

# La prédiction des défaillances : vers une perspective de l'intelligence artificielle

## Failure prediction: towards an artificial intelligence perspective

GUENNOUN Amina et Pr. Habbani Souad

Laboratoire Etudes et recherche en Management des organisations et des territoires (ERMOT)

Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

FES, MAROC

---

**Résumé :** La défaillance des entreprises est un risque qui peut surgir dans le cycle de vie de chaque entreprise, elle peut commencer par des difficultés imperceptibles et se transformer en épouvantables difficultés qui auront pour conséquence la mortalité de l'entreprise en absence de mesures préventives. De ce fait, il est nécessaire d'intervenir précocement et d'anticiper les éventuelles difficultés avant l'aggravation de la situation de l'entreprise. Plusieurs modèles statistiques ont été conçues pour prévenir la défaillance des entreprises. Néanmoins, malgré leurs efficacités, les modèles traditionnels de prévention des défaillances ont été critiqués par plusieurs chercheurs et d'autres méthodes ont apparue pour y faire face. Ces nouvelles méthodes relèvent de l'intelligence artificielle qui présente de nombreuses opportunités et privilèges pour les entreprises en difficulté. Donc, afin d'explorer l'état des lieux portant sur les méthodes de prévention de la défaillance des entreprises nous avons opté pour une comparaison théorique permettant de rapprocher les méthodes traditionnelles de prévention aux nouvelles méthodes fondées sur l'intelligence artificielle.

**Mots-clés :** Prévention, défaillance, méthodes traditionnelles de prévention, méthodes fondées sur l'intelligence artificielle.

---

**Abstract:** The failure of companies is a risk that can arise in the life cycle of each company; it can start with unnoticed difficulties and turn into serious difficulties that will result in the death of the company if no preventive measures are taken. Therefore, it is necessary to intervene early and anticipate possible difficulties before it is too late. In spite of their effectiveness, the traditional models of failure prevention have been criticized by several researchers and other methods have appeared to face them. These new methods are based on artificial intelligence, which presents many opportunities for companies in difficulty. Therefore, in order to explore the state of the art concerning the prevention of business failure we have opted for a literature search by gathering data from other theoretical and empirical studies to arrive at a comparative approach that compares the traditional methods of prevention with the new methods based on artificial intelligence. The aim is to demonstrate how artificial intelligence promotes prevention against failure.

**Keywords:** Prevention, failure, traditional prevention methods, artificial intelligence-based methods.

---

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.7458038>



## Introduction

La crise de la Covid-19 représente un choc inédit sur l'économie Marocaine et Mondiale. Cette crise a affecté négativement plusieurs types d'entreprises. Derrière cette situation, le nombre de défaillance des entreprises a connu une forte augmentation à l'échelle mondiale. En effet, selon le dernier rapport d'Inforisk, le nombre de défaillance des entreprises s'est établi à 10.556 en 2021; soit une hausse de 59% par rapport à l'année 2020. Cette situation alarmante préoccupe toutes les parties prenantes.

Néanmoins, malgré les effets néfastes engendré par cette crise, cette dernière était un facteur déclencheur du changement organisationnel et interne pour les entreprises; leurs permettant de transformer les menaces en opportunités et de tirer profit de cette situation défavorable. En fait, elle leurs a obligé à se convertir en entreprise agile capable de faire face à un environnement en perpétuelle changement et résiliente face aux traumatismes imprévisibles. La résilience et l'agilité implique que l'entreprise devra rester en veille. Cette veille consiste principalement à identifier et gérer les risques potentiels puisqu'en règle générale les difficultés ne surviennent pas brutalement mais ils sont prévisibles.

A ce propos, COULIBALY (2004) constate que la défaillance économique n'aboutira pas nécessairement au dépôt du bilan pourvu que l'entreprise prend des mesures appropriées pour redresser sa situation. La prévision du risque de défaillance est donc cruciale, elle permet en de mettre en place, en temps opportun, les mesures préventives de restructuration permettant de gérer ce risque.

La grande majorité des recherches autours de la prévention des défaillances se fondent sur des outils d'analyse statistique de grandeurs comptables et de ratios financiers pour classer les entreprises saines des entreprises défaillantes. Néanmoins, ces méthodes ont connu leurs limites et de nouvelles méthodes ont vu le jour. Ces méthodes relèvent davantage de l'intelligence artificielle qui offre un ensemble complet de technologies et d'algorithmes pouvant être utilisés pour prédire et anticiper la défaillance des entreprises sans exiger des restrictions statistiques.

Les promesses de l'intelligence artificielle en termes d'efficacités, de performances et d'opportunités de développement de nouvelles résolutions de problèmes ne cessent d'augmenter avec le temps. Donc entre illusions, espoirs et inquiétudes, l'intelligence artificielle présente désormais de nouvelles chances à saisir pour sauver et assurer la pérennité des entreprises.

