



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Université Abou Baker Belkaid Tlemcen

Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et de Gestion



Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat

Option

Management des organisations

Spécialité

Audit et contrôle de gestion

**L'apport des réseaux de neurones artificiels appliqués  
au management des risques comme outil de l'audit**

Présentée par : M<sup>elle</sup> FEKIH Nassima

Encadreur :

Pr. BENDIABDELLAH Abdeslam

Co-encadreur:

Dr. SOUAR Youssef

Membres du jury

M. DJENNAS Mustapha	Maître de Conférences	Université de Tlemcen	Président
M.BENDIABDELLAH Abdeslam	Professeur	Université de Tlemcen	Encadreur
M.SOUAR Youssef	Maître de Conférences	Université de Saïda	Co-encadreur
M.BOUTELDJA Abdenacer	Maître de Conférences	Université de Tlemcen	Examineur
M.BACHOUNDA Rafik	Professeur	Université de Sidi Bel Abbes	Examineur
M.TCHICO Faouzi	Maître de Conférences	Université de Mascara	Examineur

Année universitaire  
2013-2014



*Je dédie cette thèse à  
mes très Chers Parents.*

## Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir cette thèse « الحمد لله ».

Je remercie et j'exprime mes profonds respects à mon encadreur Monsieur le Professeur Bendiabedallah Abdessalam pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail doctoral et qui m'a permis de bénéficier énormément de son encadrement. Je remercie également mon Co-encadreur Monsieur Souar Yousef qui m'a assuré l'encadrement technique et scientifique de mes travaux de thèse, de son suivi, et de son aide très utile, ainsi que pour ses multiples encouragements.

Merci aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer cette thèse et d'avoir contribué aux discussions lors de la soutenance.

Mes remerciements vont également à Mr. Benallal Ahmed qu'il soit salué pour sa grande disponibilité, pour la gentillesse et la patience qu'il a manifestées à mon égard, pour toutes ses discussions fructueuses et ses conseils constructifs et précieux, pour l'hospitalité dont il a fait preuve envers moi, et aussi pour m'avoir fait l'honneur de corriger et de lire ce travail. Sans oublier de remercier les commissaires aux comptes, de la chaleur avec laquelle ils m'ont accueilli.

J'adresse mes profonds remerciements et reconnaissances à ceux qui m'auront permis de poursuivre mes études jusqu'aujourd'hui, mes très chers parents, et combien leur présence a été précieuse durant cette longue aventure, ainsi qu'à mes sœurs et beaux-frères, surtout Abd el Kader, de même, à mon oncle Hocine, mes tentes et mes cousins et cousines qu'il serait trop long de les citer ici, mais qui ont, chacun à leur manière enrichi et embelli ces années.

Je voudrais remercier également profondément Mr. Ferouani Belkacem et Mr. Maalach Abderrazzak pour les orientations importantes qu'ils m'ont données de temps en temps et pour leurs hospitalités et bonne humeur.

Il serait impossible de ne pas adresser un immense merci à ma chère amie et collègue Belhachemi Amina pour son soutien moral tout au long de la préparation de cette thèse. Très humblement, je voudrais te dire merci pour ton soutien pendant mes périodes de doutes et pour tes multiples encouragements répétés.

Enfin, je n'aurais jamais pu réaliser ce travail doctoral sans le soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité et la bonne humeur. Je me permets d'adresser mes remerciements et mes reconnaissances à tous ceux qui ont contribué de façon directe ou indirecte à la réalisation de ce travail.

*Knowing what happens is no longer adequate,  
leaders say they need to know what is happening now,  
what is likely to happen next and  
what actions they should take to get the optimal results ”.*

*LaValle. S et al.*

## Sommaire

<i>Introduction générale</i> .....	<b>1</b>
<i>Chapitre 01: L’audit, pratique et perspectives</i> .....	<b>7</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>7</b>
<b>Section01 : Origine et conception théorique d’audit</b> .....	<b>8</b>
1. Origine et conception théorique d’audit.....	8
2. Définition, rôle et objectifs de l’audit .....	16
<b>Section 02: Le positionnement de la profession d’audit</b> .....	<b>23</b>
1. Le positionnement de la profession d’audit suivant le mode d’action.....	23
2. Le positionnement de la profession d’audit suivant la nature des objectifs.....	30
<b>Section 03 : Les normes et les règles structurant l’audit</b> .....	<b>38</b>
1. Les normes de travail d’audit.....	38
2. La qualité d’audit .....	48
<b>Conclusion</b> .....	<b>57</b>
<b>Chapitre02: L’approche d’audit par le management des risques d’entreprise</b> .....	<b>58</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>58</b>
<b>Section 01 : Le management des risques : historique et processus</b> .....	<b>59</b>
1. Les fondamentaux du management des risques .....	59
2. Le processus du management des risques .....	67
<b>Section 02: La naissance de la notion de risque dans la profession d’audit</b> .....	<b>78</b>
1. Du risque d’audit à l’audit des risques .....	78
2. <i>_Toc377737617_ _Toc377737618_ _Toc3777376192.</i> Le système de contrôle interne .....	84
<b>Section 03 : L’audit par le management des risques</b> .....	<b>92</b>
1. L’audit interne et le management des risques .....	96
2. L’audit externe et le management des risques .....	101
<b>Conclusion</b> .....	<b>105</b>
<b>Chapitre 03 : Les réseaux de neurones artificiels et le management des risques, un outil de l’audit</b> .....	<b>106</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>106</b>

<b>Section01 : Les fondements de base des réseaux de neurones artificiels .....</b>	<b>107</b>
1. Définition des réseaux de neurones artificiels .....	107
2. Le fonctionnement des réseaux de neurones artificiels .....	111
<b>Section02 : Les réseaux de neurones artificiels comme étant une technique de management des risques.....</b>	<b>131</b>
1. La puissance des R.N.A en matière de management des risques .....	131
2. Les points de rapprochement et d'adéquation de la technique des réseaux de neurones artificiels avec le processus de management des risques .....	136
3. Les avantages d'utilisation du réseau de neurones en management des risques .....	142
<b>Section 03 : Les réseaux de neurones artificiels appliqués au management des risques un outil pour l'audit .....</b>	<b>146</b>
1. L'audit et l'outil informatique.....	146
2. La démarche d'une approche d'audit par les risques à l'aide des RNA .....	158
<b>Conclusion.....</b>	<b>171</b>
<b>Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques .....</b>	<b>172</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>172</b>
<b>Section 01 : Présentation de l'étude .....</b>	<b>173</b>
1. L'obtention des données .....	173
2. Aperçu sur les données de l'étude .....	174
<b>Section 02 : La classification à l'aide du réseau de neurones artificiel.....</b>	<b>186</b>
1. Lancement de l'analyse et choix des paramètres d'étude .....	187
2. Les résultats de l'étude.....	196
<b>Conclusion.....</b>	<b>202</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>203</b>

## **Introduction générale**

La profession d'audit remonte au deuxième siècle, elle a connu une grande évolution depuis cette époque. Son objet a été focalisé sur le contrôle des comptes, et puis sur l'appréciation du système de contrôle interne, et actuellement, elle passe au-delà de ces tâches. Aujourd'hui, l'audit touche toutes les activités de l'organisation. Il n'est plus une action d'assurance de conformité, il devient un élément ou un facteur majeur dans l'efficience et l'efficacité de la stratégie globale de l'entreprise. L'actualité économique a prouvé qu'il a participé directement ou indirectement à la disparition des grandes entreprises multinationales suite aux scandales financiers qui ont secoué le monde des affaires. À cet effet, on peut citer l'affaire « Enron » qui a imposé des débats sérieux sur le devoir d'un auditeur et sur ce qui est attendu de la profession d'audit. Alors, c'est à ce moment-là, que des nouvelles approches commencent à se développer pour faire en sorte que la profession d'audit soit en mesure de faire face aux changements.

L'audit par le management des risques est une nouvelle approche parmi d'autres, qui s'appuie sur la construction et la formalisation d'un processus, une méthode et un état d'esprit à la fois. Et dans ce processus, le risque est considéré comme étant la matière première de l'approche de l'audit par le management des risques, il doit être identifié, analysé, et traité suivant une démarche méthodique, cyclique et séquentielle. Cette approche s'adresse directement aux risques importants qui peuvent affecter la capacité de l'entreprise à atteindre ses objectifs et empêcher sa survie. Le produit de cette approche consiste à la prise d'une décision optimale, pertinente et en temps opportun. En l'occurrence, plusieurs méthodes et techniques peuvent être appliquées dans le cadre du processus de management des risques, tels que l'utilisation des techniques qualitatives, quantitatives, ou les deux à la fois.

Les recherches sur l'approche d'audit par le management des risques d'entreprise n'ont pas encore abouti quant au choix de la technique optimale qui peut être utilisée dans ce cadre. C'est pour cette raison que nous allons procéder à tester la performance et l'efficacité des réseaux de neurones artificiels pour l'accomplissement des tâches d'une approche d'audit par le management des risques.



Ainsi, notre intuition nous conduit à choisir les réseaux de neurones artificiels comme étant la technique qui semble la plus appropriée à l'approche d'audit par le management des risques. Les réseaux de neurones artificiels sont des modèles informatiques inspirés du fonctionnement des réseaux de neurones du cerveau humain, leur création remonte à l'année 1943. Ces modèles ayant une structure bien déterminée, qui a, elle-même, un grand impact sur son fonctionnement. Les réseaux de neurones se définissent à travers un large éventail de caractéristiques. Qui leur donne cette qualité de techniques quantitatives et qualitatives à la fois, et de performance dans l'accomplissement des tâches de prévisions et de classifications. De plus, ils permettent de traiter aisément un grand nombre de données. Et plus encore, ils ne nécessitent pas une profonde connaissance en mathématiques ou statistiques.

Les réseaux de neurones artificiels peuvent prendre part de la boîte à outils de tous les professionnels pour tirer le maximum d'informations des données dont ils disposent. Ils sont d'ailleurs introduits dans les sciences économiques et de gestion au cours des années 1990, dont de nombreuses recherches ont été réalisées dans ce cadre. Citant entre autres l'étude de Fanning et al. (1995) qui a utilisé les réseaux neuronaux pour évaluer le risque de fraude. Chiu et Scott (1994) également incitent l'utilisation des réseaux de neurones pour l'évaluation des risques. Koh (2004) suggère l'utilisation des réseaux de neurones et le data mining pour apprécier la continuité de l'exploitation, il fait constater qu'ils sont des outils puissants pour l'analyse des relations complexes, non linéaires et interactives. Koskivarra (2000) les utilise ainsi pour modéliser les soldes mensuels pour une entreprise industrielle (Baldwin. A. A et al, 2006, page 82).

L'utilisation des RNA s'est introduite aussi dans les opérations de planification et de contrôle par Garetti. M et Taisch .M (1999). Ils peuvent être employés comme un instrument de diagnostic et d'amélioration de la qualité de contrôle. Ramamoorti, Bailey et Traver (1999) ont réalisé une étude sur l'application des RNA dans le cadre d'un audit interne. Bell et Carcello (2000) ont développé un modèle de RNA au service des clients d'audit à fin de prévoir la fraude. Cinq autres études ont été conduites pour étudier la possibilité d'utiliser les RNA dans le contrôle des comptes Coakly et Brown (1991), Coakly et Brown (1993), Coakly (1995). Ils ont testé la performance des RNA dans ce contexte en termes de prévision. L'étude de Wilson et Sharda (1990, pp557-545) est également l'une des plus importantes applications dans ce domaine, elle

consiste en une comparaison entre l'aptitude des RNA et d'autres méthodes à la prévision.

D'autres recherches ont été effectuées pour examiner la performance de l'emploi des RNA dans la prévision de la continuité d'exploitation (the going concern), citant, les applications d'Altman et autres en 1994 (pp505-529), de Yang et autres en 1999 (pp 67-74), ainsi que, l'étude de M. Anandarajan et al (1999) qui a mis l'accent sur l'opinion de l'auditeur en matière de la continuité de l'exploitation et de prévision de la défaillance. De plus, Omoteso. K (2012) dans son article "The application of artificial intelligence in auditing: Looking back to the future", et Hussein Taha R. O (2012) dans son article "The Possibility of using Artificial Neural Networks in Auditing - Theoretical Analytical Paper", ont évoqué les différents avantages d'application des Réseaux de neurones artificiels en audit par rapport aux systèmes experts.

Les recherches conduites dans les études antérieures n'ont pas introduit les réseaux de neurones artificiels au management des risques dans le cadre de la conduite d'une mission d'audit. Cependant, notre travail s'articule autour de ce propos, en essayant de déterminer les points de rapprochement entre les différentes notions qui forment notre intitulé, et puis, de mettre en évidence la phase dans laquelle on peut introduire la technique des réseaux de neurones artificiels. Ensuite, on réalisera une application pour valider ou invalider les constats et les résultats obtenus dans la partie théorique. Dès lors, notre problématique est axée sur le questionnement central suivant :

***Comment peut-on introduire les réseaux de neurones artificiels comme un outil efficace dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques?***

Pour étudier cette problématique et clarifier les différents concepts qui en découlent, on va essayer de faciliter la tâche en répondant à ces quatre sous questions:

1. En quoi consiste l'approche d'audit par le management des risques ?
2. Quels sont les avantages d'application de la technique des RNA dans le management des risques ?
3. Quelle valeur ajoutée peut apporter l'utilisation des RNA dans une approche d'audit par le management des risques?

4. Comment les RNA peuvent contribuer à la conduite d'une approche d'audit par le management des risques?

Pour la réalisation de cette recherche, deux hypothèses ont servie comme support à savoir :

***L'hypothèse 1:*** Les caractéristiques des réseaux de neurones artificiels leur permettent d'être un outil d'aide aux auditeurs dans la conduite d'une approche d'audit par le management des risques.

Pour tester la première hypothèse, on a pris connaissance des différents concepts qui forment notre intitulé de thèse, de l'approche d'audit par le management des risques, des réseaux de neurones artificiels, ainsi des points de convergences et de divergences entre eux. De plus, on a récapitulé toutes les études qui ont traité l'approche d'audit par le management des risques et les potentiels des RNA.

***L'hypothèse 2 :*** Les réseaux de neurones artificiels représentent un outil très efficace pour l'accomplissement des tâches de classification dans le cadre d'une mission d'audit par le management des risques.

