ Recruté d'autres personnes plus compétentes pour faire la classification.
- ❖ Ne pas faire de classification.

f. Mise en œuvre la solution :

Après une analyse des solutions proposées par chaque personne, on peut dire que l'utilisation de l'intelligence artificielle comme un outil d'aide à la prise de décision semble la solution la plus juste à ce problème même si elle coûte beaucoup d'argent mais on doit avoir

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

une vue stratégique pour la société car cet outil proposé ne va pas se fatiguer pas comme l'ouvrier et aussi ne va pas demander une rémunération au fil des années, et aussi il nous donne une bonne classification des tubes avec moins d'erreur si on le compare avec l'ouvrier.

B. Simulation du problème à l'aide de l'intelligence artificielle sur MATLAB

B.1 C'est quoi une classification automatique ?!

La classification (clustering) est une méthode mathématique d'analyse de données utilisées pour faciliter l'étude d'une population d'effectif important (animaux, plantes, malades, gènes, etc.), ils sont regroupés en plusieurs classes de telle sorte que les individus d'une même classe soient les plus semblables possibles et que les classes soient les plus distinctes possibles. Elle est traitée dans plusieurs communautés de recherche qui se découvrent et s'enrichissent mutuellement: statistiques, reconnaissances de formes, apprentissage automatique, réseaux de neurones et raisonnement à partir de cas. Nous nous focalisons sur la classification supervisée dans notre étude. [3]

B.2 L'apprentissage supervisé (la classification supervisée):

C'est un processus comprenant deux phases : apprentissage et classement. La phase d'apprentissage consiste à construire un modèle (ou classifieur) qui décrit un ensemble prédéterminé de classes d'exemples. La phase de classement consiste à utiliser le modèle pour affecter une classe à un nouvel exemple et l'un des champs d'études de l'intelligence artificielle, et la discipline scientifique concernée par le développement, l'analyse et l'implémentation de méthodes automatisables qui permettent à une machine (au sens large) d'évoluer grâce à un processus d'apprentissage, et ainsi de remplir des tâches qu'il est difficile ou impossible de remplir par des moyens algorithmiques plus classiques.

En particulier, l'apprentissage supervisé vise à la modélisation d'une relation entrées-sorties à partir uniquement d'observation de paires entrées-sortie issues de cette relation.

L'apprentissage a des applications dans des domaines très divers tels que la reconnaissance vocale, la vision par ordinateur, le traitement des langages naturels, les moteurs de recherche, les systèmes de recommandations. Ils sont appliqués aussi à des problèmes réels, en particulier dans les domaines de la vision par ordinateur, la bioinformatique, les réseaux informatiques ou encore les réseaux électriques.

La plupart des algorithmes de classification tentent de trouver un modèle (une fonction mathématique) qui explique le lien entre les données d'entrée et les classes de sortie. Un ensemble d'apprentissage (ensemble de classes) est donc utilisé par l'algorithme. Cette méthode de raisonnement est appelée inductive car on induit la connaissance (le modèle) à partir des données d'entrée (objets à classifier) et des sorties (leurs classes). Grâce à ce modèle, on peut alors prédire les classes de nouvelles données. Le modèle est bon s'il permet de bien prédire. Un exemple de cette catégorie d'algorithmes est le réseau de neurones.

Une autre approche qui n'est pas moins intéressante, c'est le raisonnement à partir des cas. Ces algorithmes ne cherchent pas à calculer le modèle mais à trouver, pour l'objet à classifier, un ou plusieurs cas similaires déjà résolus pour en déduire la classe. Les arbres de décision et l'algorithme k-NN adoptent ce principe. Dans ce qui suit, nous allons décrire et détailler les principaux algorithmes de classification automatique supervisée.

B.2.1 Problématique en générale :

Nous disposons d'un ensemble X , comportant N données étiquetées (dont la classe est connue). Chaque donnée x est caractérisée par P attributs et par sa classe $C_i \in C$, C étant l'ensemble des classes. Le problème consiste alors, en s'appuyant sur l'ensemble $X = \{(x_i; C_i); i \in \{1..N\}\}$, à prédire la classe de toute nouvelle donnée x .

B.2.2 Les algorithmes de classification :

Parmi les algorithmes de classification supervisée les plus populaires dans la littérature, on cite :

- Les arbres de décision.
- L'algorithme k-NN.
- Les réseaux de neurones.

B.2.2.1 C'est quoi l'algorithme K-NN ??

k-NN (k Nearest Neighbours) est un algorithme de raisonnement à partir de cas c'est-à-dire prendre des décisions en recherchant un ou plusieurs cas similaires déjà résolus. La décision consiste à chercher les k échantillons les plus voisins de l'objet et de l'affecter à la classe qui est la plus représentative dans ces k échantillons ("dis-moi qui sont tes amis, et je te dirais qui tu es"). L'approche la plus simple est de rechercher le cas le plus similaire et de prendre la même décision, on parle de 1-NN. Si cette approche peut fournir des résultats acceptables sur des problèmes simples pour lesquels les objets sont bien répartis en groupes **denses** de même classe, en règle générale, il faut considérer un nombre de voisin plus important pour obtenir de bons résultats.

- Les avantages de l'algorithme K-NN :

Parmi les avantages de cet algorithme :

- ❖ Ne pas refaire l'apprentissage lors de l'introduction de nouveaux attributs.
- ❖ Traiter tout type de données avec un nombre d'attributs élevé.
- ❖ Fournir des résultats clairs.

Cependant, le coût de classification peut devenir cher car d'une part, le temps pour calculer les voisins peut être prohibitif et d'autre part, il faut toujours stocker le modèle durant toute l'opération de classification.

B.2.2.2 Qu'est ce qu'un réseau de neurones ??

Un réseau de neurones est un système composé de plusieurs unités de calcul simples (nœuds) fonctionnant en parallèle, dont la fonction est déterminée par la structure du réseau et l'opération effectuée par les nœuds. Le principe de fonctionnement est le suivant : on dispose initialement d'une base de connaissances constituée de couples de données (entrées / sorties) et on souhaite utiliser cette base de données pour entraîner un algorithme à reproduire les associations constatées entre les entrées et les sorties de l'échantillon.