L'objet de cet article est donc de présenter de manière synthétique les évolutions de la situation actuelle de la recherche autours des méthodes de prévention de la défaillance des entreprises et de démontrer l'apport des méthodes fondées sur l'intelligence artificielle pour anticiper la défaillance.

De ce fait, la question primordiale dans ce contexte consiste à déceler le poids de l'application de l'intelligence artificielle pour anticiper la défaillance des entreprises d'où la problématique traitée :

### **Comment les méthodes de prévention basées sur l'intelligence artificielle peuvent pallier aux limites des méthodes traditionnelles de prévention des défaillances des entreprises ?**

Pour apporter les éléments de réponses satisfaisants, notre travail sera structuré comme suit :

Tout d'abord, en se référant à la revue de littérature se rapportant à la défaillance des entreprises nous allons essayer de présenter un état de l'art autour de ce concept. Puis nous allons explorer la notion d'intelligence artificielle en énumérant son usage et son potentiel pour anticiper le risque de défaillance. Par la suite, nous allons présenter les différentes méthodes statistiques traditionnelles de prévention de la défaillance et nous allons démontrer les limites et contraintes entachant leurs applications. Et enfin, nous allons démontrer l'apport des méthodes fondées sur l'intelligence artificielle, pour empêcher l'aggravation de la situation de l'entreprise, tout en les comparant aux autres méthodes statistiques.

## 1. Défaillance des entreprises à l'épreuve de l'intelligence artificielle.

### 1.1 La défaillance des entreprises sous ses diverses approches.

La défaillance des entreprises est un concept proliféré avec la crise de 1929. La problématique de la défaillance est devenue un champ d'investigation et de recherche à part entière à partir des premiers travaux d'auteurs de (FITZPATRICK, 1932). Ainsi, en examinant la revue de littérature se rapportant à cette thématique, il s'avère que cette notion est polysémique, polymorphe et fragmentée et qu'il n'existe pas de définition uniquement admise expliquant le pourquoi et le comment de la défaillance des entreprises de façon claire et concise (CRUTZEN ET VAN CAILLIE, 2007).

Comme tout autre phénomène, la défaillance a été analysée de différentes manières et par différentes disciplines. Les contributions les plus significatives proviennent des sciences juridiques, économiques, financières, stratégiques, organisationnelles et managériales (GUILHOT, 2000).

Les juristes et les financiers s'efforcent de donner à ce concept une définition claire, mais la variété des situations rend la tâche malaisée. A partir de ce constat, il s'avère que l'attribution d'une définition unanime à l'entreprise en difficulté est une mission délicate voire impossible du fait de la forte dépendance du terme de son angle d'analyse et de la diversité des situations de crise. Néanmoins, à partir de la littérature en vigueur, et en analysant ce concept sous ses diverses approches, nous allons essayer de délimiter cette notion d'un point de vue économique, financier et juridique afin de présenter une idée générale sur cette notion.

Selon la réflexion économique, une entreprise est classée défailante si elle souffre de dysfonctionnements avec son environnement. Dans le même sens, (CUTZE ET VAN, 2008) énoncent : « une entreprise entre dans un processus de défaillance suite à un problème d'alignement à son environnement. Elle ne pourrait plus maintenir une position stratégique viable sur son marché pour différentes raisons ». De leurs parts, (SMIDA et GOMEZ, 2010) assortissent l'entreprise en difficulté à une firme stressée qui résiste à l'omniprésence d'une menace interne ou externe. La survie de l'entreprise est donc conditionnée par la réalisation de ses objectifs économique ce qui implique la réalisation d'une rentabilité et avoir de la liquidité.

Quant au point de vue financier, en générale, la notion « détresse financière » est pratiquée sous une connotation négative pour désigner une situation financière où l'entreprise souffre d'un manque temporaire de liquidités avec des difficultés qui s'ensuivent par le non recouvrement des obligations financières à l'échéance. L'entreprise est également en détresse quand sa solvabilité est en dégradation constatée à partir des ratios (ZIZI ET AL. 2020). Une entreprise n'est en difficulté financière que si toute ou une partie de sa solvabilité est affectée autrement dit si elle se trouve dans l'incapacité d'honorer ses échéances à temps (MALECOT, 1981). De sa part, SÉVERIN (2006) aborde ce concept sous une approche de solvabilité, il considère que les difficultés apparaissent au moment où l'entreprise ne peut plus s'endetter c'est-à-dire quand sa capacité d'endettement devient dépassée. Dans la même logique, quand la rentabilité de l'entreprise est affectée, l'exploitation est aussi impactée ce qui va engendrer un déficit de rémunération des fonds propres. L'entreprise alors doit se procurer de nouveaux fonds, elle sera obligée de recourir à l'endettement pour réaliser des investissements rentables mais ce mode de financement génère des intérêts donc plus de charges pour l'entreprise ce qui va se répercuter sur son profit et sa rentabilité et par conséquent sa solvabilité, donc l'entreprise demeurera dans un cercle vicieux. La rentabilité serait alors un indicateur phare pour dépister la défaillance selon MODIGLIANI ET MILLER (1959), étant donné qu'elle constitue une condition sine qua non pour la continuité d'une entreprise.