Dans le but de tester la deuxième hypothèse, on a collecté un ensemble de données, par l'intermédiaire des commissaires aux comptes de la wilaya de Tlemcen. Ceci nous a permis d'exprimer une opinion sur les rapports de commissariat aux comptes et de constituer un nombre important de données.

Nous devons tout de même déclarer que notre intérêt aux réseaux de notre artificiel s'est essentiellement focalisé sur les apports de ces derniers à l'audit :

- Premièrement, dans le but, est d'une part, d'améliorer la qualité d'audit et, d'autre part, de renforcer la mission d'audit, ceci en donnant la possibilité de traiter un nombre colossal de données pour améliorer les recommandations énoncées et les décisions prises en un peu de temps et au temps opportun.
- Deuxièmement, le traitement de ce thème permet d'apporter une valeur ajoutée à l'entreprise auditée, en améliorant les attentes de ces dernières.

- Troisièmement, cet avantage sera doublement ressenti par l'auditeur, il va se traduire par un gain de temps inestimable, une réduction des coûts et une meilleure compétitivité. Cette technique va permettre à l'auditeur de s'intégrer dans l'accroissement accru de la technologie, en s'adaptant aux nouvelles exigences.
- Quatrièmement, les RNA, non seulement, permettent de donner une meilleure classification des risques, mais également, ils peuvent être utilisés comme un système de veille de l'évolution des risques qu'ils soient réels ou potentiels en bénéficiant de ces fonctionnalités et caractéristiques. Les réseaux de neurones artificiels vont permettre de déterminer le plan d'action que doit mettre en œuvre un auditeur pour éviter, éliminer, réduire ou négliger le risque.

Pour aboutir à notre objectif et appréhender cette étude, on a subdivisé le travail en quatre chapitres, trois premiers chapitres théoriques et un chapitre pratique. Dans le volet théorique, on tentera de déterminer la phase qui fait appel à l'introduction de la technique des réseaux de neurones artificiels. Cette technique servira en tant que telle comme un outil d'aide à la décision. Ensuite, on va focaliser l'étude empirique seulement sur la phase déterminée précédemment dans l'approche théorique, en essayant de tester l'aptitude et la performance des réseaux de neurones artificiels à l'accomplissement de la tâche de classification des risques en zones.

Le premier chapitre est composé de trois sections, il est consacré aux fondements généraux de l'audit, en rappelant de son origine et de son évolution depuis le deuxième siècle. Ainsi, on pourra aborder les différentes théories qui visent à concevoir l'auditeur comme un acteur économique et social. Puis, on examinera les pratiques, les métiers, et le positionnement de la profession d'audit accompagnée d'une brève présentation des lois, règles et normes qui organisent la profession d'audit et participent à l'amélioration de sa qualité.

Le deuxième chapitre est, aussi, structuré en trois sections, il fera le point sur les événements qui ont contribué à la naissance de l'approche d'audit par le management des risques, ainsi de la naissance de la notion de risque dans la profession d'audit. Tout en passant par une présentation du management des risques comme un processus et une

discipline en évolution. Pour dernièrement mettra l'accent sur l'approche d'audit par le management des risques.

Le troisième chapitre se réserve à la technique des réseaux de neurones artificiels comme étant un outil d'audit dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques. Il dispose ainsi de trois sections, la première section, représente les fondements de cette technique, sa définition, son architecture, et son fonctionnement et ses fonctionnalités. La deuxième section, expose les techniques généralement admises pour le management des risques, ses points faibles et ses points forts. Et d'ici on détecte les points de rapprochement et d'adéquation de la technique des réseaux de neurones artificiels avec le processus de management des risques. Après cela, et dans la troisième section, on évoque le fait d'introduction des réseaux de neurones artificiels dans la conduite d'une mission d'audit par le management des risques en déterminant la phase privilégiée.

Le quatrième chapitre est consacré à l'étude empirique, il représente le déterminant de notre travail. Soit il valide notre approche théorique, soit, il va la remettre en cause. Dedans on tente de collecter tout d'abord un ensemble de données suffisant pour lancer une analyse raisonnable et présentable. Puis, on examine l'aptitude du logiciel des réseaux de neurones artificiels à classifier nos données en zones. Arrivant à ce stade, on élabore nos résultats et en y attachant tout notre intérêt de recherche qui est l'amélioration de la qualité d'audit.

## **Chapitre 01: L'audit, pratique et perspectives**

### **Introduction**

Antérieurement, l'audit effectuait une fonction d'intendance et de contrôle au service de l'empire romain de l'église et d'autre institution étatique. Les Romains l'employaient pour désigner un contrôle au nom de l'empereur sur la gestion des provinces. Sa fonction principale était le contrôle des comptes, il s'assurait la bonne application des lois et règlements et luttait contre la fraude. Avec la globalisation, la nouvelle organisation de l'entreprise et l'apparition des managers et des actionnaires (celui qui détient n'est pas celui qui gère), l'audit des comptes devient insuffisant. Il n'arriverait plus à satisfaire ni les besoins de l'entreprise ni ceux des propriétaires. Pour cela, les professionnelles se trouvent obliger de se mettre à jour avec les nouvelles tendances. Ce qui fait de l'audit une activité beaucoup plus dynamique que statique. Il évolue donc en s'adaptant aux changements et aux nouvelles exigences et besoin de ses utilisateurs. Son champ d'intervention prend de nouvelles dimensions plus étendues. En parallèle, ses objectifs se démultiplient, en relation avec le développement des modes de gouvernances d'entreprise.

D'après Power (2005), et suite aux scandales financiers, on est passé vers une société d'audit pour laquelle la profession d'audit devient nécessaire et indispensable. La nouvelle demande, les attentes, et le produit des audits n'ont pas seulement un impact sur l'entreprise auditée elle-même, mais plus encore sur toute la société, l'économie et l'environnement. C'est un instrument d'assurance et une source de crédibilité. En conséquence, des normes internationales ont été établies afin d'encadrer et de structurer la profession d'audit à l'échelle internationale.

Pour aborder ces fondements, on a subdivisé le présent chapitre en trois sections. Dont la première évoque les différentes phases d'évolution de la profession d'audit en précisant son origine et citant les différentes définitions énoncées tout au long de son évolution, tout en démontrant, son rôle et ses objectifs. La deuxième section englobe toutes les catégories d'audit selon, son statut, sa nature et ses objectifs. La dernière section expose les normes structurant la profession d'audit et les facteurs qui déterminent sa qualité.

## Section01 : Origine et conception théorique d'audit

### 1. Origine et conception théorique d'audit

#### 1.1. Origine et évolution de l'audit

Au début du moyen-âge, les Sumériens avaient compris qu'il est essentiel dans tout système d'information d'établir une communication claire et nette entre les producteurs et les utilisateurs. Ce système de contrôle par recoupement consiste à comparer une information parvenue de deux sources d'enregistrements indépendantes. Ceci était bien établi dans le code de Hammourabi roi du Babylone<sup>1</sup> en particulier dans ses articles qui stipulent:

Art.104.- « si le marchand a donné à son agent du blé, de la laine, de l'huile ou quelque autre sorte de marchandises pour les vendre, il en inscrira le prix sur un document cacheté et le remettra au marchand. »

Art.105.-« si l'agent a oublié de prendre un document cacheté de sa remise d'argent au marchand, cet argent, qui n'a pas reçu le sceau, il ne l'entrera pas dans ses comptes. ».

Etymologiquement, le terme « audit » est d'origine latine « audire ». Il signifie « écouter » au sens de porter une attention suffisante aux doléances de quelqu'un à fin de mieux comprendre ses problèmes pour lui apporter éventuellement les éléments de solutions appropriées (I. Feujo , 2004). Il est apparu sous l'empire romain et plus spécifiquement dès le 3<sup>ème</sup> siècle avant Jésus-Christ<sup>2</sup>.

C'est à cette époque que les gouverneurs ont nommé des questeurs pour contrôler la comptabilité de toutes les provinces. Les grandes organisations administratives mises en place par les rois, la noblesse, les églises et les municipalités ont exercé longtemps une grande influence sur le développement de la comptabilité et de l'audit. Les qualités requises pour exercer la fonction d'auditeur dans cette période, étaient principalement l'honnêteté, l'intégrité, la fidélité, l'assiduité dans la recherche de la sincérité et régularité des comptes (G. Valin et al, 2006, page24). De même, ses objectifs axés à la détection des

---

<sup>1</sup>: Valin. G, Gavanou. J.F., Guttmane. C., .Le Vourc'h J (2006), auditor et controlor, Edition DUNOD, Paris, page4.

<sup>2</sup> : Feujo. I (2004), guide des audits –quelle synergies gagnantes pour l'entreprise ?; édition AFNOR, Paris, page XI.

fraudes, passent progressivement vers la recherche d'erreurs pour ensuite s'orienter vers la publication d'opinion sur la validité des états financiers, et ensuite sur leur régularité et sincérité. Les auditeurs de cette époque faisaient de leur mieux pour faire valoir le meilleur intérêt de leurs clients et d'eux-mêmes au lieu de faire de leur mieux pour la société (Briloff, 1972).

Les nombreuses critiques faites à la profession d'audit sont toujours ou presque orientées sur la question de la qualification de l'opinion de l'auditeur pour limiter sa faiblesse, et notamment ce qui est dénoncé par *The accountants* (20. Octobre, 1883, p 6) concernant les insuffisances en matière d'audit comme par exemple <sup>1</sup> :

- Les auditeurs n'étaient pas présents en continu mais seulement périodiquement;
- Le temps imparti était insuffisant pour un audit approprié;
- Les actionnaires étaient toujours impatients de voir se terminer le travail de l'auditeur avant la date de réunion de l'assemblée générale qui statue sur les comptes sociaux de leur entreprise;
- Les honoraires des auditeurs étaient souvent insuffisants pour permettre de réaliser un audit adéquat ;

À la suite de ces critiques, il convient de rappeler que le sujet de la qualification a fait l'objet d'interminable discussion sans pour autant perdre de son actualité. Il continuait d'être débattu jusqu'au 1988 aux Etats-Unis et 1993 au Royaume-Uni (Roy A. Chandler, 1999, page 133).

Progressivement, l'audit a franchi des étapes évolutives passant ainsi d'un audit de conformité à un audit de performance, et d'un audit régalién à un audit à l'écoute des audités, avec une extension significative du périmètre d'investigation. La profession d'audit connaît un élargissement à la fois<sup>2</sup> horizontal et vertical en raison de l'image de rigueur qu'il véhicule, des risques qu'il parvient à identifier, des politiques et des plans qu'il doit accompagner, des économies qu'il permet de réaliser, de l'instabilité de l'environnement, de la complexité des paramètres de gestion et de contrôle qu'il doit maîtriser., le champ d'application ou les domaines d'intervention de l'audit ont été élargis. Sur le plan vertical, l'audit d'aujourd'hui a percé tous les domaines, les fonctions, les

---

<sup>1</sup> : cited in Chandler. R. A, (1999), "Critics' use of satire against the auditing profession: a short historical note", *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 12 Iss: 1 pp. 129 - 133

<sup>2</sup> : Bertin .É (2007), *Audit interne: enjeux et pratiques à l'international*, Groupe Eyrolles Edition d'Organisation, Germain, page 18



activités, les opérations de l'entreprise, et tous les stades décisionnels. Certaines entreprises font même l'objet de plusieurs audits au cours d'un même exercice ou d'une même période. Sur le plan horizontal, la pratique de l'audit s'est étendue. On parle ainsi d'audit dans les entreprises publiques, d'audit des associations, d'audit des PME/PMI, d'audit des filiales...etc. Les missions d'audit continuent à s'étendre de plus en plus vers l'opérationnel et portent sur des thèmes de plus en plus variés et de plus en plus spécialisés. Par exemple, les statistiques de la France en 2007, sur l'évolution de l'objectif des services fournis par l'auditeur montrent que : pour 49 % des services, l'intéressement à la gouvernance était en progression, tandis que pour 38 % d'entre eux, la revue des états financiers et comptables était en baisse<sup>1</sup>.

**Tableau 1 : L'évolution de l'audit**

<b>PERIODE</b>	<b>PRESCRIPTEUR DE L'AUDIT</b>	<b>AUDITEURS</b>	<b>OBJECTIF DE L'AUDIT</b>
1. 200 avant jésus christ	Rois, empereurs, église et l'état	Clercs ou écrivain	Punir les voleurs pour le détournement des fonds ; protéger le patrimoine
2. 1700 à 1850	Etat, tribunaux commerciaux et actionnaire	Comptables	Réprimer les fraudes et punir les fraudeurs. Protéger le patrimoine.
3. 1900 à 1914	Etat et actionnaires	Professionnel de comptabilité ou juristes	Eviter les fraudes et les erreurs ; attester la fiabilité des états financiers historiques.
4. 1900 à 1940	Etat et actionnaires	Professionnel d'audit et de comptabilité	Eviter les fraudes et les erreurs ; attester la fiabilité des états financiers historiques.
5. 1940 à 1970	Etat, banques et actionnaire	Professionnel d'audit et de comptabilité	Atteste la sincérité et le régularité des états financiers historiques ;

<sup>1</sup> : Renard. J (2009), Théorie et pratique de l'audit interne, novembre, Edition d'organisation, Paris, page 28

6. 1970 à 1990	Etat, et actionnaires	Professionnel d'audit et de comptabilité et de conseil	Atteste la qualité du contrôle interne et le respect des normes comptables et normes d'audits
7. A partir de 1990	Etat, tiers et actionnaires	Professionnel d'audit et du conseil	Atteste l'image fidèle des comptes et la qualité du contrôle interne dans le respect des normes d'audit.

Source : Khlassi. R(2005), audit interne –audit opérationnel, Edition HOUMA ;  
Alger, page22

## 1.2. Le cadre théorique de la profession d'audit

Un lien étroit existe entre la théorie et la pratique d'audit. La pratique est le fait et l'action, la théorie est l'explication et le raisonnement « la théorie indique la raison pour laquelle est l'action de l'audit et non pas autrement ?, ou, pourquoi elle pourrait bien en être autrement ? » Littleton (1953)<sup>1</sup>.