L'exemple le plus simple de réseau de neurones est souvent donné par le "perceptron multicouches" qui est un cas particulier de réseau de neurones.

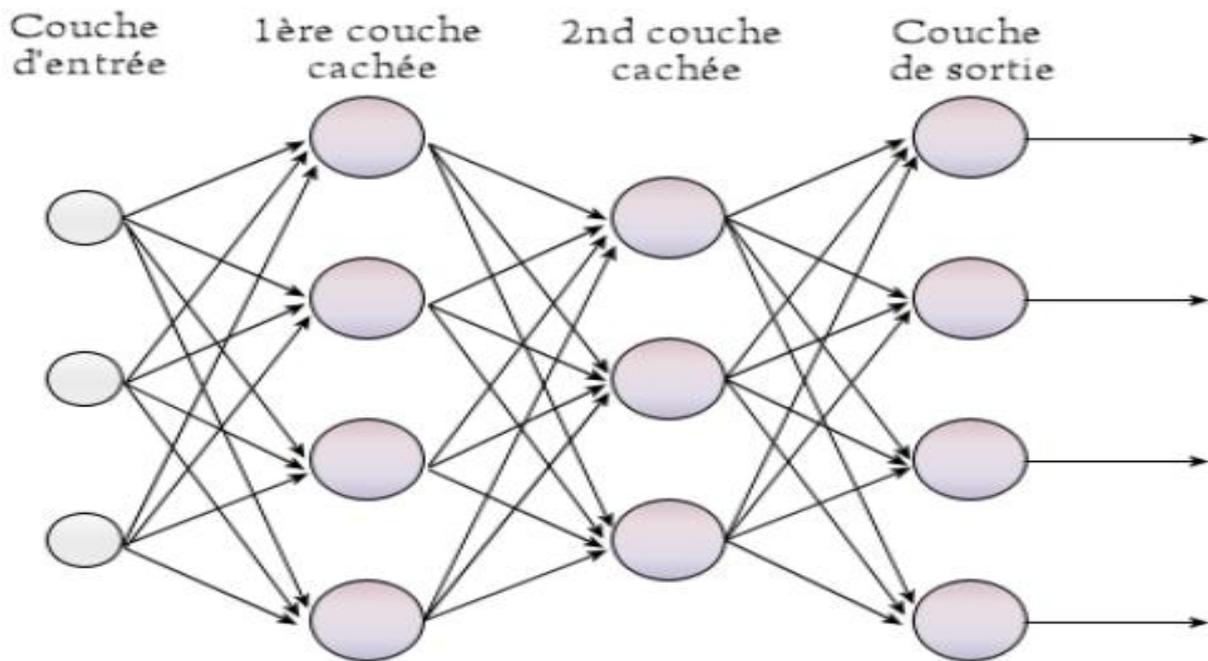


Figure 3.10: L'architecture d'un réseau de neurones multicouche.

Pour un réseau de neurones avec N nœuds d'entrée, notées $C(1), \dots, C(N)$, et N poids affectés aux liaisons et notés $w(1), \dots, w(N)$ l'entrée d'un nœud de la couche suivante sera généralement une somme pondérée des valeurs de sortie des neurones précédents :

$$X = w(1)*C(1) + w(2)*C(2) + w(3)*C(3) + \dots + w(N)*C(N)$$

Les poids sont des paramètres adaptatifs, dont la valeur est à déterminer en fonction du problème via un algorithme d'apprentissage (propagation, rétro-propagation...). Les réseaux de neurones peuvent être utilisés pour effectuer une classification supervisée floue de la manière suivante : chaque nœud d'entrée correspond à un attribut de l'objet (autant de nœuds d'entrée que d'attributs). On peut prendre un neurone de sortie par classe, la valeur de sortie est la valeur de la fonction d'appartenance (probabilité que l'objet appartienne à cette classe).

- *Structure du réseau :*

Un réseau de neurone est en général composé d'une succession de couches dont chacune prend ses entrées sur les sorties de la précédente. Chaque couche (i) est composée de N_i neurones, prenant leurs entrées sur les N_{i-1} neurones de la couche précédente. À chaque **synapse** (désigne une zone de contact fonctionnelle qui s'établit entre deux neurones, ou entre un neurone et une autre cellule : cellules musculaires, récepteurs sensoriels...) est associé un poids synaptique, de sorte que les N_{i-1} sont multipliés par ce poids, puis additionnés par les neurones de niveau i, ce qui est équivalent à multiplier le vecteur d'entrée par une matrice de transformation. Mettre l'une derrière l'autre, les différentes couches d'un réseau de neurones reviendrait à mettre en cascade plusieurs matrices de transformation et pourrait se ramener à une seule matrice, produit des autres, s'il n'y avait à chaque couche, la fonction de sortie qui introduit un non linéarité à chaque étape. Ceci montre l'importance du choix judicieux d'une bonne fonction de sortie : un réseau de neurones dont les sorties seraient linéaires n'aurait aucun intérêt. Au delà de cette structure simple, le réseau de neurones peut également contenir des boucles qui en changent radicalement les possibilités mais aussi la complexité. De la

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

même façon que des boucles peuvent transformer une logique combinatoire en **logique séquentielle** (c'est un type de logique dont les résultats ne dépendent pas seulement des données actuellement traitées mais aussi des données traitées précédemment), les boucles dans un réseau de neurones transforment un simple dispositif de reconnaissance d'inputs en une machine complexe capable de toutes sortes de comportements. [4]

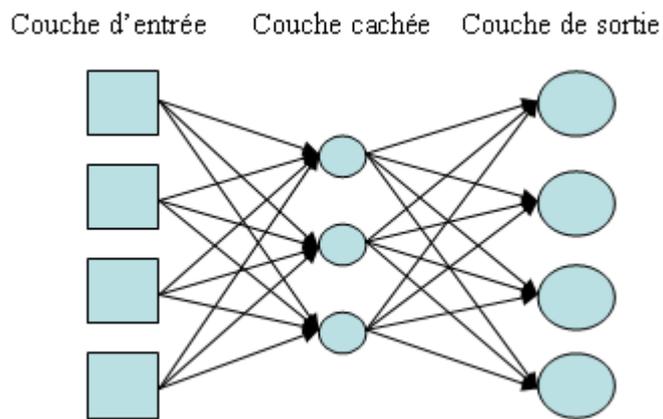


Figure 3.11: Vue simplifiée d'un réseau de neurones.