Concernant la défaillance juridique, elle est appréciée grâce à « sa conformité, à un instant donné, avec les critères légaux retenus par les différents législateurs pour déterminer l'existence ou non d'une situation de faillite légale d'une entreprise » (VAN CAILLIE & DIGHAYE, 2002).

Dans la réglementation marocaine, la loi n°73-17 constitue la loi encadrant les entreprises en difficulté. Cependant, la notion de la défaillance n'a été évoquée en aucun alinéa ou paragraphe. Ce qui a laissé une confusion entre la cessation de paiement et défaillance dans l'esprit des destinataires. Toutefois, l'article 560 du code de commerce a évoqué que c'est un état où « l'entreprise n'est pas en mesure de payer à l'échéance ses dettes exigibles ». Le critère retenu est alors la solvabilité. Donc pour juger le sort de l'entreprise, il faudra se référer à la seule situation de cessation de paiement pour se décider sur la suite de la procédure.

En effet, avant d'arriver à la cessation de paiement, l'entreprise en difficulté pourrait faire recours à deux types de procédures conclues à l'amiable pour améliorer sa situation. Il s'agit de la procédure de prévention et la nouvelle procédure de sauvegarde.

Concernant la procédure de prévention, elle désigne « un ensemble de mesures destinées à empêcher la survenance d'un état de cessation de paiement, » (DELATTRE,2010). En générale, les procédures de prévention sont appliquées pour éveiller l'attention des dirigeants sur l'existence de difficultés effectives ou éventuelle et les pousser à interagir en approuvant des mesures de redressement avant qu'il ne soit trop tard (RHALIB, 2014). Elle peut être interne entre dirigeants et associés ou externe mobilisée par le président du tribunal de commerce. La prévention des difficultés des entreprises s'avère alors d'une grande importance dans la mesure où elle améliore la structure financière et divulgue des informations en faveur des dirigeants sous forme de documents financiers prévisionnels.

Tandis que pour la procédure de sauvegarde, elle constitue un nouvel outil mis à la disposition des entreprises, depuis 2018, afin d'assurer leur pérennité. Elle repose sur l'établissement d'un plan de sauvegarde représenté sous forme d'une étude financière et commerciale dans un horizon de 5ans. En effet, selon l'article 561 du Code de Commerce, « la procédure de sauvegarde peut être ouverte sur demande d'une entreprise qui, sans être en cessation de paiement, fait face à des difficultés qu'elle n'est pas en mesure de surmonter et qui pourraient entraîner dans un proche délai la cessation de paiement ». Donc elle s'inscrit clairement dans une logique économique afin d'inciter les investisseurs et partenaires de prêter et investir de l'argent dans l'entreprise en sauvegarde malgré le fait qu'elle subit des difficultés.

Par ailleurs, le redressement judiciaire et la liquidation judiciaire sont les procédures ouvertes en aval de la cessation de paiement. Donc, lorsqu'une entreprise connaît des difficultés majeures, qu'elle n'est pas en mesure de surmonter, elle peut être jugée en état de cessation de paiement. Ce qui implique que l'entreprise ne peut plus faire face à son passif exigible. Cela signifie que ses dettes excèdent son actif disponible. Donc l'entreprise chamboulée doit faire recours au redressement judiciaire. Ce dernier peut avoir 3 issues à savoir :

- Implémenter un plan de redressement qui a pour finalité d'assurer la continuité d'exploitation pour l'entreprise;
- La cession partielle ou totale de l'entreprise ;
- La liquidation judiciaire si la situation de l'entreprise se dégrade pendant la procédure.

Donc la liquidation judiciaire est un tournant de terminal que prend toute entreprise dont la situation est irrémédiablement compromise.

## **1.2 L'intelligence artificielle : future mine d'or au profit des entreprises en difficulté**

En raison de la récente crise pandémique, l'évaluation du risque de défaillance est devenu un domaine primordial, tant pour les chercheurs que pour les entreprises. La capacité à distinguer les entreprises défaillantes, fragiles ou vulnérables est en effet cruciale. Dans le monde financier, le temps vaut l'argent, si on n'y prête pas attention, les risques peuvent être fatal. À cette fin, le défi consiste à trouver de nouveaux outils et de nouvelles méthodes capables de prédire les défaillances d'entreprise de manière efficace et efficiente mais aussi au temps opportun. En effet, l'intelligence artificielle relève ce

défi en fournissant un ensemble complet de technologies et d'algorithmes pouvant être utilisés pour prédire les défaillances des entreprises. Les experts financiers se tournent de plus en plus vers l'apprentissage automatique, qui est un sous-ensemble de l'intelligence artificielle, pour créer des modèles plus exigeants afin de prévenir les éventuelles risques pouvant déprécier la situation de leur entreprise.