Nombreux sont les chercheurs et les professionnels qui parlent de la pratique d'audit avec beaucoup d'élargissement et de détail à savoir c'est qui l'auditeur ?, quels sont ses métiers, ses techniques, et ses démarches ? Et quelles sont ses qualités et ses compétences ? Des ouvrages bien épais, efforts et enquêtes sont consacrés à cet effet. Mais, peu de chercheurs traitent l'auditeur comme un acteur économique qui nécessite une analyse à travers la question de savoir, quelles sont les théories qui nourrissent la profession d'audit?<sup>2</sup> À partir de cette question, on rappellera des différentes théories qui visent à concevoir l'auditeur comme un acteur économique et social.

Il existe véritablement un marché de l'audit et des théories relatives à ce marché qui tentent d'expliquer la demande et l'offre des services d'audit (Ebondo Wa Mandzila, 2006), à savoir :

<sup>1</sup> : Littleton. A. C (1953), Structure of accounting theory. American Accounting Association, Chicago, page 132

<sup>2</sup> : Casta. J.f., Mikol. A (1999), “ vingt ans d'audit: de la révision des comptes aux activités multiservices », comptabilité – contrôle- audit, mai pp(107-121). Page 119

### 1.2.1. La théorie de policier (Policeman theory)

C'est la première théorie qui a couvert théoriquement le rôle de la profession d'audit en 1940<sup>1</sup>. Elle considère l'auditeur comme étant un agent de police en lui attribuant la responsabilité de chercher, découvrir et empêcher la fraude<sup>2</sup>, au moment où sa tâche principale était le contrôle des comptes, et l'objet de fraude était un sujet de polémique.

### 1.2.2. La théorie des coûts de transaction (The theory of transaction costs)

Conformément à la théorie des coûts des transactions de Coase (1973)<sup>3</sup> (réaffirmée par Williamson en 1979), on peut estimer que, d'un point de vue économique, les entreprises se distinguent des marchés par leur capacité à internaliser certaines transactions et en bénéficier à moindre coût que si ces transactions devaient se dérouler sur les marchés<sup>4</sup>. Autrement, lorsqu'une transaction est appelée à se répéter, les entreprises auront intérêt à s'engager dans un contrat à long terme au lieu d'une série de contrats ponctuels, dans le but de réduire les coûts de renouvellement des contrats à chaque occurrence. L'objectif recherché par les dirigeants de transférer la réalisation des travaux de contrôle de conformité à des auditeurs internes consistait plutôt à même de réduire les honoraires versés aux auditeurs externes (Élisabeth Bertin, 2007, page24). Ceci est dans la mesure où l'essentiel de travail de l'auditeur externe pourrait être déjà effectué par les auditeurs internes.

### 1.2.3. La théorie de l'agence (Agency theory)

La théorie de l'agence (1970) est associée avec le conflit d'intérêts entre les actionnaires (propriétaires) et les directeurs (les managers) d'une entreprise, suggérant que le partenaire moins informé (l'actionnaire) incite à contrôler le comportement du deuxième partenaire (le manager)<sup>5</sup>. Chow (1982) a observé que le contrôle et la maîtrise des conflits d'intérêts entre les dirigeants de l'entreprise et les actionnaires est une cause raisonnable pour

---

<sup>1</sup>: Hayes R. S, Schilder .A, Dassen. R, Wallage. P (1998), "Principles of Auditing, an international perspective", page4, <http://pentagan.nl/downloads/hayes.pdf>

<sup>2</sup>: Ittonen. K (2010), A Theoretical Examination of the Role of Auditing and the Relevance of Audit Reports, VAASA YLIOPISTON, page 9

<sup>3</sup>: Coase. R. H. (1937), "The Nature of the Firm", *Economica*, New Series, Vol. 4, No. 16. Nov, pp. 386-405.

<sup>4</sup>: Ebondo. E, Pigé. B (2001), « L'arbitrage entreprise / marche : le rôle du contrôle interne », 22ème congrès de l'AFC, France, pp : 1-16, page2

<sup>5</sup>: Dubuisson S. T (2009), *L'audit*, Edition La Découverte, paris, page8

engager des auditeurs comme un mécanisme de contrôle. Dans un paradigme d'efficience contractuelle, cette préoccupation nous conduit à replacer le processus d'audit au cœur des conflits d'intérêts et des problèmes d'agences qui caractérisent la gouvernance des grandes entreprises. Ces conflits viennent du fait que ces dernières ont plus ou moins recours à des sources de financement externes. Ainsi, une fonction d'audit de qualité devrait minimiser les coûts contractuels et maintenir l'équilibre du système de gouvernance<sup>1</sup>. La recherche sur la qualité des audits montre que les grands cabinets d'audit internationaux fournissent des services de meilleures qualités mesurées par l'effet régulateur des problèmes d'agence<sup>2</sup>.

#### 1.2.4. La théorie de signalisation (Signaling theory)

La théorie de signalisation étudie le fait que certaines entreprises peuvent prendre des mesures trop coûteuses pour s'enraciner<sup>3</sup> dans les marchés qui se caractérisent par une asymétrie d'information sur la qualité des produits vendus, où les consommateurs ne peuvent pas différencier entre produits de bonne ou de mauvaise qualité et décider du prix qu'ils sont prêts à payer. De ce fait, les producteurs de produits de meilleure qualité sont écartés du marché et disparaissent. La théorie de signalisation corrige cette défaillance<sup>4</sup> (Akerlof, 1970) en usant le service des cabinets d'audit comme une référence qui peut orienter le consommateur en matière de qualité/prix<sup>5</sup>.

#### 1.2.5. La théorie de la crédibilité du prêt (Lending credibility theory)

Cette théorie est proche à la théorie d'agence dans le sens qu'elle considère que l'entreprise est assimilée d'un contrat entre deux parties où les propriétaires s'accordent à remettre entre les mains des dirigeants la gestion de leur patrimoine<sup>6</sup>. Pour ce faire, ces derniers devraient être crédibles. Cette théorie suppose que la fonction première de l'audit

---

<sup>1</sup> : Finet. A (2005), Gouvernement d'entreprise. Aspects managériaux, comptables et financiers, De Boeck Supérieur « Management », Bruxelles, pages 156

<sup>2</sup> : Weets. V. (1999), "Who will be the new auditor?", Universiteit Gent, Belgium, page4, [http://www.feb.ugent.be/nl/Ondz/wp/Papers/wp\\_99\\_77.pdf](http://www.feb.ugent.be/nl/Ondz/wp/Papers/wp_99_77.pdf)

<sup>3</sup> : Brau I. J. C, Carpenter. J. T (2012)., "Small-Firm Uniqueness And Signaling Theory", Journal of Business, Economics & Finance), Vol.1 (1), p.p 50-63, page 51

<sup>4</sup> : Akerlof. G (1970), "The Market for 'lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism" Quarterly Journal of Economics, August, Vol. 84, 488-500.

<sup>5</sup> : Hay, David and Davis, David (2000). Voluntary Audits: An Empirical Study, The Open Polytechnic of New Zealand, Working Paper, October, page14.

<sup>6</sup> : Ebondo. E Wa M (2006), La gouvernance d'entreprise: Une approche par l'audit et le contrôle interne, Editions L'Harmattan, paris, page 166

est de garantir et d'accroître cette crédibilité. Dans ce cas, le service fourni par les auditeurs consiste à travers cette fonction à garantir aux utilisateurs une confiance et une assurance quant aux états financiers présentés par les dirigeants de l'entreprise (Ittonen. K, 2010, page10). L'avantage de cette crédibilité se reflète essentiellement dans la qualité des décisions prises par les dirigeants<sup>1</sup>. Cette crédibilité est essentielle, et se trouve à la source de toute demande pour des services d'audit, donc à l'origine de la raison d'être de cette profession

### **1.2.6. La théorie de la confiance inspirée (Theory of inspired confidence)**

Une théorie développée dans les années 1930 par Theodore Limperg dans son article « The social Responsibility of the auditor » publié à « Accountancy and Business Economics Monthly ». Cette théorie considère l'auditeur comme un agent de confiance. La fonction correspond à la confiance que la société investie à l'égard de l'efficacité attendue de la part des auditeurs. Cette confiance en étant une condition de l'existence de cette fonction, peut être remise en cause, alors, en conséquence l'auditeur perd sa réputation aux yeux de la société<sup>2</sup>.

### **1.2.7. La théorie de modérateur de revendication (Moderator of claimants theory)**

Selon cette théorie, il est important que tous les individus qui font partie d'une organisation contribuent à son succès (Hayes, 1998, page4). Afin de poursuivre ces contributions, l'auditeur a pour mission de freiner les comportements des participants susceptibles de nuire aux intérêts de la collectivité (Ebondo Wa Mandzila. E, 2006, page166).

### **1.2.8. La théorie de l'auxiliaire de justice (quasi judicial theory)**

Dans cette théorie, l'auditeur est considéré comme un juge dans le processus financier (Hayes et al, 1999). Les commissaires aux comptes sont des auxiliaires de justice ayant un devoir d'alerte et de révélation (Christian Saint-Etienne)<sup>3</sup>. Cependant, Porter 2005, conclut que les décisions de l'auditeur ne sont pas accessibles au public, de plus, l'indépendance de

---

<sup>1</sup> : Volosin. E (2008) "The theories of audit expectations and the expectations gap", GRIN Verlag, 20oct.13 pages, page 2

<sup>2</sup> : Cited in , A Basic Theory on the Auditor's Function by Professor Theodore Limperg (1879-1961) (1985), The social Responsibility of the auditor, Limperg Institut , The Netherlands, page16

<sup>3</sup> : Professeur au Cnam et à Paris- Dauphine, membre du Conseil

l'auditeur diffère de celle d'un juge<sup>1</sup> en raison de l'intérêt souvent en jeu entre l'auditeur et son client (Ebondo Wa Mandzila E, 2006, page 166).

### **1.2.9. La théorie de la légitimité (Legitimacy theory)**

Cette théorie postule que les entreprises sont liées par l'environnement social dans lequel elles s'engagent à effectuer diverses actions socialement désirées ce qui garantit leur pérennité<sup>2</sup>. Les auditeurs sont tenus d'agir dans l'intérêt public. Ces dernières années, ils ont dû faire face aux questions environnementales et à d'autres qui relèvent de l'intérêt public<sup>3</sup>.

### **1.2.10. La théorie de l'intendance (Stewardship theory)**

La théorie de l'intendance de Donaldson (1990) propose une modélisation du comportement humain plus optimiste dans laquelle l'individu devrait agir comme « un bon intendant ». L'individu tire une plus grande utilité du comportement organisationnel et coopératif que du comportement individualiste<sup>4</sup>. L'auditeur dans cette théorie pourrait avoir un rôle très important pour impliquer l'intendance.

### **1.2.11. La théorie de contingence (Contingency theory)**

Burns et Stalker (1961), Perrow (1970), Thompson (1967), Lawrence et Lorsch (1967), et Galbraith (1973) accentuent leurs recherches sur l'impact de l'environnement et de la technologie sur la structure organisationnelle. Cette théorie a considérablement dépassé cette conception limitative de l'entreprise. Celle-ci est désormais conçue comme un système finalisé et ouvert sur un environnement donné. La théorie de contingence apporte une contribution significative à la compréhension des systèmes de contrôle (Covaleski et

---

<sup>1</sup>: Salehi. M (2011), « Audit expectation gap: Concept, nature and trace », African Journal of Business Management Vol. 5(21), 23 September, pp. 8376-8392, page 8378

<sup>2</sup>: Oxibar. B (2007), « Corporate social disclosure and legitimation strategy : a longitudinal study of Pechiney », "30<sup>ème</sup> congrès de l'EAA, page 1

<sup>3</sup>: Chiang, CKH (2009), « Legitimacy theory or something else? The audit of environmental matters: a New Zealand study », 21<sup>st</sup> Asian Pacific Conference on International Accounting Issues, Las Vegas, U. S. A, page 6

<sup>4</sup>: Charreaux. G (2000), « Le conseil d'administration dans les théories de la gouvernance », Pôle d'économie et de gestion (Iae-Latec), page 7

al, 1996)<sup>1</sup>. Les premières recherches se sont appuyées sur l'importance de l'environnement, la technologie, la structure et la taille à la conception des systèmes de contrôle<sup>2</sup>. La survie de l'entreprise dépend essentiellement de sa capacité à maîtriser son environnement. Pour ce faire, les dirigeants de l'entreprise doivent introduire dans la gestion des affaires un système d'audit qui peut leur assurer cette maîtrise de l'environnement.

Après cette revue très brève des différentes théories sur l'auditeur, celle qui traite la contingence nous paraît la plus appropriée pour répondre aux questionnements de notre recherche. Notre thématique est centrée sur deux grands concepts à savoir, le management des risques et les réseaux de neurones artificiels. Le premier concept, le management des risques, son fondement repose sur le mode de gestion des différents facteurs à la fois qui affectent la capacité de l'entreprise à atteindre ses objectifs. Ces facteurs sont d'origine interne et externe, et qui sont eux-mêmes considérés comme des facteurs de contingence. Pour ce qui est du deuxième concept, les réseaux de neurones artificiels, il représente l'outil informatique (software) produit de la technologie moderne qui est elle-même aussi un facteur de contingence. La théorie de contingence permet de mettre en évidence des liens cohérents qui peuvent se créer et se développer entre les fonctions d'audit, de management des risques et des réseaux de neurones artificiels. Dans cette vision, on considère les RNA deviennent très vite un instrument technologique central qui à la prise de décision au service de la profession d'audit et de celle du manager. Cet outil d'aide à la décision intégré à l'audit s'utilise à identifier les risques pour plus d'efficacité et d'efficacités. Mais avant de poursuivre notre étude sur cet outil, il est intéressant de faire connaissance de ce concept d'audit à travers ses définitions, ses objectifs, ses pratiques et ses perspectives.

## **2. Définition, rôle et objectifs de l'audit**

L'audit est vu comme un moyen de soumettre les entreprises, les routines professionnelles et les personnes à un regard externe<sup>3</sup>. Pour Power. M 2005 : « l'heure de la société de

---

<sup>1</sup> : Covaleski. M. A., Dirsmith M.W. Samuel S. (1996), « Managerial Accounting Research: The Contributions of Organizational and Sociological Theories», *Journal of Management Accounting Research*, vol. 8, p. 1-35.