B.3 Présentation du logiciel MATLAB :

Le nom MATLAB vient de l'anglais MATrix LABoratory, une traduction littérale nous amène à voir MATLAB comme un laboratoire pour manipuler des matrices. Nous reviendrons sur ce point, qui est un élément fondamental du langage MATLAB. La plupart des fonctions définies dans MATLAB sont pour des grandeurs matricielles, et par extension, pour des données tabulées.

MATLAB comprend de nombreuses fonctions, de calcul ou de traitements de données, d'affichage, de tracés de courbes, de résolution de systèmes et d'algorithmes de calculs numériques au sens large du terme. Toutes ces fonctions sont définies par défaut dans MATLAB dans un langage de programmation spécifique que l'on appellera... MATLAB ! Ce langage comprend de nombreuses fonctions prédéfinies pour le calcul matriciel, mais pas seulement. De ce fait, les domaines d'application sont extrêmement variés, et l'on peut citer par exemple :

- Le calcul numérique dans le corps des réels ou des complexes.
- Le calcul de probabilités ou les statistiques.
- Le calcul intégral ou la dérivation.
- Le traitement du signal.
- L'optimisation.
- Le traitement d'image.
- L'automatisme.

Il existe aussi dans MATLAB des fonctions plus spécifiques regroupées dans des TOOLBOX (que l'on peut traduire par "boîte à outils"). Ces Toolbox sont des extensions évidemment payantes utiles, voire nécessaires, comportant des fonctions dédiées à ces

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

domaines, pour des développements de niveau professionnel. On peut citer quelques extensions :

- OPTIMIZATION pour l'optimisation.
- IMAGE PROCESSING pour le traitement d'image.[5]

B.3.1 Simulation sur MATLAB :

a. Simulation à l'aide des réseaux de neurones :

a.1 Partie programmation :

Le programme de classification qui simule le problème du groupe KHERBOUCH à l'aide d'algorithme réseaux de neurones constitué de cinq étapes :

- *Etape 1 : Création de la base de données (input)*

Une base de données permet d'enregistrer des données de façon organisée et hiérarchisée, dans notre cas nous avons pris les données de classification de chacun des trois choix des tubes PEHD et les introduire sous MATLAB pour les classer en suivant cette base de données.

```
close all, clear all, clc, format compact

%création de la base de données (input) qui se compose de 3 matrices différentes
%dans chaque matrice les tests de diamètre des tubes
a=[90 90.1 90.2 90.3 90.4 90.5 90.6 90.12 90.05 90.33 ;
  8.2 8.4 8.6 8.7 8.75 8.88 8.9 9.1 9.12 9.2];%1er choix
b=[315 315.12 315.2 315.33 315.42 316.2 316.4 316.6 316.7 316.9 ;
  28.6 28.7 28.9 30.3 30.5 30.7 31.2 31.4 31.5 31.6];%2ème choix
k=[317.1 317.75 318 318.25 318.75 318.99 319.12 319.45 319.98 320 ;
  32 32.2 32.56 32.8 33 33.15 33.29 33.75 33.92 34];%3ème choix
```

Figure 3.12: Basse de donnée sur MATLAB (input).

Comme il est aperçu dans la photo ci-dessus nous avons créé trois matrice a, b et k dans chaque matrice on trouve 10 population d'un seul choix (a pour le choix1, b choix 2, k choix 3).

- ✓ Pour la matrice a (choix1) diamètre de 90 à 90.6 et épaisseur de 8.2 à 9.2 donc on à une matrice de 2 lignes, 10 colonnes, a(2,10).
- ✓ Pour la matrice b (choix 2) diamètre de 315 à 316.9 et épaisseur de 28.6 à 31.6 donc on a une matrice de 2 lignes, 10 colonnes, b(2,10).
- ✓ Pour la matrice k (choix 1) diamètre de 317 à 320 et épaisseur de 32 à 34 donc on à une matrice de 2 lignes, 10 colonnes, k(2,10).

- *Etape 2 : Création des sorties (output)*

Dans cette partie on associer chacune des trois entrées précédentes (trois choix) vers une sortie (classe).

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

```
%définir les sorties (output)
c=[1]';
e=[2]';
f=[3]';
%préparation des input et output pour l'apprentissage du réseau de
%neurones
P=[a b k];%combiné les entrées
T = [repmat(c,1,length(a)) repmat(e,1,length(b)) repmat(f,1,length(k))];%définir les cibles
```

Figure 3.13: Définir les sorties (output).

En premier temps nous avons défini les trois sorties c , e et f pour les trois classes ou bien les trois choix 1, 2 et 3. Ensuite combinait les matrices de la base de données dans une seule matrice P , et définir après les cibles c'est-à-dire ; donnée une sortie à chaque entrée.

Dans notre cas nous avons :

- La matrice \mathbf{a} qui est celle du premier choix orientée vers la classe 1 donc la sortie c .
- La matrice \mathbf{b} qui est celle du deuxième choix orientée vers la classe 2 donc la sortie e .
- La matrice \mathbf{k} qui est celle du troisième choix orientée vers la classe 3 donc la sortie f .

- **Etape 3 : Création du réseau de neurones et l'apprentissage du réseau :**

Dans cette étape on a fait appel à la fonction du réseau de neurones comme le montre le programme qui suit :

```
%création du réseau de neurones
net = feedforwardnet([5 10 2]);
%entraînement du réseau de neurones
net.divideParam.trainRatio = 1;
net.divideParam.valRatio = 0;
net.divideParam.testRatio = 0;
[net,tr,Y,E] = train(net,P,T);
```

Figure 3.14: Création du réseau de neurones et l'apprentissage du réseau.