L'intelligence artificielle est une branche de la science qui est restée dans l'ombre pendant longtemps (PORTNOFF ET SOUPIZET, 2018). A l'époque actuelle, l'intelligence artificielle est une innovation qui a largement évolué et qui est de plus en plus utilisée dans de nombreux domaines. En effet, la recherche dans les techniques sous-jacentes à l'intelligence artificielle n'a pas cessé de s'élargir et a conduit à une précision de plus en plus spécifique de la prévision et de la classification des entreprises, en plus des gains exponentiels en matière de puissance, de traitement et de capacité de stockage des données qu'elle peut leurs apporter. Elle a été définie par l'un de ses fondateurs, MARVIN MINSKY (1968) comme « la science des machines, qui accomplissent des tâches nécessitant de l'intelligence lorsqu'elles sont exécutées par les humains ».

Dans le domaine de la prévention des difficultés des entreprises, l'intelligence artificielle peut non seulement être porteuse d'espoir, mais aussi proposer des solutions qui vont sans doute soutenir les entreprises en difficulté. L'intelligence artificielle est désormais un terme majeur et sa vraie valeur ne se mesure plus. Il est alors clair que l'intelligence artificielle a pu dominer rapidement l'ensemble du paysage des entreprises, et plus particulièrement au niveau du volet financier.

Les techniques d'intelligence artificielle nous permettent d'automatiser l'extraction de connaissances à des fins prédictives. Dans un deuxième temps, ces prédictions peuvent être utilisées pour prendre de meilleures décisions au bon moment afin d'empêcher l'aggravation de la situation de l'entreprise. Nous pouvons également prévoir une meilleure prise en charge des entreprises en difficulté grâce aux technologies avancées et automatiques, à mesure que les nouvelles technologies progressent et apprennent davantage de l'expansion des expériences précédentes. Une plus grande efficacité résultera qui prendraient trop d'heures s'ils étaient effectués par des humains (BACHINSKIY, 2019). En outre, les méthodes de l'intelligence artificielle parviennent avec efficacité à prévoir la défaillance avec des taux d'erreur relativement faibles.

A cet effet, grâce à l'adoption des méthodes de l'intelligence artificielle, la gestion des entreprises en difficulté se trouve simplifiée, car les machines intelligentes peuvent tendre la main aux entreprises lorsqu'elles ne peuvent plus surmonter leurs difficultés seules. Donc l'adoption de l'intelligence artificielle pour prévenir les défaillances finira par devenir un atout pour toutes les entreprises ambitieuses de garantir leurs pérennités.

## **II. La prédiction des défaillances : Quelles méthodes ?**

### **2.1. Les méthodes statistiques traditionnelles : Analyse critique**

Depuis les années soixante, de nombreux auteurs ont tenté d'évaluer les risques de défaillance des entreprises en se fondant sur leur situation financière. Par la suite, la prévision de la défaillance des entreprises est devenue un champ d'investigation à part entière et a fait objet de nombreux travaux empirique. En fait, les chercheurs en comptabilité et finance ont élaboré plusieurs modèles prédictifs pour détecter la détresse financière. Ces modèles permettent d'estimer la probabilité qu'une entreprise soit défaillante dans un horizon plus ou moins lointain grâce à l'analyse de leurs situations financières à travers les ratios comptables et financiers issues des états de synthèses de ces entreprises. Donc malgré leurs multitudes, l'objectif ultime de ces modèles est analogue, à savoir : établir une relation statistique stable entre les variables explicatives de chacun des deux groupes (Défaillant ou non défaillant).

Les méthodes de prédiction basées sur le crédit Scoring sont des techniques d'analyse destinées à diagnostiquer préventivement les difficultés d'une entreprise, elles ont apparu pour la première fois aux États-Unis. Destinées principalement à surmonter les limites des techniques d'analyse financière basées

sur les ratios; cette méthode est conçue pour caractériser les entreprises en difficulté sur la base de données historiques pour rechercher des combinaisons de facteurs afin de construire des modèles qui prédisent le risque de défaut.

Les modèles de Scoring peuvent être utilisés soit en s'appuyant sur les méthodes statistiques traditionnelles soit en se référant aux nouvelles méthodes inspirées de l'intelligence artificielle. Les méthodes statistiques traditionnelles peuvent être soit paramétriques soit non paramétriques.

Les méthodes paramétriques de classification statistique établissent une relation fonctionnelle entre les variables explicatives et les variables expliquées dont la loi de distribution est connue, et la forme des variables explicatives est donnée a priori. Elles se basent essentiellement sur les techniques économétriques comme l'analyse unidimensionnelle fondatrice de BEAVER (1966); l'analyse discriminante d'ALTMAN (1968) et les régressions sur variables qualitatives à savoir le modèle Probit et le modèle Logit.