<sup>2</sup> : Chenhall. R. H. (2003) , «Management control systems design within its organizational context: findings from contingency-based research and directions for the future», *Accounting, Organizations and Society* 28 127–168, page 128

<sup>3</sup> : Power. M (2005), *The Audit Society: Rituals of Verification*, Oxford University Press, London, page16.

l'audit est arrivée, ce n'est pas un monde hostile peuplé d'inspecteurs étrangers, mais un univers où l'auto-audit joue un rôle croissant ».

## **2.1. Définition de l'audit**

Nombreuses sont les définitions données à l'audit, il est difficile de lui donner une définition exhaustive. Ses différentes définitions reflètent également ses étapes d'évolution. Il se définit Généralement selon son mode d'intervention et son champ d'application. Étymologiquement, selon Larousse, l'audit est un jugement sur la qualité et la rigueur de gestion. Selon Hachette l'audit est le contrôle d'une entreprise, la bonne gestion et la sauvegarde du patrimoine financier.

Partant de la fameuse citation d'Auguste Comte : « Savoir pour prévoir, prévoir pour pouvoir », l'art de l'auditeur s'appuie sur une méthodologie d'investigation pour savoir, et de communication pour influencer, pour servir une entreprise dans la recherche de plus et de meilleures performances. L'audit n'a d'autorité que morale, il n'a pas le pouvoir au sens d'obligation, mais il peut être utilisé comme un instrument du pouvoir<sup>1</sup>. Il ne se réserve pas à une évaluation directe des agents, mais plutôt à une évaluation de processus. Il constitue un moyen de lutte contre les irrégularités, le gaspillage les négligences, les erreurs professionnelles et les infractions économiques<sup>2</sup>, mais aussi pour instaurer un climat de prudence et même d'austérité dans un milieu donné.

Mautz a défini l'audit dans les années soixante comme une action de vérification des états financiers et des données comptables en assurant leur exactitude et fiabilité<sup>3</sup>. Germond et Bonnault (1987) l'ont défini comme étant l'examen technique rigoureux et constructif auquel procède un professionnel compétent et indépendant. Il exprime une opinion motivée sur la qualité au regard de l'obligation des règles de droit et des principes comptables en vigueur. L'auditeur donne une image du patrimoine de l'entreprise, de sa situation financière et de ses résultats.

---

<sup>1</sup> :Barbier. E (1999), mieux piloter et mieux utiliser l'audit, l'apport de l'audit aux entreprises et aux organisations, Edition Maxima, Paris, page43

<sup>2</sup> : Mokhtar Bel Aiboud, guide pratique d'audit financier et comptable ; édition maison des livres ; Alger ; page05.

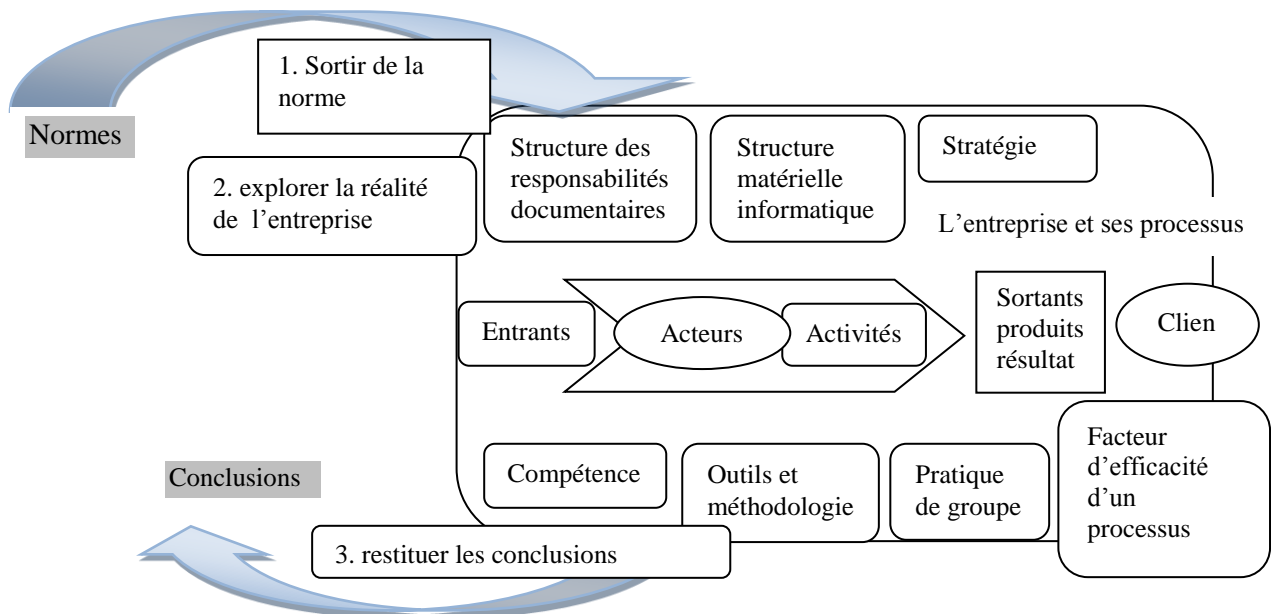
<sup>3</sup> : Cited in Gupta. K (2004), Contemporary Auditing, 6<sup>th</sup> edition, Tata McGraw Hill Education, New Delhi, page 7



Pour Jensen et Meckling 1976 : L'audit est considéré comme un des moyens privilégiés dont disposent les dirigeants et les actionnaires pour atténuer les asymétries des informations émanant ou circulant entre les différentes parties prenantes (Stackholders)<sup>1</sup>.

D'après Alvin. A et al, 2010 « L'audit est la collecte et l'évaluation des preuves et des informations afin de déterminer et de réaliser un rapport sur le degré de correspondance entre les informations établies. L'audit doit être effectué par une personne compétente et indépendante<sup>2</sup> ». L'audit conduit une démarche ou une méthodologie menée de façon cohérente par des professionnels utilisant un ensemble de techniques d'information et d'évaluation afin de porter un jugement motivé et indépendant, faisant référence à des normes sur l'évaluation, l'appréciation, la fiabilité ou l'efficacité des systèmes et procédures d'une organisation<sup>3</sup>. Il s'impose comme un contrôle sur tous les autres contrôles organisationnels dans le sens où (Cai Chun, 1997, page250), il mesure l'efficacité de tous les contrôles dans l'entreprise, ou toute autre institution.

**Figure 1 : Le nouveau parcours de l'audit**



**Source :** Mitonneau. H(2007), réussir l'audit des processus- un nouveau référentiel pour une nouvelle vision de l'audit, 2ème édition, Edition Afnor, France, page 4

<sup>1</sup> : Weill. M (2007), l'audit stratégique - qualité et efficacité des organisations, Edition AFNOR, Paris, page03.

<sup>2</sup> : Alvin A. Arens, Randal J. Elder, and Mark S. Beasley (2010), Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach, Thirteenth Edition., Prentice Hall. New Jersey, page 4

<sup>3</sup> : Collins. L, V. Gérard (1992), Audit et contrôle interne, Aspects financiers et stratégiques, Paris, Ed. DALLOZ, P. 22.

Des normes internationales et des chercheurs praticiens et académiques ont tenté d'expliquer la notion et la profession d'audit. La norme ISO9000<sup>1</sup>: l'audit est un processus méthodique indépendant et documenté permettant d'obtenir des preuves et de les évaluer de manière objective pour déterminer dans quelle mesure les critères d'audit sont satisfait.

Selon l'AAA (Association Américaine de Comptabilité) : L'audit est le processus qui consiste à réunir et à évaluer de manière objective et systématique les preuves relatives aux assertions visant des faits et des événements économiques. Ceci dans le but de garantir la correspondance entre les assertions et les critères admis pour communiquer les résultats des investigations aux utilisateurs intéressés.

Casta. J lui aussi a donné une définition claire à l'audit en englobant ses critères, démarche et référentiels: l'audit est l'examen d'une information par un professionnel indépendant utilisant une méthodologie spécifique d'investigation mise en œuvre par référence à des normes de travail dans le but d'émettre une opinion sur cette information. Similairement à cette définition, Henri Bouquin considère l'audit comme une activité qui applique en toute indépendance des procédures cohérentes et des normes d'examen en vue d'évaluer l'adéquation, la pertinence, la sécurité et les fonctionnements de toutes ou partie des actions menées dans une organisation par référence à des normes.

On retient, alors la définition générale donnée par Poisson Michel dans les années 1980 dans son article « *L'audit: un outil de progrès au service du secteur public* » et qui reste toujours valable : l'audit est l'examen professionnel d'informations par une tierce personne, autre que celle qui les prépare ou les utilise, dans l'intention d'établir leur véracité, et de faire un rapport sur le résultat de cet examen avec le désir d'augmenter l'utilité de l'information pour l'utilisateur<sup>2</sup>. Cette définition reprend les principaux critères de l'audit:

- Le caractère professionnel de l'examen se manifeste par une méthode, des techniques et des outils à utiliser dans le cadre de cette méthode ;
- La notion d'information est prise dans son expression la plus extensive : il peut s'agir d'informations financières, informations de gestion, informations techniques, information quantitatives ou qualitatives, ...

---

<sup>1</sup> : Mougin. Y (2008), Les nouvelles pratiques de l'audit management QSEDD, Edition AFNOR, Paris, page21

<sup>2</sup>: Poisson. M (1989), « L'audit: Un outil de progrès au service du secteur public» La Revue administrative, 42e Année, No. 250 (Juillet Aout) pp. 370-377, page 371

- L'opinion indépendante formulée par l'auditeur l'engage de façon personnelle. Cette opinion peut se traduire, par un simple jugement sur l'information ayant fait l'objet de l'examen, qui peut être complété par la formulation d'un certain nombre de recommandations. L'indépendance de l'auditeur n'est pas seulement dans l'expression de son opinion, mais aussi dans sa position par rapport à la direction générale de l'entreprise.
- L'expression d'une opinion et le déroulement de la mission devraient toujours se référer à des normes connues et acceptées de l'émetteur, des récepteurs et de l'auditeur. Parmi les critères de qualité les plus fréquemment utilisés, on peut citer, la régularité, la sincérité et l'efficacité.

## 2.2. Le rôle de la profession d'audit :

Lorsqu'on parle du rôle de l'audit, on parle de l'importance ou l'intérêt supposé être ou attendu de cette profession. L'auditeur a une mission particulière vis-à-vis non seulement de l'entreprise auditée, mais aussi des autres parties prenantes à savoir les actionnaires, l'état, les employés, les concurrents, les clients et fournisseurs, et l'ensemble des investisseurs potentiels. Il joue un rôle économique important en servant l'intérêt public. L'auditeur doit avoir un esprit curieux pour analyser les faits et pas un esprit soupçonneux pour viser les personnes, selon Re Kingston Cotton<sup>1</sup>. Conor O'Leary comme beaucoup d'autres chercheurs semble s'accorder sur ce qu'une profession d'audit doit offrir. Ils suscitent le fait que les auditeurs devraient émettre une opinion sur la performance de l'entreprise et sur ses états financiers pour une période donnée<sup>2</sup>.

Partant des théories qui ont traité l'offre et la demande de la profession d'audit, Wallace (1980) propose trois hypothèses pour expliquer son rôle primordial: l'hypothèse de surveillance, l'hypothèse de l'information et l'hypothèse d'assurance (Ittonen. K, 2010, page11).

L'hypothèse de l'assurance est basée sur le droit des investisseurs de poursuivre les auditeurs en cas de perte dépendante des états financiers déjà audités. Ceci accorde une

---

<sup>1</sup> : Ojo, Marianne (2006), "Eliminating the Audit Expectations Gap Myth or Reality?," February, MPRA Paper No. 232, posted 07, page2 [http://mpa.ub.uni-muenchen.de/232/1/MPRA\\_paper\\_232.pdf](http://mpa.ub.uni-muenchen.de/232/1/MPRA_paper_232.pdf)

<sup>2</sup> : Conor O'Leary, (1996),"Performance audits: could they become mandatory for public companies?", Managerial Auditing Journal, Vol. 11 Iss: 1 pp. 14 – 18, page15

valeur aux travaux de l'auditeur<sup>1</sup>. Car les utilisateurs des états financiers peuvent supporter des pertes dues à des anomalies significatives. La possibilité d'atténuer ces pertes est plus grande lorsque l'entreprise a un auditeur de bonne réputation (Weets. V, 1999, page7). C'est un mécanisme de contrôle qui fournit une assurance raisonnable à l'entreprise et protège donc les intérêts des actionnaires<sup>2</sup>. Les auditeurs prétendent avoir des poches profondes "deep pockets", ils assurent les managers et les actionnaires contre les conséquences des états financiers erronés.

Pour ce qui est de l'hypothèse de surveillance, un auditeur qualifié qui est un membre respecté de la société peut être en mesure de procéder à une fonction de surveillance (Hay, David and Davis, David, page 13). Cette hypothèse est bien déterminée dans le cadre de la théorie de l'agence lorsque le gestionnaire est soumis à une surveillance pour en rendre compte aux propriétaires. Par conséquent, la demande est créée pour un auditeur comme un moyen de réduire les coûts découlant de conflits d'intérêts entre les gestionnaires et les propriétaires<sup>3</sup>, étant donné que la capacité de surveillance de l'auditeur est évaluée par les actionnaires, les créanciers et les cadres supérieurs (Wallace, 1991).

L'hypothèse de l'information suppose que les auditeurs soient indispensables pour traiter les informations<sup>4</sup>. Selon C.H. Gary, l'audit est « un examen critique des informations fournies par l'entreprise ». Il permet de réduire les erreurs et les risques en examinant l'information disponible, et donc il contribue à l'amélioration de la fiabilité<sup>5</sup>. Par conséquent, cette hypothèse est complémentaire aux hypothèses de surveillance et d'assurance. L'American Institute of Certified Public Accountants (AICPA, 2003), œuvre pour explorer la façon de signaler l'information non financière, sa qualité, sa transparence, son utilité et sa fiabilité globale. Fama et Laffer (1971) évoquent trois principaux avantages de rôle de l'audit à travers l'hypothèse de l'information: la réduction des risques,

---

<sup>1</sup> : Chen. L, Hachey. K, Jhaveri. P, Perry. C(1994), "Menon & Williams: The Insurance Hypothesis and Market Prices", *The Accounting Review*, Vol. 69, No. 2 (April), pp. 327-342, page 327.