Le réseau de neurones qu'on a utilisé dans notre simulation est composé de trois couches différentes, la première est composée de cinq perceptrons, la seconde est composée de 10 perceptrons et la dernière couche est composée de 2 perceptrons. L'utilité de ces couches multiples permettra un bon apprentissage de notre réseau de neurones.

L'apprentissage du réseau de neurones consiste à combiner les entrées avec les sorties afin d'affecter chaque type de notre base de données à sa classe précise et à partir de cet apprentissage le réseau de neurones pourra par la suite classer de nouvelles données.

- **Etape 4 : Evaluation de la performance du réseau de neurones :**

Cette partie est consacrée pour l'évaluation des performances de notre réseau de neurones.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

```
%évaluation de la performance du réseau de neurones
[m,i] = max(T); % les classes ciblées
[m,j] = max(Y); % classes prévue
N = length(Y); % nombre de tous les échantillons
s= 0; % le nombre des échantillons mal classé
if find(i-j), % si il existe des échantillons mal classé
R = length(find(i-j)); % obtenir le nombre des échantillons mal classé
end
fprintf('classification correcte à: %.1f%% \n', 100*(N-s)/N)
```

Figure 3.15: Evaluation de la performance du réseau.

- **Etape 5 : Classification des nouvelles données :**

C'est l'étape la plus importante du programme car elle va nous permettre de bien classifier notre produit final selon les critères et les normes que l'entreprise nous a données. On a utilisé deux méthodes différentes pour afficher les résultats de la classification.

Pour la première méthode nous avons utilisé la boucle for de w=1 à v=3 c'est-à-dire entrer le diamètre et l'épaisseur de 3 tubes différents donc testé 3 échantillons.

```
%classification du tube après la production
v=3;
disp('                                Veuillez saisir les dimensions du tube:');
for w=1:v
g1=input('Diametre en mm: ');
g2=input('Eppaisseur en mm: ');
y=[g1;g2];
g=net(y);
l=round(g);
if l==1
disp('                                Résultat: Tube de premier choix')
elseif l==2
disp('                                Résultat: Tube de deuxième choix')
elseif l==3
disp('                                Résultat: Tube de troisième choix')
elseif l>3
disp('                                Résultat: Tube de troisième choix')
elseif l<0
disp('                                Résultat: Tube de troisième choix')
end
end
```

Figure 3.16: Méthode d'affichage simple.

La seconde méthode consiste à entrer les données du tube à classifier dans le script et avant l'exécution du programme qui par la suite après l'exécution on aura la classification dans un tableau.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

```
%classification du tube après la production
disp('classification des tubes:')
g1=[90.6 91.2 315.23 316.52 320.25 318.2];
g2=[8.3 9.5 30.3 31.02 35 33.2];
g=[g1;g2];
y=net(g);
l=round(y)';
T = table([90.6;91.2;315.23;316.52;320.25;318.2],[8.3;9.5;30.3;31.02;35;33.2],[l],...
    'VariableNames',{'Diametre' 'Epaisseur' 'classe'});
disp(T)
```

Figure 3.17: Méthode d'affichage dans un tableau.

a.2 Partie exécution :

Après avoir terminé la partie programmation nous avons exécuté notre programme, et classifié les tubes à la fin de production:

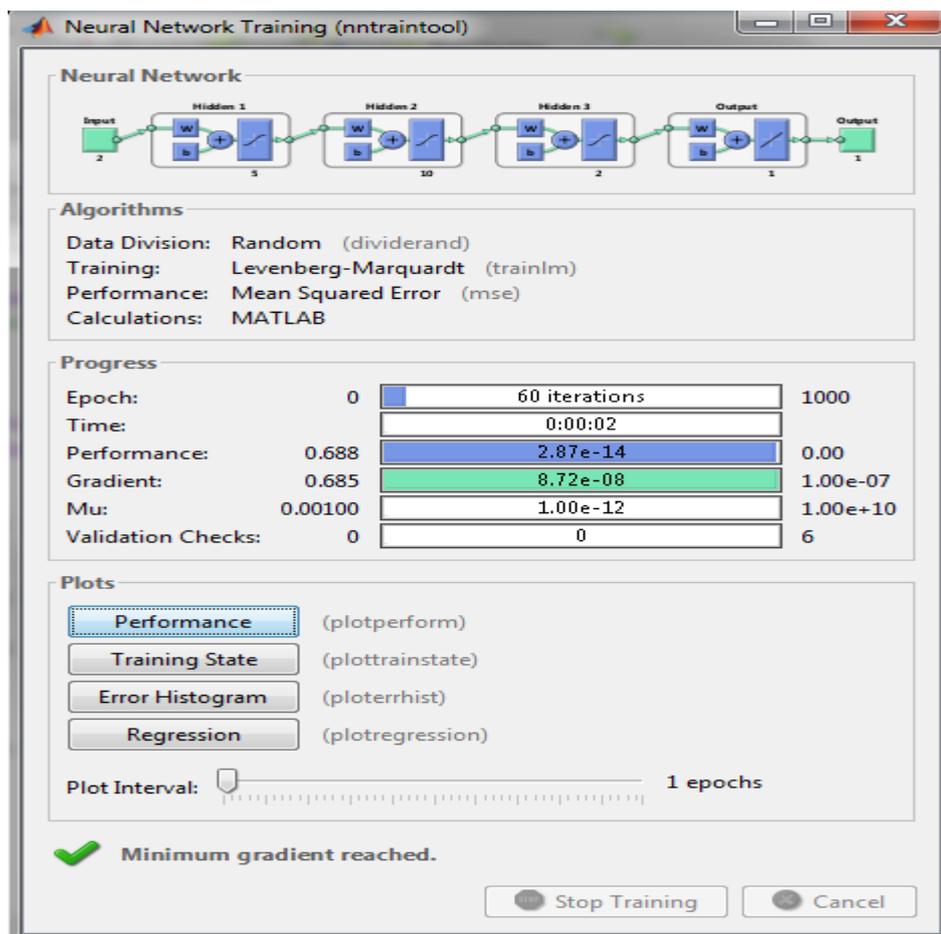


Figure 3.18: Apprentissage du réseau de neurones.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

```
Command Window
classification correcte à: 100.0%
                    Veuillez saisir les dimensions du tube:
Diametre en mm: 90.3
Eppaisseur en mm: 8.25
                    Résultat: Tube de premier choix
Diametre en mm: 316.25
Eppaisseur en mm: 29.3
                    Résultat: Tube de deuxième choix
Diametre en mm: 318.66
Eppaisseur en mm: 33.14
                    Résultat: Tube de troisième choix
fx >> |
```