Au contraire, les méthodes non paramétriques supposent que les méthodes paramétriques ne sont pas très précises en présence de points extrêmes. Leurs principes sont tout à fait différents. Ceci dit que les méthodes non paramétriques ne reposent pas sur une forme spécifique de loi déterminée à l'avance. Ainsi, lorsque les ratios ne suivent pas de lois multi normales et qu'une loi logistique ou une loi normale ne semble pas être adaptée pour décrire les erreurs, une solution est de recourir aux méthodes non-paramétriques, ne nécessitant aucune hypothèse relative à la distribution des variables. De ce fait, deux catégories de techniques sont utilisées : Le partitionnement récursif (FRYDMAN et ALII, 1985) et les estimateurs par noyaux CALIA ET GANUCI (1997).

Plusieurs contraintes et inconvénients dans l'application des modèles de prévision traditionnels ont été soulevés. Selon BIOCH et POPOVA (2003), ces modèles sont basés sur plusieurs hypothèses qui ne sont pas toujours présentes dans les données de la vie réelle. Dans le même sillage, NEVES et VEIRA (2004) et BECERRA et AL. (2002) ont mis en évidence plusieurs autres limites :

- Ces modèles statistiques sont sensibles aux exceptions, qui sont courantes dans les prévisions de détresse financière ce qui pourraient compromettre les prévisions ;
- Les modèles doivent être séparables de manière linéaire VAN GESTEL ET AL. (2003) et KUMAR ET TAN. Ce qui présente une entrave lorsque nous faisons recours à l'analyse discriminante et la régression ;
- La fiabilité de ces modèles a toutefois été remise en question de la même manière lorsque la non-linéarité et la complexité sont présentes dans les ensembles de données (YANG 2003)
- Les échantillons sont supposés suivre une distribution normale
- On suppose que les groupes identifiés présentent des covariances identiques.
- La plupart des conclusions, telles que l'intervalle de confiance, ont une distribution gaussienne implicite, qui ne tient pas dans de nombreux cas.

Ajoutons que les ratios peuvent varier considérablement selon les secteurs en vigueur et les méthodes comptables utilisés (GIBSON et FRISHKOFF 1986). Donc bien que ces modèles puissent obtenir de faibles taux d'erreurs sur les données, ils peuvent être peu performants en matière de généralisation. Dans ce contexte, KIM ET YOO (2006) décrivent la généralisation comme la capacité du modèle à répondre à des entrées inconnues ou invisibles qui diffèrent des échantillons. Donc, la généralisation du modèle est déterminante pour pouvoir juger la performance d'un modèle de prédiction de la défaillance. Ces complications ont poussé les chercheurs et les praticiens à explorer des alternatives présentant des améliorations à ces contraintes; il s'agit bien des méthodes fondées sur l'intelligence artificielle.

## **2.2 Les méthodes de prédiction fondées sur l'intelligence artificielle : Quelle valeur ajoutée ?**

Les limites des modèles traditionnels de prévision en vigueur et le développement de la technologie d'information et de l'intelligence artificielle ont encouragé et donné l'impulsion nécessaire aux

chercheurs pour développer des modèles alternatifs de prévision des difficultés financières basés sur les principes de l'intelligence artificielle. Selon WU ET AL. (2006), les modèles d'intelligence artificielle sont une classe de techniques d'intelligence informatique non paramétrique, qui assouplissent les formes fonctionnelles prises par divers modèles statistiques et les hypothèses de distribution des données. Ces modèles relèvent davantage de la branche relative à l'apprentissage automatique. Il s'agit plus particulièrement des réseaux de neurones et des algorithmes génétiques.

### **2.2.1 Les réseaux de neurones**

L'utilisation de modèles de réseaux de neurones artificiels pour prédire certaines variables a conduit certains économistes à s'intéresser à cette méthode et à l'utiliser pour résoudre certains problèmes financiers, dont la prédiction de faillite (LEE ET LEE 1996).

La première application des réseaux de neurones pour l'estimation du risque de défaillance a été réalisée sur des données bancaires (BELL ET ALII, 1990). Par la suite, l'utilisation de réseaux de neurones et d'algorithmes génétiques basés sur des données d'entreprises non financières a été renforcée.

Le principe des réseaux de neurones est de développer un algorithme dit d'apprentissage qui imite le traitement de l'information par le système neurologique humain. Chaque neurone réside dans une fonction dite de transfert, qui traite un ensemble d'informations (les inputs) pour obtenir un résultat (l'output). Chaque input se voit attribuer un poids qui impacte le résultat. L'objectif est d'arriver à une combinaison de poids d'inputs pour chaque neurone après la phase dite d'apprentissage, ce qui conduit à la meilleure description de la réalité, c'est-à-dire au meilleur classement des entreprises dans les deux ensembles d'entreprises, défaillants et non défaillants.