<sup>2</sup> : Li Dang (2004), *Assessing Actual Audit Quality*, A Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, Drexel University May, page 9

<sup>3</sup>: Modar .A, Husam A A(2010), "Putting Audit Approaches in Context: The Case of Business Risk Audits in Jordan», 14: 1–24 , page10

<sup>4</sup> : Gray. I, Manson. S (2007), *Audit Process: Principles Practice and Cases*, 4<sup>th</sup> edition, Isa Edition, Singapore , page 30

<sup>5</sup>: Wallace. W. A. (2004), "The economic role of the audit in free and regulated markets: a look back and a look forward", *Research in Accounting Regulation*, Volume 17, 267–298, page 278

l'amélioration de la prise de décision et les excédents des bénéfices commerciaux (Ittonen. K, 2010, page 7).

Les normes internationales appliquées garantissent une certaine qualité à l'information. Les auditeurs viennent renforcer la crédibilité des données, leur valeur informationnelle et leur utilité socio contractuelle. Le but de l'auditeur est de motiver les responsables à pratiquer les trois 3 R c'est à dire :

- Rechercher et chercher l'information exacte et réelle ;
- Reconnaître les preuves et les justifications d'anomalies et des dysfonctionnements ;
- Remédier aux faiblesses pour améliorer l'efficacité.

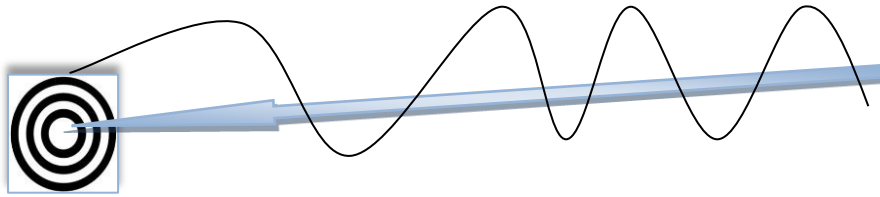
Malgré que les objectifs semblent être indéterminés (Dubuisson. S. T, 2009, page9) à cause des trois points relevés par Humphrey et Owen à savoir, le caractère indéterminé de la fonction d'audit, le statut de l'audit et l'évolution des techniques de travail, on est tenté de résumer le rôle de l'auditeur dans les points suivants qui consistent à :

- S'assurer que les décisions sont prises correctement et non pas de s'assurer qu'elles sont bonnes.
- Emettre une opinion indépendante au terme d'une vérification ;
- S'assurer la gestion de l'entreprise d'une façon rationnelle<sup>1</sup> ;
- Préserver et protéger les actifs de l'entreprise ;
- Attester de la qualité de l'information (Steel 1992) pour :
  - \_ Assurer de la sincérité et la fiabilité de l'information;
  - \_ Accroître l'utilité de l'information ;
  - \_ Fournir une bonne qualité d'information pour le marché ;
- Accroître le rendement des structures.

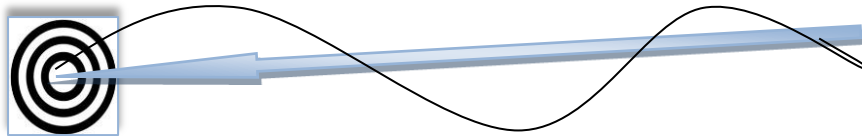
## Figure 2 : L'objectif de l'audit

---

<sup>1</sup> Dubuisson. S. T (2004), l'audit - gestion des risques, Edition la découverte, Belgique, page15.



**Quand le système est efficace, il atteint sa cible.**



**Quand le système est efficace, il atteint sa cible en réduisant son coût de fonctionnement.**

Source : Mougin. Y (2008), Les nouvelles pratiques de l'audit management QSEDD, Edition AFNOR, Paris, page38

Le schéma ci-dessus montre clairement la valeur ajoutée et le rôle d'un audit.

## **Section 02: Le positionnement de la profession d'audit**

Le positionnement de la profession d'audit se distingue en fonction de deux critères, premièrement, en fonction de son mode d'action, et deuxièmement, en fonction de sa nature des objectifs.

### **1. Le positionnement de la profession d'audit suivant le mode d'action**

On peut distinguer deux positions d'audit suivant le mode d'action et la situation de l'auditeur par apport à l'entité auditée, l'audit interne et l'audit externe. Dans le premier, la mission est menée par un professionnel extérieur à l'entreprise, dans le second, la mission est menée par un service fonctionnel de l'entreprise rattaché à sa direction générale.

### 1.1. L'audit interne (Internal audit)

L'audit interne a connu ses évolutions à l'échelle mondiale depuis 1941<sup>1</sup>. Sa première définition date de 1947, alors qu'il était limité aux seules opérations comptables. Les auditeurs internes effectuaient des travaux de contrôle, au sens où on l'entendait, mais sans disposer d'une large indépendance interne puisqu'ils sont membres à part entière de l'entreprise. Ils participaient aux travaux courants des auditeurs externes en représentant leurs « Petites mains ». Ils étaient considérés comme une extension de l'équipe de l'audit externe pour alléger les charges de l'entreprise (Renard. J, 2009, page 36).

L'audit interne dépasse à l'heure actuelle le cadre strictement comptable et financier. Il a évolué dans le sens où il est sollicité, parfois, à fournir une assurance et une activité de conseil centrée sur la gestion des risques, le contrôle et de gouvernance<sup>2</sup>. Il intervient à la demande de la direction générale pour examiner et analyser une ou plusieurs fonctions de l'entreprise qui peuvent être une préoccupation pour la direction générale. Il faut dire que l'opinion de l'auditeur, ses conclusions et ses recommandations devraient être objectives. Ce qui n'est pas toujours le cas pour l'auditeur interne qui agit dans le cadre des instructions de sa direction générale. Bien que, l'indépendance et l'objectivité sont primordiales pour la réalisation effective des objectifs de l'audit interne (Cai Chun, 1997, page 249).

L'indépendance si elle est l'essence même de l'audit, elle demeure limitée pour l'auditeur interne du fait d'être rattaché à la direction générale. Pour offrir plus d'indépendance à l'auditeur, le conseil d'administration préconise la création d'un comité d'audit<sup>3</sup>, qui grâce au travail de l'auditeur interne, veillera aux intérêts des parties prenantes.

Il n'y a pas d'audit interne et plus généralement d'audit sans les dispositifs de contrôle interne (Bertin. É, 2007, page 21). En fonction de la complexité croissante des systèmes d'information, des activités de l'entreprise et des systèmes comptables, et dans la mesure où il est impossible de vérifier systématiquement toutes les opérations réalisées par une

---

<sup>1</sup> : Cai Chun (1997), "On the functions and objectives of internal audit and their underlying conditions", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 12 Iss: 4 pp. 247 – 250, page 247

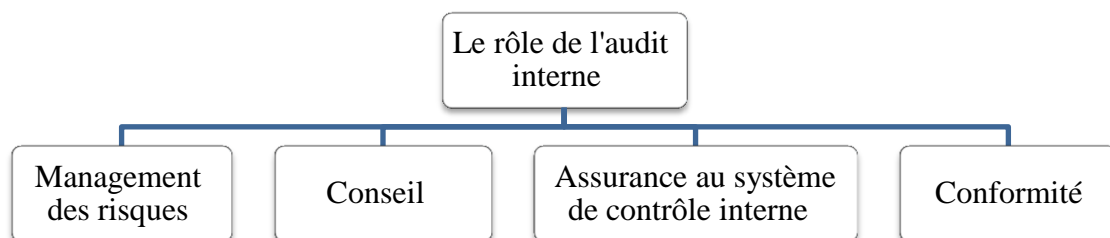
<sup>2</sup> : Internal Auditing (2002) *Distance Learning Module*, Institute of Internal Auditors UK&Ireland.

<sup>3</sup> : *Le comité d'audit, qui est un autre acteur-clé de la gouvernance, est défini comme un corps consultatif émanant du conseil d'administration. Ce comité d'audit protège les intérêts des parties prenantes de l'entreprise, en surveillant les actions des dirigeants et des opérationnels en termes de reporting financier, de management des risques et de contrôle interne. Le comité d'audit doit non seulement protéger l'indépendance de l'audit interne et de l'audit externe, mais aussi adopter une vision intégrée de la fonction d'audit et veiller à la coordination entre audit interne et audit externe.*

entreprise, les auditeurs doivent généralement s'appuyer sur le système de contrôle interne de l'entreprise.

Selon l'IFACI<sup>1</sup>: « L'audit interne est une activité indépendante et objective qui donne à une organisation, grâce à ses constats et diagnostics une assurance sur le degré de maîtrise de ses opérations. Il lui apporte ses conseils pour les améliorer et contribue à l'accroissement de sa performance. Il aide l'organisation à atteindre ses objectifs en évaluant, par une approche systématique et méthodique, ses processus de management des risques, ses contrôles de gestion et de pilotage et en lui préconisant des propositions pour renforcer leur efficacité ». Similairement, pour l'IIA, L'audit interne est une fonction d'évaluation indépendante au sein d'une organisation afin d'examiner et d'évaluer ses activités en tant que service de l'organisation. Une approche multidisciplinaire offre la souplesse nécessaire pour manipuler le côté opérationnel (Pickett, K. H. Et al, 2003, page 12). Il se voit assigner aujourd'hui le rôle d'aide à la création de valeur. IIA indique aussi que l'audit interne examine la fiabilité et l'intégrité de l'information, la conformité aux politiques et règlements, et la protection des actifs, l'utilisation efficace des ressources et l'établissement des buts et des objectifs opérationnels englobant les activités financières, opérationnelles, de marketing, des systèmes de production, et des ressources humaines...<sup>2</sup>.

Figure 3 : Les activités de l'audit interne



**Source** : Zeleke. B(2007), « A Study on Effective Implementation of Internal Audit Function to Promote Good Governance in the Public Sector”, Ethiopian Civil Service College Research, Publication & Consultancy Coordination Office April, page 4

<sup>1</sup> : The Institute of Internal Auditors (2004) ; Normes internationales pour la pratique professionnelle de l'audit interne ; Etat Unis, page01

<sup>2</sup> : O'Regan. D (2003), International Auditing: Practical Resource Guide [Hardcover], Wiley; 1 Edition, new jersey, page 5-6



L'audit interne est conseillé à toute l'organisation, parce que les managers ne sont pas en mesure de faire preuve de discernement optimum dans la conduite de leurs affaires. Il permet de prendre conscience de temps à autre des changements de l'environnement des affaires et de l'obsolescence des pratiques de travail. Il détecte les pistes de progrès qui permettent d'être toujours en prise directe avec l'environnement et de répondre aux attentes de ce dernier avec le maximum d'efficacité et d'efficience (Mougin. Y, 2008, page 33). C'est pourquoi, l'auditeur interne est considéré comme un catalyseur de changement, en aidant l'organisation à faire face aux difficultés de l'évolution de son l'environnement<sup>1</sup>.

Dans le processus de collecte des données qui sert à comprendre et évaluer les risques, les auditeurs internes développent leurs compétences pour une amélioration extrêmement bénéfique au profit de leurs organisations (Pickett, K. H et al, 2003, page741). L'auditeur interne porte donc généralement une « double casquette » correspondant aux deux dimensions de son activité : celle du contrôle de conformité (audit-contrôle), et celle de l'efficacité et du conseil managérial (audit-conseil). L'auditeur coordonne ses activités avec les autres activités de contrôle de l'organisation, comme, le contrôle de gestion, l'audit externe, l'hygiène et sécurité, et ainsi de suite. Cela permettrait de réduire les doubles emplois et d'assurer une meilleure réflexion.

Aujourd'hui, la plupart des grandes organisations mènent une certaine forme de vérification de la performance par le biais de leurs services d'audit interne. Si les auditeurs internes sont en position idéale pour assurer l'efficacité et l'efficience du management, toutefois, par définition, ils ne peuvent pas prétendre à réaliser leurs activités en toute objectivité. L'alternative idéale est bien sûr de s'adresser aux auditeurs externes pour s'en assurer plus de crédibilité et d'objectivité (Conor. O, 1996, page16) quant aux travaux de contrôle attendus.

## **1.2. L'audit externe (External audit)**

Au deuxième siècle, les propriétaires déléguaient leurs activités de contrôle de l'entreprise à d'autres agents pour se prémunir contre les risques d'erreur, d'omissions ou de fraude. Cette première façon de réagir des propriétaires a donné lieu à la naissance de la profession de l'audit externe, cette profession d'audit s'est imposée comme étant l'un des principaux mécanismes de contrôle officiellement destiné à produire de la transparence.

---

<sup>1</sup> : Griffiths. P (2005), risk base auditing , TJ International Ltd, Great Britain, page 8-9

L'auditeur externe est un professionnel qui se caractérise par sa totale indépendance vis-à-vis des organisations pour lesquelles il est chargé de réaliser une mission d'audit. Il peut se faire confier deux types de missions distinctes (Dubuisson S. T, 2009, page 20) : l'audit légal ou l'audit contractuel. Les auditeurs externes supportent donc une responsabilité relativement étendue quant aux conséquences de leur opinion exprimée sur les résultats de leur mission.

### **1.2.1. L'audit légal (Statutory audit)**

L'apparition de l'audit légal remonte au milieu du XIXe siècle (Power, 1999, pp.16-17). L'audit légal qu'on appelle aussi le commissariat aux comptes tire sa légalité du fait que l'activité de l'auditeur est exercée dans un cadre légal prédéfini et obligatoire<sup>1</sup>. C'est un audit de conformité et non pas un audit stratégique.

L'objectif essentiel des commissaires aux comptes d'une entreprise est de certifier, et s'assurer que les comptes annuels sont réguliers et sincères et donnent une image fidèle du résultat des opérations de l'exercice écoulé ainsi que de la situation financière et du patrimoine de la société à la date de clôture de cet exercice<sup>2</sup>. La régularité est la conformité aux règles et aux procédures en vigueur. La sincérité est l'application de bonne foi de ces règles et procédures en fonction de la connaissance que les responsables des comptes doivent normalement avoir de la réalité et de l'importance des opérations, des événements et situations<sup>3</sup>. "Le commissaire se réfère et s'en tient à la loi, toute la loi, rien que la loi. Tout ce qu'elle prévoit, il le fait, ce qu'elle n'envisage pas, il n'y touche pas", rappelle René Ricol. "Le commissaire aux comptes n'est ni un stratège, ni un conjoncturiste. Sa mission consiste dans l'appréciation des faits retracés dans les comptes. Et il n'a pas à s'ingérer dans la gestion de l'entreprise", Philippe Ausseur de chez Ernst and Young. Néanmoins, la mission légale ne peut exclure certaines observations d'opportunité (Cuzacq Nicolas, 2008, Page 42)

L'auditeur externe et particulièrement les commissaires aux comptes expriment leur opinion dans le cadre d'un rapport normalisé. Ce rapport d'audit s'adresse en priorité aux

---

<sup>1</sup> : Ebondo. E. W. M (2006); Organisation et méthodologie de l'audit interne ; Édition Groupe Eyrolles ; Marseille ; page18.