Figure 3.19: Résultat de classification des nouvelles données avec affichage simple.

```
Command Window
Correct classified samples: 100.0% samples
classification des tubes:
    Diametre      Epaisseur      classe
    -----      -
    90.6          8.3           1
    91.2          9.5           1
    315.23        30.3          2
    316.52        31.02         2
    320.25        35            3
    318.2         33.2          3
fx >> |
```

Figure 3.20: Résultat de classification des nouvelles données avec affichage dans un tableau.

b. Simulation à l'aide de l'algorithme k-nn :

b.1 Partie programmation :

Nous avons utilisé dans ce programme la boucle for de j=1 à i=3 c-à-dire entrer le diamètre et l'épaisseur de trois tubes différents, donc testé trois échantillon (on peut ajouter plus), et on a précisé que la fin d'intervalle pour chaque classes :

- ✓ Classe 1 : 90.6 (diamètre) ,9.2 (épaisseur).
- ✓ Classe 2 : 316.9 (diamètre) ,31.6 (épaisseur).
- ✓ Classe 3 : 320 (diamètre) ,34 (épaisseur).

Ensuite nous avons défini les classes ou bien les sorties dans la matrice C, c'est-à-dire trois classes (classe 1, classe2 et classe 3). Enfin, utilisé la commande knnclassify pour le calcul de la distance la plus courte vers les trois classe et donner les résultats.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

```
close all, clear all, clc, format compact
i=3;
for j=1:i
A= [input('Diametre en mm: ') input('Epaissier en mm: ')]; %Saisir les données du tube
B=[90.6 9.2;316.9 31.6;320 34]; %Matrice d'apprentissage
C= [1;2;3]; %Définir les classes
classe =knnclassify(A, B, C)%Classification des tubbes
end
```

Figure 3.21: Programmation avec l'algorithme k-nn avec affichage simple.

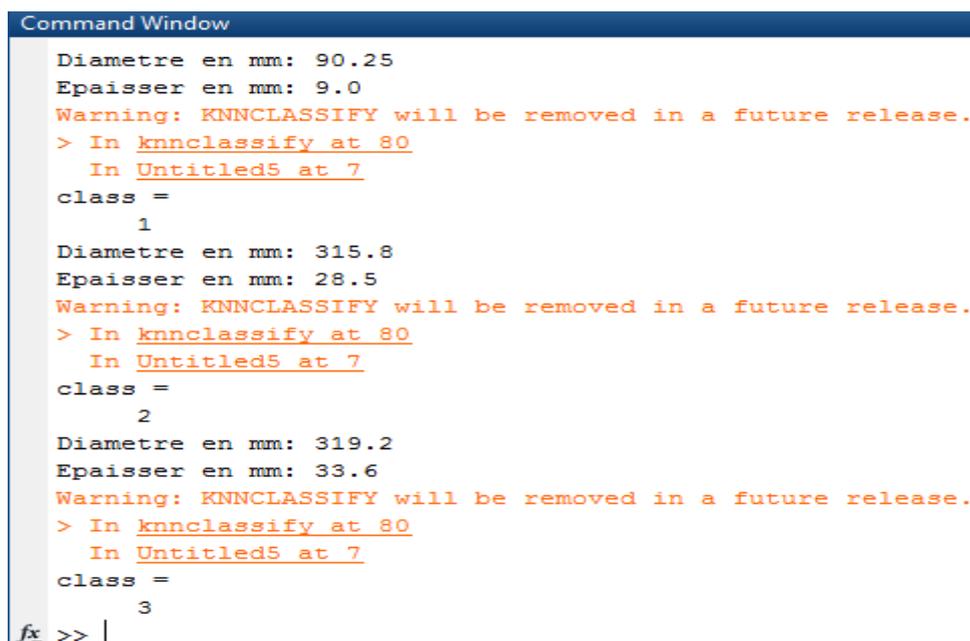
La seconde méthode est différente de la première, on a saisi les données des tubes qu'on veut classifier dans la matrice A. La matrice B reste la même en définissant les intervalles de chaque classes. Et pour terminé la matrice C qui représente les sorties ou bien les classes. Pour l'affichage des résultats dans un tableau on a utilisé la fonction 'table'.

```
close all, clear all, clc, format compact
A= [90.5 8.5;315.2 28.5;318.5 33.3]; %Saisir les données du tube
B=[90.6 9.2;316.9 31.6;320 34]; %Matrice d'apprentissage
C= [1;2;3]; %Définir les classes
classe=knnclassify(A, B, C); %Classification des tubbes
T = table([90.5;315.2;318.5],[8.5;28.5;33.3],[classe],...
'VariableNames',{'Diametre' 'Epaisseur' 'classe'});
disp(T)
```

Figure 3.22: Programmation avec l'algorithme k-nn avec affichage dans un tableau.

b.2 Partie exécution :

Après avoir terminé la partie programmation nous avons exécuté notre programme, et classifier les tubes à la fin de production:



```
Command Window
Diametre en mm: 90.25
Epaissier en mm: 9.0
Warning: KNNCLASSIFY will be removed in a future release.
> In knnclassify at 80
   In Untitled5 at 7
class =
     1
Diametre en mm: 315.8
Epaissier en mm: 28.5
Warning: KNNCLASSIFY will be removed in a future release.
> In knnclassify at 80
   In Untitled5 at 7
class =
     2
Diametre en mm: 319.2
Epaissier en mm: 33.6
Warning: KNNCLASSIFY will be removed in a future release.
> In knnclassify at 80
   In Untitled5 at 7
class =
     3
fx >> |
```

Figure 3.23: Résultat de classification des nouvelles données avec affichage simple.

```

Command Window
Warning: KNNCLASSIFY will be removed in a future release.
> In knnclassify at 80
In Untitled2 at 5
    Diametre    Epaisseur    classe
    _____    _____    _____
    90.5         8.5         1
    315.2        28.5        2
    318.5        33.3        3
fx >> |

```

Figure 3.24: Résultat de classification des nouvelles données avec affichage dans un tableau.