En fait, les réseaux de neurones artificiels sont réputés grâce à leurs puissantes capacités de modélisation en matière de reconnaissance de formes, de classification d'objets et de prédiction future, sans trop d'hypothèses a priori irréalistes concernant la structure spécifique du modèle et le processus de génération de données (ZHANG 2007). Les autres capacités des réseaux de neurones soulignées par CHEN et HSIAO (2008) sont leur grande aptitude, leur haute tolérance d'erreur ainsi que leur commodité de ne pas avoir besoin d'une hypothèse statistique pour établir des modèles.

Les réseaux de neurones permettent donc une prévision efficace de la faillite des entreprises. L'avantage principal de ce procédé consiste en l'absence de restrictions statistiques relatives à la distribution des variables et des erreurs.

### **2.2.2 Les algorithmes génétiques**

VARETTO (1998) et BARNEY et ALII (1999) sont les premiers auteurs ayant proposé une autre méthode appartenant à l'intelligence artificielle qui est les algorithmes génétiques. Ces derniers fonctionnent presque de la même façon que les réseaux de neurones.

Un algorithme traite les informations disponibles, notamment les ratios comptables sélectionnés, et la situation de chaque entreprise (défaillante ou non défaillante). L'algorithme dérive la régularité et les règles générales du processus de défaillance par le biais d'itérations continues, qui peuvent ensuite être appliquées à d'autres entreprises. Par conséquent, les algorithmes génétiques analysent les méthodes de traitement de l'information adaptées pour prédire la défaillance et évaluent leur qualité, en l'occurrence le taux de bon classement des entreprises qu'ils fournissent. Ensuite, l'algorithme retient les modes de résolution les plus efficaces et les combine, générant éventuellement de nouveaux modes de manière aléatoire. Ensuite, il produira un nouveau groupe de solutions plus homogène. La procédure est répétée et elle s'arrête lorsque la totalité des solutions atteint un certain niveau d'homogénéité fixé à l'avance. L'algorithme peut enfin classer n'importe quelle entreprise dans le groupe des entreprises défaillante ou dans le groupe des entreprises non défaillante.

Néanmoins, les algorithmes génétiques présentent le même inconvénient que les réseaux de neurones, la difficile interprétation du rôle joué par chaque variable dans le processus de défaillance.

### 2.3 Intelligence artificielle face aux autres méthodes : Regards théoriques.

Parmi l'éventail des techniques d'intelligence artificielle, c'est qu'elle traite au mieux l'incertitude. La gestion de l'incertitude dans le domaine de la finance implique principalement la reconnaissance de schémas dans les données et l'utilisation de ces schémas pour prévoir les événements futurs.

LIN et AL (2001) ont essayé de prédire la faillite des entreprises en utilisant quatre méthodes différentes. Deux de ces méthodes étaient liées à des méthodes statistiques et les deux autres liées aux techniques de machine Learning. Les résultats ont montré que les méthodes de l'intelligence artificielle sont plus puissantes que les autres méthodes.

Bien que les réseaux de neurones aient des applications dans de nombreuses disciplines telles que la médecine et l'ingénierie, ils ont trouvé des applications dans la prévision des difficultés financières avec des résultats améliorés par rapport aux modèles statistiques. Selon ZAHEDI (1993), les systèmes utilisant l'intelligence artificielle offrent des méthodes qualitatives pour les entreprises alors que les outils traditionnels statistiques et économétriques de prédiction ne présente que des données quantitatives qui n'interprètent pas d'une façon précise les failles que connaît l'entreprise.

Les premières tentatives d'utilisation du réseau neuronal dans la prévision des faillites ont été effectuées par ODOM et SHARDA (1990). Les résultats ont montré que le réseau neuronal a une précision et une puissance de prédiction supérieures par rapport au modèle basé sur l'analyse diagnostique multivariée.

SALCHENBERGER et AL. (1992) ont suggéré que le modèle basé sur les réseaux neuronaux est plus performant que les modèles basés sur l'analyse Logit. TAM et KIANG (1992) ont indiqué que les modèles basés sur les réseaux neuronaux avaient un niveau de prédiction plus élevé par rapport aux modèles de diagnostic linéaire, au modèle Logit et aux modèles basés sur l'arbre de décision. En addition, ZHANG (1999) a étudié la précision du réseau de neurones et des modèles de régression logistique. Les résultats ont montré que la précision globale des prédictions du modèle des réseaux neuronaux est plus élevée que celle du modèle logistique de régression.

VARETTO (1998) compare l'efficacité d'un algorithme génétique à celle d'une analyse discriminante linéaire. Il considère deux formes d'algorithmes génétiques : Le premier algorithme génère des combinaisons linéaires de ratios comptables et le second algorithme génère une fonction score non-linéaire. Les résultats sont presque aussi bons que ceux fournis par l'analyse discriminante linéaire alors que la méthodologie de l'algorithme génétique n'exige pas les restrictions statistiques induites par l'analyse discriminante.