<sup>2</sup> : Guenin. H (10 Septembre 2008), « Le travail réel des auditeurs légaux », Thèse Doctorat En Sciences De Gestion, Ecole Des Hautes Etudes Commerciales De Paris, Page 34

<sup>3</sup> : Colasse. B (2012), Les fondements de la comptabilité, La Découverte « Repères », p. 87

actionnaires (en tant que mandants), mais aussi aux tiers susceptibles d'être intéressés par la lecture des états financiers de la société auditée (Finet. A, 2005, pages172).

Un autre type d'audit légal existe déjà dans les pays occidentaux, c'est l'audit sociétal légal. Il permet de remédier à une situation de l'entreprise en rendant l'information sociétale crédible<sup>1</sup>. On a cité l'audit sociétal juste à titre d'exemple. Il existe d'autres audits qui puissent rentrer sous l'angle de la légalité.

### **1.2.2. L'audit contractuel (Contract audit)**

L'audit est juxtaposé à d'autres séries de fonctions, y compris la responsabilité sociétale des entreprises, la gouvernance d'entreprise et le management des risques (Ian Fraser, Chris Pong, 2009, page 105). L'auditeur externe intervient aussi, en fonction de la nature des objectifs assignés à la mission d'audit contractuel (Elisabeth Bertin, page 18) qui est définie par le client lui-même. Généralement ce genre d'audit est réalisé à des fins bien déterminées et plus spécialisés, ainsi qu'à des fins stratégiques plus que de conformité<sup>2</sup>.

L'audit externe contractuel est une amélioration de la qualité du produit de la profession d'audit. Il peut être défini comme un examen effectué par un professionnel indépendant pour exprimer une opinion sur la performance financière et non financière d'une organisation aux besoins des utilisateurs externes. Cette définition est développée à partir de celle proposée par Churchill et Cyert (1966, p. 39)<sup>3</sup> qui considère que l'audit externe est un procédé d'intervention chez les clients. Il consiste à évaluer d'un point de vue impartial, et extérieur, un secteur que l'entreprise n'estime pas optimal. Après un examen approfondi de la situation, ces auditeurs font des recommandations pour améliorer le secteur observé. Par exemple audit des systèmes d'information, audit d'acquisition, audit juridique, audit social ....

---

<sup>1</sup> : Combemale. M et Igalens. J (2012), L'audit social, P.U.F. « Que sais-je ? », p. 13

<sup>2</sup> : Innes. J, Robert A. Lyon, (1994), "A Simulated Lending Decision with External Management Audit Reports", Accounting, Auditing & Accountability Journal, Vol. 7 Iss: 4 pp. 73 – 93, page 89

<sup>3</sup>: Churchill, M.C. and Cyert, R.M. (1966), "An Experiment in Management Audit", The Journal of Accountancy, February, pp. 39-43

### 1.3. Les points de convergence et de divergence entre l'audit interne et l'audit externe

L'audit interne et l'audit externe sont deux fonctions complémentaires. L'installation d'un service d'audit interne au sein de l'organisation n'exclut pas la nécessité de confier une mission à un auditeur externe. Avoir une relation contractuelle avec un auditeur externe n'exclut pas l'importance et la valeur d'un audit interne à l'organisation.

L'évaluation et l'appréciation du contrôle interne constituent un point de convergence majeur dans le cadre d'une mission d'audit financier, axée sur la fiabilité des informations financières et la protection des actifs matériels, humains et financiers. L'auditeur interne doit s'assurer, autant que l'auditeur externe, que les procédures de contrôle interne sont efficaces (Frinet .a, 2005, page 171).

L'auditeur externe est particulièrement attentif aux travaux de l'auditeur interne, il apprécie, en premier lieu, leurs rapports et plus encore, il s'inspire, entre autres pour :

- Orienter des travaux de contrôle ;
- Comprendre le système de contrôle interne (SCI).
- planifier sa mission.

L'auditeur externe, lorsqu'il intervient, fait *l'audit de l'audit* en évaluant

- Le statut organisationnel de l'audit interne ;
- Le scope de la fonction d'audit interne ;
- La compétence et les techniques utilisées par l'auditeur interne et son équipe.

*« When that external auditor intends to use specific work of internal auditing, the external auditor should evaluate and perform audit procedures on that work to confirm its adequacy for external auditor's purposes »<sup>1</sup>.*

La connaissance des auditeurs externes des activités du client est raisonnable, mais certainement pas aussi approfondie que celle des auditeurs internes. Par conséquent, si les auditeurs externes légaux réalisent les tâches de l'auditeur interne, on soulève un deuxième problème du coût d'audit (Institute of Internal Auditors report, page13).

---

<sup>1</sup> : Puttick. G, S. v Esch, S. D. Van Esch, S. P. Kana (2007), The Principles and Practice of Auditing, ninth edition, Cape Town, page 491

**Tableau 2 : Les différences entre audit interne et audit financier et comptable légal**

<b>Audit interne</b>	<b>Audit externe (audit financier et comptable légal)</b>
Un fonctionnaire de l'organisation	Nommé par les actionnaires
Pas d'obligations légales	Obligations légales
Exercer des tâches pour aider les managers à atteindre les objectifs de l'organisation	Fournir un avis sur les rapports financiers conformément aux normes lois et règlements
Examiner les comptes comptables et les états financiers n'est qu'une partie de son travail	Appeler à exercer des fonctions autre que l'audit financier et comptable selon la demande de l'organisation
Améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources économiques	Seulement impliqué dans le système de contrôle interne relatif au système comptable et financier
Indépendant du management et dépendant hiérarchiquement et directement de la direction générale	L'indépendance est une exigence légale et dépend des normes éthiques
Activité continue durant toute l'année	Activité annuelle, avec des contrôles qui peuvent être semestriels ou trimestriels

**Source:** Trenerry. A (1999), Principles of Internal Control, UNSW Press, Australia, page272

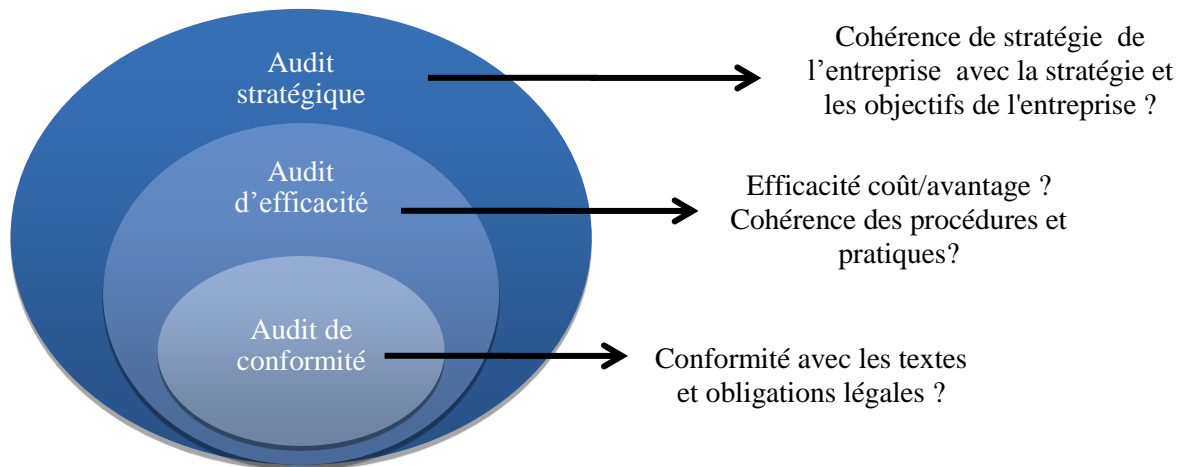
## **2. Le positionnement de la profession d'audit suivant la nature des objectifs**

L'étendue de la mission se reconnaît en générale en fonction des objectifs fixés par le client. C'est à partir de là que l'orientation, la programmation et la planification de la mission sont définies

## 2.1. Des audits selon le niveau d'intervention

L'audit peut être réalisé sur trois niveaux avec des objectifs distincts :

Figure 4 : Les trois types d'audit et leurs objectifs



Source: Bertin É, (2007), *Audit interne -Enjeux et pratiques à l'international*, Édition Eyrolles, Paris, page278.

### 2.1.1. Le premier niveau

Le premier niveau est le niveau de conformité, il s'agit de l'approche traditionnelle d'audit, son développement s'est accéléré dans les années 1920 aux Etats-Unis, avec la croissance rapide des opérations boursières puis comme conséquence de la crise de 1929 (*Wall Street Crash of 1929*<sup>1</sup>).

Cette approche reste toujours très importante et nécessaire dans les missions d'audit plus précisément dans les audits légaux. Elle permet d'assurer que tous les dispositifs mis en place pour l'application des règles internes de l'entreprise, procédures, descriptions de poste, organigrammes, systèmes d'information et de la réglementation externes en matière de sécurité, sont appliqués et fonctionnent parfaitement (Renard J, 2010, page59). C'est le

<sup>1</sup> : *Wall Street Crash of 1929* was the most devastating stock market crash in the history of the United States, when taking into consideration the full extent and duration of its fallout. [http://en.wikipedia.org/wiki/Wall\\_Street\\_Crash\\_of\\_1929\\_-\\_cite\\_note-1](http://en.wikipedia.org/wiki/Wall_Street_Crash_of_1929_-_cite_note-1) In the days leading up to the crash, the market was severely unstable. Periods of selling and high volumes of trading were interspersed with brief periods of rising prices and recovery

fait de « comparer la réalité au référentiel proposé » (Renard J, 2006, page27). Il consiste notamment à contrôler <sup>1</sup>:

- Les procédures garantissant l'utilisation des ressources financières conformément à leur but.
- L'existence et le respect des procédures destinées à garantir que les marchés publics soient attribués sur une base concurrentielle.
- L'exécution des budgets.

Les contrôles de conformité sont essentiels pour identifier les faiblesses du système et procédures appliquées et d'assurer la sécurité du personnel et de l'environnement de l'entreprise. Un audit de conformité bien mené permet également de réduire les risques de non-conformité avec la réglementation, et d'identifier les domaines, les services, et les points à améliorer.

### 2.1.2. Le deuxième niveau

Le deuxième niveau, qui est apparu dans les années 1980 (Weill. M, 2011, page38), est l'audit d'efficacité. La complexité des systèmes et l'évolution rapide des motivations individuelles dépassent les limites du contrôle de conformité face aux procédures établies. Les effets qui en découlent, engendrent une inquiétude générale affectant le moral des professionnels et la confiance accordée aux services publics (Power. M 2005, page14). À cet effet, l'audit d'efficacité permet d'évaluer l'efficacité de type coût/ avantage en matière d'allocation des ressources et des compétences. Ce niveau comprend en lui-même l'audit de conformité. Il vise à répondre à deux questions :

- Les résultats obtenus sont-ils conformes aux objectifs fixés ?
- Les résultats ont-ils été obtenus au moindre coût ?

L'audit d'efficacité englobe à la fois les notions d'efficacité et d'efficience. C'est pourquoi il serait plus cohérent de parler d'audit de performance. Selon Morse. H: « L'audit de performance et celui de l'économie, de l'efficacité et de l'efficience d'une fonction d'une organisation » (Conor. O, 1996, page14).

---

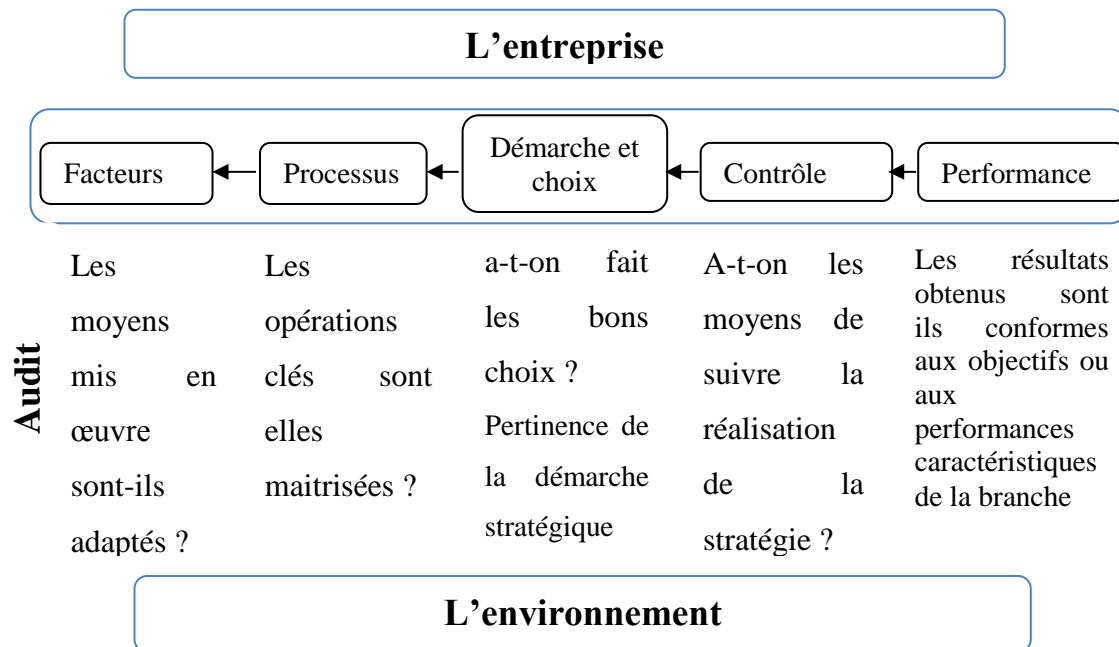
<sup>1</sup> : Audit interne au niveau local et régional, conseil de l'Europe, page 20, <https://wcd.coe.int/com.instranet.InstraServlet?command=com.instranet.CmdBlobGet&InstranetImage=1160512&SecMode=1&DocId=1338374&Usage=2>

- Economie : c'est l'acquisition de ressources en qualité appropriée au coût le plus bas possible.
- Efficience : rapport entre les biens et services produits d'une part et les ressources utilisées d'autre part. C'est « *doing the things right* ».
- Efficacité : C'est « *doing the right things* ». Faire le mieux possible, exige la meilleure des qualités quant aux connaissances (le savoir), aux techniques (le savoir-faire), aux comportements (le savoir-être) et à la communication (le faire savoir)<sup>1</sup>.