B. 4 Comparaison des résultats de la classification (réseau de neurones, algorithme knn et la classification de l’employé) :

Après avoir traité notre problème différemment nous allons effectuer une comparaison entre les résultats trouvés. On va prendre un échantillon de vingt tubes différents et les classer avec les trois méthodes étudiées ; celle avec les **réseaux de neurones**, **l’algorithme knn** et aussi la classification réalisée par **l’employé** de la société Canal Plast.

Les échantillons sont présentés dans le Tableau 3.4 :

Echantillons	Diamètres	Epaisseurs
Echantillons 1	90.2	8.5
Echantillons 2	315.8	29.3
Echantillons 3	319.2	32.88
Echantillons 4	90.81	30.3
Echantillons 5	320.52	34.0
Echantillons 6	90.5	28.0
Echantillons 7	319.0	30.9
Echantillons 8	317.8	29.5
Echantillons 9	314.8	29.2
Echantillons 10	317.0	30.0
Echantillons 11	312.9	29.2
Echantillons 12	90.45	28.8
Echantillons 13	90.13	33.2
Echantillons 14	90.6	29.4
Echantillons 15	319.02	33.7
Echantillons 16	318.35	28.35
Echantillons 17	319.9	28.6
Echantillons 18	90.56	32.5
Echantillons 19	315.48	29.34
Echantillons 20	316.5	29.4

Tableau 3.4: les échantillons tube utilisée dans l’étape de comparaison.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

La classification des vingt échantillons en utilisant les trois méthodes est illustrée dans le Tableau 3.

Echantillons	Diamètres	Epaisseurs	Classification réseau de neurones	Classification algorithme K-nn	Classification employé
Echantillons 1	90.2	8.5	1	1	1
Echantillons 2	315.8	29.3	2	2	2
Echantillons 3	319.2	32.88	3	3	3
Echantillons 4	90.81	30.3	3	1	3
Echantillons 5	320.52	34.0	3	3	3
Echantillons 6	90.5	28.0	3	1	3
Echantillons 7	319.0	30.9	2	2	3
Echantillons 8	317.8	29.5	2	2	3
Echantillons 9	314.8	29.2	2	2	2
Echantillons 10	317.0	30.0	2	2	3
Echantillons 11	312.9	29.2	2	2	2
Echantillons 12	90.45	28.8	3	1	3
Echantillons 13	90.13	33.2	3	1	3
Echantillons 14	90.6	29.4	3	1	3
Echantillons 15	319.02	33.7	3	3	3
Echantillons 16	318.35	28.35	2	2	2
Echantillons 17	319.9	28.6	2	2	3
Echantillons 18	90.56	32.5	3	1	3
Echantillons 19	315.48	29.34	2	2	2
Echantillons 20	316.5	29.4	2	2	3

Tableau 3.5: Résultat de la classification.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

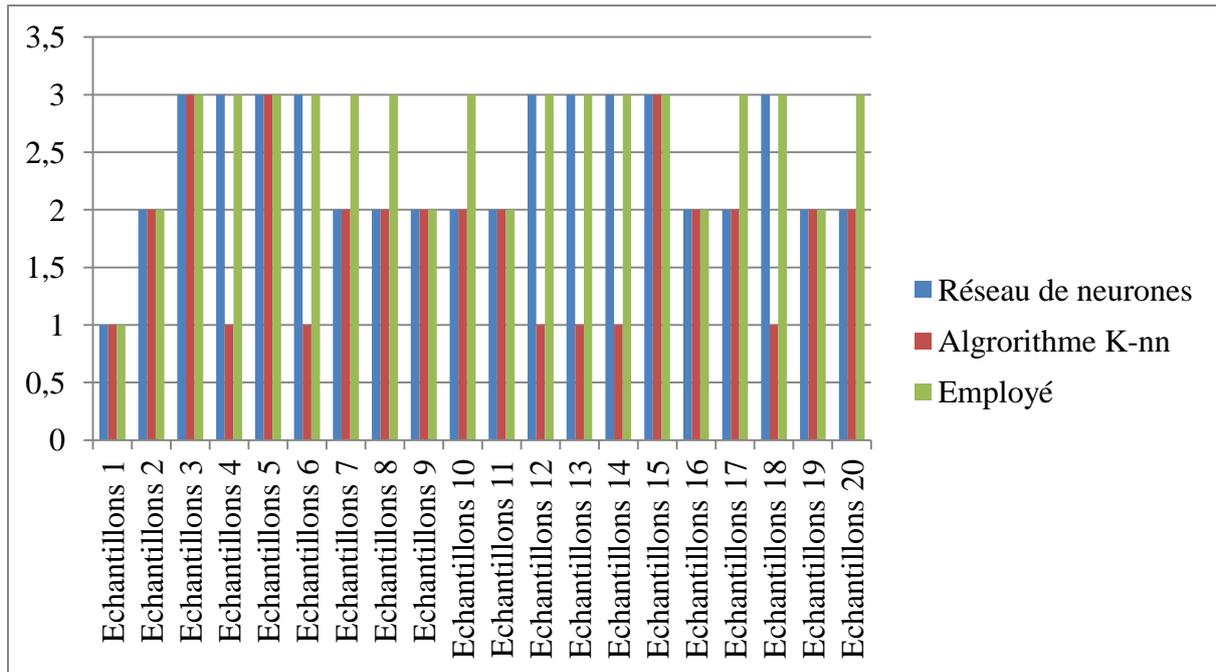


Figure 3.25: Résultat de la classification.