BARNEY et ALII (1999) incorpore un algorithme génétique dans un réseau de neurones. Les taux de bons classements obtenus sont supérieurs à ceux donnés par une régression Logit, effectuée sur le même échantillon.

### Conclusion

Les avantages que présentent l'intelligence artificielle aux entreprises sont infinies et illimités. En effet, cette nouvelle innovation constitue un domaine prometteur dans la prédiction des difficultés des entreprises.

Grâce à ses différentes utilisations, l'intelligence artificielle est déjà très présente dans notre vie courante, à travers notamment, nos smartphones, GPS, assistants virtuels et même dans nos voitures ce qui a permis de faciliter et de simplifier notre quotidien. C'est le cas aussi pour certaines entreprises développées qui font recours à l'intelligence artificielle pour se transformer en entreprise plus productive, plus efficace et innovante. De plus, les programmes d'intelligence artificielle sont capables d'assister les experts pour prendre des décisions dans des environnements complexes et évolutifs, ils sont dotés de techniques d'apprentissage leur permettant d'adapter leurs comportements à des situations

jamais rencontrées, ou même d'extraire des lois à partir des bases de données déjà existantes (MICLET, (2010).

Néanmoins, de nombreuses autres firmes tardent à adopter l'intelligence artificielle dans leurs structures en raison de plusieurs facteurs négatifs dont le plus primordial est le coût de mise en place de cette technologie. Dans le même sens, l'intelligence artificielle n'a pas encore atteint plusieurs secteurs d'activité et plusieurs pays, malgré son évolution rapide, et c'est le cas notamment du Maroc. En effet, ces techniques ne sont pas encore exploitées par les dirigeants et restent encore à développer au sein des entreprises marocaines.

Le présent travail stimule d'autres voies de recherche, il s'agit notamment d'explorer en profondeur l'efficacité des modèles de prévention s'appuyant sur l'intelligence artificielle empiriquement. Ainsi, notre étude se fonde essentiellement sur des études antérieures élaborés par d'autres auteurs provenant d'autres pays. Donc nous estimons qu'il est primordial d'adapter ces recherches à notre contexte marocain et ce à travers une investigation des entreprises marocaines.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Altman I. E. (1968), « Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy », *Journal of Finance*, vol. 23, No. 4.
- [2] Beaver, W. H. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of accounting research*, 71-111.
- [3] Becerra, V.M., Galvão, R.K.H. & Abou-Seada, M. 2002. On the utility of input selection and pruning for financial distress prediction models. *Proceedings of the 2002 International Joint Conference on Neural Networks*, Honolulu, HI. 12-17 May 2002:1328-1333.
- [4] Belhadi M. 2017 La pratique de redressement des entreprises en difficulté dans le contexte marocain : Essai sur les facteurs de succès et les causes d'échec.
- [5] Bioch, Jan C. And Popova, Viara, *Bankruptcy Prediction with Rough Sets* (22 2001 2,).
- [6] Calia P. Et Ganugi P. (1997). "Kernel and nearest neighbour discriminant analysis : Business failure classification in industrial district", *Applied Stochastic Models and Data Analysis*, Colloque C apri 199 7.
- [7] Chen, M. 2011. Bankruptcy prediction in firms with statistical and intelligent techniques and a comparison of evolutionary computation approaches. *Computers and Mathematics with Applications*, 62:4514-4524.
- [8] Coulibaly A. D. (2004), *La défaillance des PME belges: Analyse des déterminants et modélisation*, Presses univ. De Louvain.
- [9] Crutzen N. & Van Caillie D. (2009), « Vers une taxonomie des profils d'entrée dans un processus de défaillance : un focus sur les micros et petites entreprises en difficulté », *Revue Internationale P.M.E. : Économie et Gestion de la Petite et Moyenne Entreprise*, vol. 22, n° 1.
- [10] Delattre C. (2010), « La prévention des difficultés des entreprises : étude comparative entre le droit français et le droit marocain », Thèse de doctorat, Université du Sud – Toulon – Var, Faculté de droit.
- [11] Fitzpatrick P. (1932), « A comparison of ratios of successful industrial enterprises with those of failed firms », *Certified Public Accountant*.
- [12] Frydman H., Altman E. Et Kao D.-L. (1985). "Introducing recursive partitioning for financial classification : the case of financial distress", *Journal of Finance*, vol.40, n°1, pp. 269-291
- [13] Gibson, C. H., & Frishkoff, P. A. (1989). *Financial statement analysis: using financial accounting information*.
- [14] Guilhot B. (2000). "Défaillances d'entreprises – Soixante-dix ans d'analyses théoriques et empiriques", *Revue Française de Gestion*, n° 130, septembre-octobre, pp. 52-67.
- [15] Guilhot B. (2000). "Défaillances d'entreprises – Soixante-dix ans d'analyses théoriques et empiriques", *Revue Française de Gestion*, n° 130, septembre-octobre, pp. 52-67.
- [16] Guilhot B. (2000). "Défaillances d'entreprises – Soixante-dix ans d'analyses théoriques et empiriques", *Revue Française de Gestion*, n° 130, septembre-octobre, pp. 52-67.
- [17] Kim, M.H. & Yoo, P.D.A. 2006. Semiparametric model approach to financial bankruptcy prediction. *Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Engineering and Intelligent Systems*. Islamabad, 22-23 April:1-6
- [18] Kumar, K. & Tan, C. 2004. Artificial intelligence in financial distress prediction. Working Paper. Queensland: Bond University