### 2.1.3. Le troisième niveau :

Le troisième niveau est l'audit stratégique. L'auditeur, à ce niveau, étudie la stratégie de l'organisation et son opérationnalisation concrète. Il procède à l'analyse des différentes phases du processus de planification stratégique et en particulier examine les modalités de suivi et d'évaluation permettant l'adéquation des politiques générales (Bertin. É., 2007, page 278).

Figure 5 : L'audit stratégique



Source : Weill. M(2011), l'audit stratégique-qualité et efficacité des organisations, Edition AFNOR, page42

<sup>1</sup> : Renard. J(2004), Théorie et pratique de l'audit interne, Sixième édition, Edition d'organisation, page28



L'audit stratégique et celui des performances rapportées aux choix stratégiques (référentiel interne) et à l'environnement (référentiel externe). Il a pour objet de répondre aux questions exposées dans la figure n°5.

Tout ce qui est développé en matière des niveaux d'audit est mentionné dans le tableau récapitulatif n°3.

**Tableau 3 : Les niveaux de l'audit dans les organisations**

	Les trois formes d'audit		
Quatre critères	De situation	De fonctionnement	D'anticipation
Temps observé	De Passé ou présent	Du présent à l'immédiat	l'immédiat au futur
Constituantes de référentiel	Normes, règles, résultats	Budget, objectif, programme	Causes et effets des décisions
Finalités principales	Certification	Performance et maîtrise	Pilotage et stratégie
Niveau hiérarchique, impliqué dans l'entité auditée	Tactique, exécution	Gestion, stratégie	Management gouvernance
Autres appellations de l'audit	Révision, conformité, audit comptable	Efficacité, efficience, performance,	Projet, management des risques, intégral stratégique

Source : Cappelletti L (2007), « L'audit et le contrôle au centre de l'éthique d'entreprise », Économie Et Management I n° 123 I Avril, page7

## 2.2. Des audits selon l'objet d'intervention

Hayes (1999) atteste de la multiplicité des services que les auditeurs sont appelés à fournir aux entreprises. Les auditeurs devront garantir la crédibilité des informations qualitatives, des systèmes d'information, des processus des entités et de leurs performances» (Thierry-Dubuisson. S, 2009, p. 93). Le champ de l'audit s'élargit, il s'ouvre maintenant à tous les processus clés de l'entreprise. Il s'étend à un immense domaine d'investigation et donne une nouvelle richesse dans la formulation des conclusions produites pour l'entreprise. Chaque domaine d'investigation est différent de l'autre, a ses propres spécificités et objectifs, mais la démarche de l'audit reste toujours la même.

### 2.2.1. Audit comptable et financier

L'audit comptable et financier s'effectue par un examen systématique des éléments probants concernant les informations financières. Les éléments probants sont définis comme toute information utilisée par l'auditeur pour déterminer si elle est formulée correctement et conformément aux principes comptables généralement reconnus.

Selon la norme ISA 200<sup>1</sup> : « L'objectif en matière d'audit financier est de donner une opinion selon laquelle les états financiers ont été établis dans tous leurs aspects significatifs conformément aux référentiels comptables applicables ».

### 2.2.2. Audit opérationnel

La performance ne peut être mesurée dans cet environnement simplement en comparant les excédents ou les déficits du département. Autres Considérations peuvent souvent affecter fortement les résultats (Conor O'Leary, 1996, page 16). L'objet de l'audit opérationnel est plus large que celui de l'audit financier. Il consiste à juger la manière dont les objectifs sont fixés et atteints, ainsi, à maîtriser les risques qui pèsent éventuellement sur la capacité de l'entreprise ou d'une entité à définir des objectifs pertinents et à les atteindre, et à apprécier leur opportunité<sup>2</sup>. Les audits opérationnels sont généralement réalisés par des cabinets d'audit et de conseil (Poisson. M, 1989, page371), regroupant des compétences très diverses, en matière financière et comptable, mais également en organisation, en gestion, en informatique, en ressources humaines.... D'après Bouquin. H 1997 : « L'audit opérationnel se concentre sur l'évaluation des dispositifs organisationnels visant l'efficience et l'efficacité des choix effectués par l'entreprise à tous les niveaux de son organisation et l'évaluation des résultats obtenus de ces dispositifs »<sup>3</sup>. Il s'agit d'un audit de l'efficacité des opérations, qui ne s'applique qu'à quelque aspect de l'organisation et de son activité<sup>4</sup>, H. Ellesworth et J. Morse (1971)

---

<sup>1</sup> : Hamizaoui. M (2005), audit - gestion des risques d'entreprise et contrôle interne, édition la source d'OR, France, page200.

<sup>2</sup> : Bécour. J. C, Bouquin. H (2008), audit opérationnel, entrepreneuriat, gouvernance et performance, 3ème édition, édition Economica, paris, page13

<sup>3</sup> : Robert Le Daff (1999), Encyclopédie de gestion et de management, Edition DALLOZ, Paris. .

<sup>4</sup> : Simon. Y. P. Joffre– encyclopédie de gestion –. TOME3

### 2.2.3. L'audit de la responsabilité sociétale des entreprises

L'ouverture des frontières et l'apparition des normes internationales sociales et éthiques ont fait de l'audit social une discipline et une démarche de plus en plus sollicitée. L'audit social était en premier lieu un audit de gestion des ressources humaines, il devient également un audit de la responsabilité sociale des entreprises (Combemale M, Igalens J, 2005)<sup>1</sup>. Son rôle spécifique doit être examiné dans le contexte d'affaires de l'organisation et de sa nature. Le but ultime de l'audit social est de faire une organisation plus transparente et responsable<sup>2</sup>. L'approche d'audit social fondée sur les risques vise à<sup>3</sup>:

- Vérifier l'exactitude de tous les comptes sociaux produits par l'entreprise.
- Évaluer l'impact des rapports sociaux établis par la société.
- Contribuer directement à aider l'entreprise à réaliser ses objectifs de performance communautaire, environnementale et sociale.
- Minimiser tout impact social indésirable sur l'organisation.
- Evaluer les indicateurs qualitatifs et quantitatifs en parallèle: Certains des indicateurs sociaux les plus importants sont qualitatifs plutôt que quantitatifs et ceux-ci peuvent être vérifiés

### 2.2.4. L'audit des systèmes d'information

Le nouveau challenge de management, aujourd'hui, consiste au suivi, à l'audit et au contrôle de l'activité dans des dispositifs informatiques interconnectés. La sécurité doit être intégrée dans tous les aspects des systèmes et des environnements<sup>4</sup>. La définition de l'utilisation d'une piste d'audit a évolué au fil du temps pour refléter l'escalade et la prolifération des systèmes et des réseaux informatiques.

L'auditeur chargé de l'audit des systèmes d'informations est, non pas un auditeur ayant appris l'informatique, mais nécessairement un informaticien formé à la méthodologie et aux outils d'audit, cet auditeur exerce son talent dans 4 quatre axes fondamentaux :

---

<sup>1</sup> : Combemale M, Igalens J. (2005), L'audit social, Presses Universitaires, France

<sup>2</sup>: Gao S, Zhang J. (2001), «A comparative study of stakeholder engagement approaches in social auditing», in Andriof, J. and McIntosh M. (Eds), Perspectives on Corporate Citizenship, Greenleaf Publishing, Sheffield, page 731

<sup>3</sup>: Fekih. N (2012), « Le risque au centre de la mission d'audit social », 14ème Université de Printemps IAS Oran, p.p.255-264, page 263

<sup>4</sup> : Allinson. C(2001), Information Systems Audit Trails in Legal Proceedings as Evidence Computers & Security Vol.20, No.5, pp.409-421, Page411

1. L'audit des centres informatiques, et pas seulement les centres informatiques de gestion mais également l'informatique industrielle, l'informatique de « *process* » comme disent les Anglo-Saxons, c'est-à-dire celle qui concourt la fabrication automatisée. Bref partout où il y a du *hardware*, il y a matière à audit.

2. L'audit de la bureautique dans tout son étendu, sa diversité et sa complexité.

3. L'audit des réseaux informatiques, nécessaire complément des deux premiers axes, exige de la part des auditeurs un niveau de compétence technique assez élevé.

4. L'audit des systèmes en exploitation et des logiciels applicatifs.

Là comme ailleurs, l'auditeur n'est pas celui qui « fait les choses », mais c'est celui qui « regarde comment les choses sont faites » (Renard. J , 2010, page 44).

Un audit du système d'information (SI) couvre les objectifs suivants<sup>1</sup> :

- L'examen de la fiabilité et de l'intégrité de l'information produite;
- La revue des systèmes mis en place pour assurer la conformité avec les politiques organisationnelles, les plans et les procédures et les lois et règlements en vigueur;
- L'examen et l'assurance de la sécurité des installations informatiques, des logiciels et des données;
- L'évaluation de l'efficience et l'efficacité avec des systèmes d'information des hardwares, des softwares et des compétences du personnel chargé de les utiliser;
- L'examen des programmes relatifs à des systèmes d'information afin de vérifier si les résultats sont conformes aux buts et aux objectifs fixés.

### 2.2.5. L'audit marketing

L'audit marketing est développé en parallèle avec l'émergence d'analyse de la productivité du marketing aux USA. Il est défini comme un examen systématique, critique et impartial de l'ensemble des opérations de marketing, des objectifs fondamentaux et des politiques, des méthodes, des procédures, et du personnel de l'organisation<sup>2</sup>. C'est un outil par lequel l'organisation revoit son approche stratégique.

---

<sup>1</sup> : Collier. P, Dixon R, (1995), "The evaluation and audit of management information systems", Managerial Auditing Journal, Vol. 10 Iss: 7 pp. 25 – 32, page 28

<sup>2</sup> : Morgan. N.A Clark. B H, Gooner. R(2002), "Marketing productivity, marketing audits, and systems for marketing performance assessment Integrating multiple perspectives", Journal of Business Research 55 363–375, page 365

L'audit marketing doit s'orienter dans trois directions pour le contrôle des objectifs (Henri Bouquin et al, 2008, page 179) :

- L'examen des processus de détermination des objectifs du marketing ;
- L'analyse des motivations des responsables du marketing à privilégier le système de gestion choisi ;
- L'étude des processus et des procédures de l'appréciation des évolutions de suivi.

Selon Michael Baker l'audit marketing est considéré comme une méthode d'évaluation du processus de planification stratégique, servant à proposer une série de recommandations à la suite des leçons apprises (Baker, 2008) <sup>1</sup>. Le rôle de l'audit marketing est essentiellement, l'analyse des choix des clients. Cette analyse se concentre sur la surveillance du profil des clients et la satisfaction du client<sup>2</sup>. Ses fonctions s'étendent aux domaines de la publicité ou de la tarification. Il s'interroge également sur le choix de l'organisation de sa position sur le marché qui sera dictée par des impératifs plus larges de la stratégie de l'entreprise<sup>3</sup>. Conduire un audit marketing, c'est analyser et évaluer les principaux facteurs influençant la mise en œuvre de la stratégie marketing de l'entreprise.

### **Section 03 : Les normes et les règles structurant l'audit**

#### **1. Les normes de travail d'audit**

Les responsabilités des auditeurs sont à auditer une organisation selon les normes d'audit (Hayes et al, 2005)<sup>4</sup>. Le référentiel est défini par Joras comme « L'ensemble des prescriptions (normes, objectifs, paradigmes, modèles, directives) s'imposant à une organisation ou retenu par elle et auxquelles l'auditeur va se référer pour comparer ce qu'il va constater à ce qui devrait être <sup>5</sup>». Dans un article sur la normalisation, Mignot et Penan (1995), parlent d'un référentiel normatif comme étant « Un ensemble fini de normes

---

<sup>1</sup>: Baker, M.(2008), The Strategic Marketing Plan Audit, Cambridge Strategy Publication Ltd

<sup>2</sup>: Radulescu a V, Cetina I ( 2012 ), "Customer analysis, defining component of marketing audit", Procedia - Social and Behavioral Sciences 62 308 – 312, page309

<sup>3</sup>: Brownlie D (1996), "The conduct of marketing audits: A Critical Review and Commentary", Volume 25, Issue 1, January, Pages 11-22, page12

<sup>4</sup>: Hayes, R., Dassen, R., Schilder, A. and Wallage, P. (2005), Principles of Auditing: An Introduction to International Standards on Auditing, Prentice-Hall, Harlow.

<sup>5</sup>: Joras M (1996), Les fondamentaux de l'audit. 2<sup>ème</sup> édition, Editions Préventique, , p9.

décrivant le savoir-faire de l'entreprise (...) et une occasion d'exploiter les compétences de chacun, de les rendre accessibles et utilisables pour les autres membres du collectif<sup>1</sup> ».

## 1. 1. Les règles structurant la profession d'audit

Aux États-Unis et en France, des lois ont été votées pour structurer et organiser la profession d'audit citant la loi LSF en France, et la loi (SOX) aux États-Unis.

### 1.1.1. La loi Sarbanes – Oxley ou (SOX):

Au cours de l'année 2002, le Congrès Américain a décidé qu'il était temps de faire le ménage des entreprises. En Juillet 2002, il a adopté la Réforme de la Comptabilité des entreprises Publiques et de la protection des investisseurs "Public Company Accounting Reform and Investor Protection Act", populairement connu comme la loi Sarbanes-Oxley ou SOX<sup>2</sup>, Votée par le Congrès et ratifiée par le président Bush le 30 du même mois, la loi Sarbanes-Oxley constitue la plus importante réforme depuis la crise des années 30.

La loi Sarbanes-Oxley de 2002 (SOX) exige également aux entreprises d'indiquer si leurs directions font une expertise sur le comité d'audit et, si non, pourquoi pas<sup>3</sup>.