Interprétation des résultats :

Après avoir effectué la classification avec les trois méthodes on remarque que les échantillons 1, 2, 3, 5, 9, 11, 15, 16 et 19 ont la même classification pour les trois méthodes.

On remarque que les échantillons 4, 6, 12, 13, 14 et 18 sont classés dans la classe 1 par l'algorithme K-nn et sont classés dans la classe 3 par le réseau de neurones et l'employé, alors pour ce cas l'algorithme K-nn nous propose une meilleure solution par rapport aux deux autres méthodes car l'algorithme calcule la plus courte distance entre l'échantillon et l'intervalle de qualité imposé par le service de qualité de la société Canal Plast, et cela est bénéfique pour l'entreprise car au lieu de recycler ces échantillons l'entreprise pourra les vendre et réaliser un bénéfice.

Pour les échantillons qui restent, 7, 8, 10, 17 et 20 l'employé a classé ces échantillons dans la classe 3 alors que le réseau de neurones et l'algorithme K-nn les ont classés dans la classe 2. Donc on peut dire que dans cette situation l'intelligence artificielle a été plus performante que l'employé et que grâce à sa la société pourra réaliser des bénéfices au lieu de les recycler et perdre de l'argent.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

❖ Calcul de pourcentage :

	Classification identique a celle de l'employé	Classification différente a celle de l'employé	Pourcentage de classification identique	Pourcentage de classification différente
Classification à l'aide de réseau de neurones.	15	5	75%	25%
Classification à l'aide d'algorithme K-nn	14	6	70%	30%

Tableau 3. 6: Comparaison entre les différentes méthodes de classification.

D'après ces résultats obtenus, nous avons observé qu'il y a une légère différence entre le résultat en utilisant la classification à l'aide de réseau de neurones et celle avec l'algorithme K-nn, car chaque algorithme a une manière d'apprentissage différent à l'autre, et aussi chaque algorithme a des avantages et des inconvénients par rapport au cas étudiant. Dans notre cas on peut dire que la classification à l'aide de réseau de neurones c'est très utile à appliquer dans Canal Plast pour la classification des tubes.

3.4 Conclusion :

Ce chapitre comme son intitulé l'indique, a été consacré à notre cas d'étude qui est la classification des tubes PEHD de la société Canal Plast du groupe Kherbouche, dans le quelle on a utilisé le processus de résolution de problème et aussi on a simulé le problème à l'aide des réseaux de neurones et l'algorithme K-nn. On a fini ce chapitre avec une comparaison entre les différentes simulations et la classification de l'employé de la société Canal Plast, dans la quelle on a déduit que l'intelligence artificielle nous a bien aidés à prendre une décision concernant la classification qu'on utilisé dans notre études. Et on a put apercevoir aussi que cela pourra être bénéfique à la société

Conclusion général

Dans ce mémoire dans ce mémoire nous avons présenté un outil d'aide à la prise de décision à base de l'intelligence artificielle, afin d'avoir des décisions efficaces, pour permettre l'avancement et la continuité de l'entreprise.

Notre travail dans ce projet de fin d'études consiste à faire une classification des tubes PEHD de la société Canal-Plast du groupe KHERBOUSH selon des critères bien définis, ce travail a été réalisé en 2 phases, une partie théorique et une simulation.

La réalisation des deux phases précédentes va guider l'organisation de notre mémoire qui commencera par un premier chapitre introductif dans lequel nous avons présenté quelques éléments de la littérature sur :

- Généralité sur la décision, la prise de décision dans la vie quotidienne.
- Le processus de prise de décision.
- L'univers de prise de décision.
- L'intelligence artificielle, ces tendances et application dans la vie quotidienne, le future de l'ia.

Le deuxième chapitre est consacré en 1 ère temps pour :

- Définir la décision, la prise de décision dans l'entreprise.
- Les types de décision dans l'entreprise, selon leur degré de risque et d'importance avec ces caractéristiques.
- L'usage de l'intelligence artificielle dans l'entreprise, ces avantages et ces inconvénients.
- Les outils d'aide à la décision existent avec ces bénéfiques.
- L'aide de l'ia à la prise de décision dans l'entreprise.

En deuxième temps, on est :

- Utiliser le processus de résolution de problème complexe pour obtenir une solution au problème de l'entreprise Céramir (pour le but d'enrichir notre mémoire)
- Donner un exemple sur la décision dans l'incertitude.

Le troisième chapitre été dévoué a notre cas d'étude qui est la classification des tubes PEHD de la société Canal-Plast du groupe KHERBOUCH dans le quelle on a:

- présenté le groupe KHERBOUCH et la société Canal-Plast.
- Appliqué le processus de résolution de problème.
- Réalisé une simulation sur MATLAB a l'aide des réseaux de neurones et l'algorithme k-nn.
- Comparé les résultats des différents algorithmes a celle de l'employé.

Conclusion général

De ce présent travail on a déduit que l'intelligence artificielle nous a bien servi comme un outil d'aide à la prise de décision et que cette nouvelle technologie nous a donnée une meilleure classification par rapport à l'expérience de l'employé chez Canal-Plast.

Pour le futur on souhaite élargir notre idée en créant d'autre projet la où l'intelligence artificielle pourra contribuer à la réussite de l'entreprise tel un système de reconnaissance de produit lors de la production.

Chapitre 1 : Généralité sur la prise de décision et l'intelligence artificielle

[1] : G. Zara, la prise de décision chapitre 2, Cours de management.