- [19] Lee, I. M., & Lee, J. H. (1996). Prediction of pile bearing capacity using artificial neural networks. *Computers and geotechnics*, 18(3), 189-200.
- [20] Lin, W. M., Cheng, F. S., & Tsay, M. T. (2001). Nonconvex economic dispatch by integrated artificial intelligence. *IEEE Transactions on Power systems*, 16(2), 307-311.
- [21] Loi n° 15-95 formant le code de commerce, livre V portant sur les difficultés de l'entreprise, titre premier des procédures de prévention des difficultés, Articles 560- 561
- [22] MALECOT, J-F, (1981), "Les défaillances: un essai d'explication", *Revue Française de Gestion*, 10-19. 23
- [23] Mccarthy, J. (2007). From here to human-level AI. *Artificial Intelligence*, 171(18), 1174- 1182.
- [24] Mensah, Y. M. (1984). An examination of the stationarity of multivariate bankruptcy prediction models: a methodological study. *Journal of Accounting Research*, 380-395.
- [25] Miclet, L. (2010). *Apprentissage Artificiel : Concepts et Algorithmes*. Eyrolles-seconde édition
- [26] Minsky, M. (1961). Steps toward artificial intelligence. *Proceedings of the IRE*, 49(1), 8-30.
- [27] Minsky, M. (1968). Machines are more than they seem. *Science Journal*, 4(10), 3.
- [28] Neves, J.C. & Vieira, A. 2004. Estimating bankruptcy using neural networks trained with hidden layer learning vector quantization. Working Paper series 2-2004. Departamento de Gestão, Lisbon: School of Economics & Management.
- [29] Odom, M. D., & Sharda, R. (1990, June). A neural network model for bankruptcy prediction. In 1990 IJCNN International Joint Conference on neural networks (pp. 163-168). IEEE
- [30] Portnoff, A et Soupizet, J. (2018). « Intelligence artificielle : opportunités et risques », *Futuribles*, 2018/5 (N° 426), p. 5-26. DOI
- [31] Rhalib, m.l. (2014). *Entreprises en difficulté : quels sont vos droits ?* Editions la croisée des chemins, casablanca.
- [32] Salchenberger, L. M., Cinar, E. M., & Lash, N. A. (1992). Neural networks: A new tool for predicting thrift failures. *Decision Sciences*, 23(4), 899-916.
- [33] Séverin E. (2006), « La renégociation financière des entreprises en difficulté », *Revue Française de Gestion*, n° 166.
- [34] Smida A. & Gomez-Mejia A. (2010), « Entreprise stressée : un essai de conceptualisation et une typologie », *Management & Avenir*, n° 35.
- [35] Van Caillie D., Dighaye A. (2002), « La recherche en matière de faillite d'entreprise : un état de sa situation et de ses perspectives d'avenir », Communication proposée à la xième Conférence Internationale de Management Stratégique Paris -ESCP-EAP 5-7 juin 2002
- [36] Van Gestel, T., Baesens, B., Suykens, J., Espinoza, M., Baestaens, D., Vanthienen, J. & De Moor, B. 2003. Bankruptcy prediction with least squares support vector machine classifiers. *Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering*, Hong Kong, 20-23 March 2003:1-8.
- [37] Varetto, F. (1998). Genetic algorithms applications in the analysis of insolvency risk. *Journal of Banking & Finance*, 22(10), 1421-1439..
- [38] Yang, Z.R. 2003. Support vector machines for company failure prediction. *Proceedings of the 2003 International Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering*, Hong Kong, 20-23 March: 47-54.
- [39] Zahedi, F. (1996). A meta-analysis of financial applications of neural networks. *International Journal of Computational Intelligence and Organizations*, 1(3), 164–178.
- [40] Zhang, G.P. 2007. Avoiding pitfalls in neural network research. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 37(1):3-16.
- [41] Zhang, l. (1999). 1, 3 zhang bo 2, 3 yin hai feng 1 1 (institute of artificial intelligence anhui university hefei 230039) 2 (department of computer science and technology tsinghua university beijing 100084) 3 (laboratory of int; an alternative covering design algorithm of multi-layer neural networks [j]. *Journal of software*, 7.
- [42] Zizi y., Oudgou m., el Moudde a. (2020), « determinants and predictors of smes' financial failure: a logistic regression approach », *risks* 8 (4): 107.
- [43] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [44] I. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
- [45] K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [46] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," *J. Name Stand. Abbrev.*, in press.