[2] : <http://lesdefinitions.fr/prise-de-decisions>

[3] : B. ESPINASSE, Introduction aux décisions et processus décisionnels (1), 2009.pdf

[4] : Résolution de problèmes notes de cours.pdf

[5] : Résolution de problèmes notes de cours.pdf

[6] : Résolution de problèmes notes de cours.pdf

[7] : B. ESPINASSE, Introduction aux décisions et processus décisionnels (1).pdf

[8] : CIGREF 21 avenue de Messine 75008 PARIS, Gouvernance de l'intelligence artificielle dans les entreprises.pdf

[9] : Artificial intelligence a modern approach.pdf / Gouvernance de l'intelligence artificielle dans les entreprises.pdf / Artificial intelligence a modern approach.pdf

[10] : Intelligence artificielle : définition, généralités, historiques, domaines.pdf

[11] : L'intelligence artificielle en plein boum.pdf

[12] : L'intelligence artificielle en plein boum.pdf

[13] : <https://tpe-artificial-intelligence.jimdo.com/iv-l-influence-de-l-ia-dans-la-soci%C3%A9t%C3%A9/pour-ou-contre/avantages/>

[14] : http://www.tpeia.sitew.fr/Avantages_Inconvenients.B.htm#Avantages_Inconvenients.B

Chapitre 2 : La prise de décision et l'intelligence artificielle dans l'entreprise

[1] : (MOULY Management des entreprises- Décisions et Processus de décisions-).

[2] : (Cours management des entreprises)
<http://www.surfeco21.com/?p=1521#.WMbZ0Eg2u00>

[3] : photo google.(les décideurs)

[4] : Doc. G.Zara, cours Management des RH 04/01/2011

[5] : <https://stileex.xyz/intelligence-artificielle-gestion-entreprise/>.

[6] : Gouvernance de l'Intelligence Artificielle dans les entreprises – Cigref. Septembre 2016

[7] : <https://www.knowesia.com/engagement-client/aide-a-la-decision/>

[8] : [Ahttp://www.lecfomasque.com/5-caracteristiques-dun-bon-outil-daide-a-la-prise-de-decision/](http://www.lecfomasque.com/5-caracteristiques-dun-bon-outil-daide-a-la-prise-de-decision/)

[9] : Les facteurs de succès d'un outil d'aide à la décision.
www.fsa.ulaval.ca/personnel/martela/GSO-64707/.../succes.ppt.

[10] : Gouvernance de l'Intelligence Artificielle dans les entreprises – Cigref. Septembre 2016

Application des méthodes de la prise de décision (processus de résolution de problèmes, analyse de décision dans l'incertitude).

[11] : <http://www.challenge-action.com/formations/gestion/resolution-de-probleme/>

Cours de Mme Sari.

Chapitre 3 : Résolution du problème de Groupe Kherbouche (Classification des tubes PEHD)

[1]: rapport du stage Mr Benmansour Adel + <http://gkgroupe.com/gk/presentation.php>

[2]: Wikipedia: <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Arbre%20de%20décision/fr-fr/>

[3]: <http://math.unice.fr/~diener/MAB06/cluster.pdf>

[4]: Mémoire de fin d'études, Application de techniques de data mining pour la classification Automatique des données et la recherche d'associations, MENOUEUR Tarek

- DERMOUCHE Mohamed ,2009 / 2010

[5]; <http://nte.mines-albi.fr/MATLAB/co/Generalites.html>

Résumé

La décision est un acte par lequel un décideur opère un choix entre plusieurs options permettant d'apporter une solution satisfaisante à un problème donné ou l'exécution d'une action ou d'un projet avec toutes les conséquences que cette décision pourrait engendrer.

L'objectif de notre travail est de se servir de l'intelligence artificielle comme un outil d'aide à la prise de décision. Cet outil doit être facile à manipuler, flexible, agit de manière autonome et sans interventions humaines. Pour concrétiser notre travail nous avons pris comme cas d'étude la classification des tubes PEHD de la société Canal Plast du groupe Kherbouche selon des critères bien définis afin d'éviter les problèmes liés à la mauvaise classification de ces tubes au sein de l'entreprise.

Pour répondre à notre objectif, nous avons réalisé une application à l'aide du logiciel MATLAB avec l'utilisation de deux algorithmes différents, les réseaux de neurones et l'algorithme du K plus proches voisins (K-nn). L'outil réalisé nous a permis d'automatiser la classification des tubes PEHD et remédier aux problèmes liés à la mauvaise classification faite par les employés de la société Canal Plast.

Abstract

The decision is an act by which a decision maker performs a choice between several options allowing bringing a satisfactory solution to a given problem or the execution of an action or a project with all consequences that this decision could generate.

The objective of our work is to use the artificial intelligence as a decision-making tool. This tool must be easy handled, flexible, acts in an autonomous way and without human intervention. In order to valorize our work we have taken the PEHD tubes classification of the Kherbouche group company Canal Plast as a case study according to well defined criteria's in order to avoided the problems related to faulty tubes classification in the company.

To meet our objective, we carried out an application using MATLAB software using two different algorithms, neural networks and the K-nearest neighbors (K-nn) algorithm. This tool allowed us the automation of PEHD tubes classification and to eliminate the problems related to faulty tubes classification made by the company Canal Plast employers.

ملخص

القرار هو عمل ينتج عنه صانع القرار يجعله يختار بين عدة حلول لإيجاد حل مرض لمشكلة معينة أو تنفيذ إجراء أو مشروع مع كل العواقب التي قد تنتج عن هذا القرار.

الهدف من عملنا هو جعل استخدام الذكاء الاصطناعي كأداة للمساعدة في اتخاذ القرارات. هذه الأداة يجب أن تكون من السهل التعامل معها، مرنة، تعمل بشكل مستقل ودون تدخل بشري. لتحقيق عملنا اتخذنا كدراسة حالة تصنيف أنابيب PEHD لشركة canal-plast مجمع Kherbouche وفقاً لمعايير محددة بشكل جيد لتجنب المشاكل المرتبطة بسوء تصنيف هذه الأنابيب داخل الشركة.

من أجل تحقيق هدفنا، قمنا بتصميم تطبيق وذلك باستخدام برنامج MATLAB مع استعمال خوارزميتين مختلفتين Réseaux de neurones و (K-plus proches voisins (K-NNN). الأداة المصممة سمحت بتصنيف أنابيب PEHD بطريقة آلية، ومعالجة مشاكل سوء التصنيف التي يتسبب بها العاملين في شركة canal-plast.