*La loi Sarbanes-Oxley a été adoptée dans la foulée du scandale Enron<sup>4</sup>. Elle impose à toutes les entreprises cotées aux États-Unis de présenter à la commission américaine des opérations de bourse (SEC<sup>5</sup>) des comptes certifiés personnellement par leur dirigeant. Cette loi concerne aussi les 1300 groupes européens ayant des intérêts aux États-Unis.*

---

<sup>1</sup>: Rousseau. C (2001), « Intérêts et limites de l'audit de sécurité », Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N°184, 3e trimestre, page 71

<sup>2</sup>: Bainbridge. S. M(2008), The New Corporate Governance in Theory and Practice, Oxford University Press, New York, page177

<sup>3</sup>: Kieffroy. F. S, Paredes. A. (2010), Perspectives on corporate governance , Cambridge University Press, New York, page62

<sup>4</sup>: *Enron fut l'une des plus grandes entreprises américaines par sa capitalisation boursière. Outre ses activités propres dans le gaz naturel, cette société texane avait monté un système de courtage par lequel elle achetait et revendait de l'électricité, notamment au réseau des distributeurs de courant de l'État de Californie. En décembre 2001, elle fit faillite en raison des pertes occasionnées par ses opérations spéculatives sur le marché de l'électricité, qui avaient été maquillées en bénéfiques via des manipulations comptables. Cette faillite entraîna dans son sillage celle d'Arthur Andersen, qui auditait ses comptes. Elle faisait partie des grands réseaux mondiaux d'audit financier et comptable, appelés aussi à l'époque Big Five. Elle fut démantelée en 2002 à la suite du scandale Enron. Il ne reste désormais plus qu'une petite structure à Chicago chargée d'apurer les conflits juridiques existants et de sa propre liquidation.*

<sup>5</sup> : SEC: Security and Exchange Commission. C'est en 1934, sous l'administration Roosevelt, que la Securities and Exchange Commission (SEC) commença ses activités, sous la direction de Joseph Kennedy, père de John F. Kennedy. Créée en vertu du Securities Exchange Act (1934), un an après le Securities Act (1933), la SEC aura pour mandat principal de voir à ce que les entreprises agissent de manière responsable vis-à-vis des actionnaires, notamment en leur donnant accès à des informations

*Elle rend donc les dirigeants pénalement responsables des comptes publiés, et surtout, renforce l'indépendance des auditeurs à la pression dont ils peuvent être l'objet de la part des dirigeants de l'entreprise (Dubuisson. T.S, 2004, page16).*

La loi SOX est conçue pour rassurer les actionnaires que leurs investissements sont protégés contre les scandales. À cette fin, la loi énonce des directives obligeant les entreprises à fournir aux investisseurs toutes les informations dont ils ont besoin pour la prise des bonnes décisions. C'est pourquoi la loi SOX a été écrite avec l'esprit de trois grands principes: l'intégrité et la responsabilité des dirigeants, l'indépendance des organes vérificateurs, et, la fiabilité et l'exactitude des informations. Elle vise:

- À assurer l'intégrité des accords financiers, pour qu'ils soient complets et représentatifs. En obligeant les entreprises à présenter toutes les informations financières pertinentes, sans exception, elle vise à éliminer les fraudes et les informations erronées.
- À assurer que l'information qui est rapportée est fiable exacte et précise.
- À créer un système dans lequel les comportements corrompus sont prévenus et détectés.

Les dispositions de la loi Sarbanes-Oxley couvrent six points importants<sup>1</sup> :

- Élire un conseil de membres indépendants, même s'il n'y a qu'un seul administrateur indépendant qui s'occupe des fonctions d'audit au sein d'une entreprise. Il peut fonctionner comme un comité d'audit.
- Créer des contrôles internes, cela permettra à l'entreprise d'établir des critères opérationnels et de créer un cadre organisationnel adéquat. La loi de Sarbanes Oxley (SOX 2002, section 404) change alors les exigences des entreprises vis-à-vis de système de contrôle interne. Dans l'ex- SOX section 302 les entreprises évaluaient le système de contrôle interne à leur choix, alors que trop peu sont les entreprises qui le faisaient (Ittonen. K, 2009, page 35).
- Adopter un code officiel de conduite et d'éthique. Des codes distincts peuvent être établis, pour différents niveaux au sein de l'entreprise, qui offrent des conseils spécifiques aux descriptions de poste.

---

<sup>1</sup> : Tarantino. A (2008), Governance, risk and compliance handbook: technology, finance, environmental and international guidance and best practices, JOHN WILEY & SONS, INC, the United States of America., page949.

- Mettre en place une fonction d'audit interne. L'entreprise peut surveiller et évaluer les contrôles internes en mettant en place une fonction d'audit interne. L'audit interne est une profession normée, elle n'est pas réglementée, sauf dans quelques pays et parfois pour certains secteurs d'activité de ces pays. Il n'en demeure pas moins vrai que certaines lois peuvent avoir indirectement une influence considérable sur l'audit interne. Ce fut vrai en particulier avec la loi Sarbanes-Oxley (SOX) de juillet 2002, qui conduisit beaucoup de services d'audit interne, appartenant à des sociétés cotées à New York, à recentrer leurs activités sur des aspects de contrôle interne comptable et financier (Bertin. E, 2007, page6).
- Exiger la certification des informations financières. L'attestation de renseignements financiers conduit à un renforcement des compétences comptables internes. *Le Public Company Accounting Oversight Board, PCAOB est un organisme de réglementation et de surveillance qui supervise les firmes comptables, établit des standards, fait enquêter et sanctionner les personnes physiques ou morales qui ne respectent pas les règles<sup>1</sup>.*
- Exiger des contrôles fournis par des cabinets comptables et des auditeurs externes. Pour limiter le risque des comptables externes qui offrent parfois des services contradictoires, les entreprises devront recourir à des auditeurs légaux.

Une des premières critiques sinon la plus importante est le coût engendré par cette nouvelle loi. En voulant respecter la loi, beaucoup d'entreprises ont rencontré des difficultés pour maintenir leurs coûts à un niveau raisonnable. Dans ces conditions, cette loi a généré un effet pervers.

### 1.1.2. La loi de sécurité financière (LSF)

La Loi de Sécurité Financière promulguée le 1 août 2003 en France, prise à la suite des scandales financiers qui ont bouleversé la conception et l'évaluation de la qualité de l'audit. Elle a également créé un « Haut Conseil du commissariat aux comptes(H3C)» (Colasse. B, 2012, p. 87) qui exerce en collaboration avec la Compagnie des commissaires aux comptes (dont les pouvoirs de régulation ont été limités), une surveillance générale sur la pratique du commissariat. D'une part, cette loi exige à toutes les sociétés cotées de nommer un comité d'audit. D'autre part, elle favorise le contrôle par ce comité de la qualité de la

---

<sup>1</sup>: Rioux. M (2003), « À la rescousse du capitalisme américain : la loi Sarbanes-Oxley », Université du Québec à Montréal, page3



mission réalisée par l'auditeur externe<sup>1</sup>. La loi LSF prévoit également un renforcement des conditions d'exercice de la profession du commissaire aux comptes et du fonctionnement des organes de gouvernement d'entreprise tel que le conseil. Ainsi, la loi de sécurité financière 2003 précise « La transparence dans les entreprises » ceci devrait permettre à l'assemblée générale de connaître les processus et les méthodes de travail ainsi que les répartitions du pouvoir des organes dirigeants qui conduisent à la prise de décision (Thiery-Dubuisson, 2004, page15).

Dans le cadre de la LSF, les auditeurs externes (légaux) doivent émettre dans leurs rapports leurs opinions et observations sur les contrôles internes (Tarantino. A, 2008, page776). Les obligations d'information financière doivent être incorporées dans le Livre des Règles générales de l'Autorité des Marchés Financiers (AMF<sup>2</sup>), publié au début 2007, et il est issu d'un travail réalisé par un groupe de place réunissant les principales instances compétentes en matière de contrôle des organisations dont l'IFACI. L'AMF est en accord avec la LSF<sup>3</sup>.

La Loi de sécurité financière a pris ses dispositions pour :

- Augmenter la transparence de la gestion et la qualité de l'information financière,
- Mieux équilibrer les pouvoirs des différents organes de la société : actionnaires, administrateurs, dirigeants,
- Protéger les intérêts des différents acteurs: salariés, clients, fournisseurs, actionnaires, Etat, investisseurs,
- Anticiper les difficultés des entreprises pour mieux les gérer dans le temps,
- Limiter les risques de fraude,
- Utiliser une même base de règles et de référents pour mieux communiquer,
- Tendre vers une harmonisation européenne et internationale

Toutes les dispositions de la loi Sarbanes-Oxley et de la LSF visent à rendre le directeur général, le directeur financier et le président du conseil d'administration responsable d'éventuelles faiblesses du système de contrôle interne non signalées dans le rapport sur le

---

<sup>1</sup> : Manita. R (2008), « La qualité de l'audit externe : proposition d'une grille d'évaluation axée sur le processus d'audit », *M@n@gement*, /2 Vol. 11, p. 191-210, page 192.

<sup>2</sup> : Art. L. 621-1. « L'Autorité des marchés financiers, autorité publique indépendante dotée de la personnalité morale, veille à la protection de l'épargne investie dans les instruments financiers et tous autres placements donnant lieu à appel public à l'épargne, à l'information des investisseurs et au bon fonctionnement des marchés d'instruments financiers. Elle apporte son concours à la régulation de ces marchés aux échelons européen et international ».

<sup>3</sup> : Schick. P, Vera. J, Bourrouilh-Parege. O (2010), *Audit interne et référentiel de risques - Gouvernance-Management des risques - Contrôle interne*, Edition Dunod, France, page20.

contrôle interne. Cette disposition peut être interprétée comme une volonté du législateur de limiter la responsabilité du commissaire aux comptes aux seules informations qui lui auraient été communiquées<sup>1</sup>.

## **1.2. Les normes internationales d'audit**

Le métier de l'audit ne s'improvise pas, mais au contraire, il s'appuie sur des principes normatifs internationaux (Schick.P, Vera.J, Bourrouilh-Parege.O 2010, page 28).

### **1. 2.1. Les normes internationales de l'audit externe financier et comptable**

Les rapports financiers établis selon les normes comptables propres à chaque pays menacent la comparabilité internationale, qui à son tour limite les flux de capitaux transnationaux et le développement des marchés de capitaux mondiaux. Par conséquent, les critiques de normes comptables spécifiques à chaque pays ont appelé à l'harmonisation internationale des normes comptables afin de réduire la diversité des pratiques, réduire le coût de la préparation des rapports financiers, et réduire les risques<sup>2</sup>. Les services qu'elles offrent ont aussi été mis en conformité avec les exigences légales récentes (Sarbanes Oxley Act, Loi de Sécurité Financière...).

### **1.2.2. l'International Federation of Accountants (IFAC)**

L'International Auditing and Assurance Standards Board (IAASB) est un organisme indépendant fondé en Mars 1978<sup>3</sup>. IAASB a été précédemment connue sous le nom International Auditing Practices Committee (IAPC). Un certain nombre de mesures ont été prises par l'International Auditing Practices Committee (IAPC) en collaboration avec l'International Federation of Accountants (IFAC) pour conduire à une plus grande harmonisation des normes d'audit<sup>4</sup>. Son travail principal a mis l'accent sur trois domaines:

---

<sup>1</sup> : Ebondo W. M. E. (2006) « Gouvernance de l'entreprise et cadre légal de l'audit dans la zone euro-méditerranéenne : une comparaison entre la France et les pays de la méditerranée arabe », Comptabilité, Contrôle, Audit Et Institution(S), Tunisie, page 18

<sup>2</sup> : Dellaportas. S, Senarath Yapa. P.W, Sivanantham S, (2008), "Internationalising auditing standards: stakeholder views on Australia's strategic directions", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 23 Iss: 7 pp. 663 – 684, page 665

<sup>3</sup> <http://www.ifac.org/auditing-assurance/about-iaasb>, consulté le 24/12/2012

<sup>4</sup> Robert S. Roussey (1996), "New Focus for the International Standards on Auditing", *Journal of International Accounting & Taxation*, 5( 1): 133- 146

l'objet et la portée de l'audit des états financiers, les lettres d'engagement et les directives générales de l'audit.

En 2001, les lignes directives de l'IAPC ont été reconstituées en tant qu'International Auditing and Assurance Standards Board (IAASB). En 2003, l'IFAC a exécuté une série de réformes destinées, entre autres, à renforcer ses processus normatifs, de sorte qu'ils soient sensibles à l'intérêt public. En 2004, l'IAASB a établi un programme complet destiné à améliorer la clarté de ses normes ISA. Ce programme concernait l'application de nouvelles conventions à toutes les normes ISA dans le cadre d'une révision de fond ou par le biais d'une réorganisation limitée. L'ISA décrit comment l'auditeur acquit des connaissances, et comment l'auditeur utilise les connaissances dans l'exécution de ses travaux pour réduire les risques (Robert S. Roussey, 1996, page135).

La norme ISA porte sur des points à considérer lors d'une mission d'audit, en particulier pour l'évaluation et la présentation des informations à fournir au sujet des actifs corporels des passifs et des éléments particuliers des capitaux propres présentés ou communiqués en juste valeur dans les états financiers (Hamizaoui. M 2005, page35). Ces normes se classifient par numéros à trois chiffres (Valin. G et al, 2006, page105) :

- Les normes de 100 à 199 : portent sur une série introductive aux normes ISA, cette série comprend le glossaire des termes utilisés dans la description des fonctions concernées et le cadre institutionnel des normes
- Les normes de 200 à 299 : sont liées aux objectifs et aux comportements de l'auditeur, de contrôle de la qualité des travaux d'audit et de la documentation
- Les normes de 300 à 399 : sont plus spécialement axée sur la phase préliminaire de l'audit
- Les normes de 400 à 499 : sont liées aux risques, contrôle interne...
- Les normes de 500 à 599 : sont liées à la conduite de l'audit lui-même et l'obtention des éléments probants, et les techniques utilisées lors d'une mission d'audit
- Les normes 600 à 699 : Les relations avec les autres auditeurs ou experts
- Les normes de 700 à 799 : Sur le rapport et les conclusions d'audit
- Les normes de 800 à 899: sont liées aux missions exceptionnelles d'audit

La stratégie de l'IAASB et le programme de travail définissent les orientations et priorités de ses activités pour la période 2012-2014. L'accent est mis sur<sup>1</sup>:

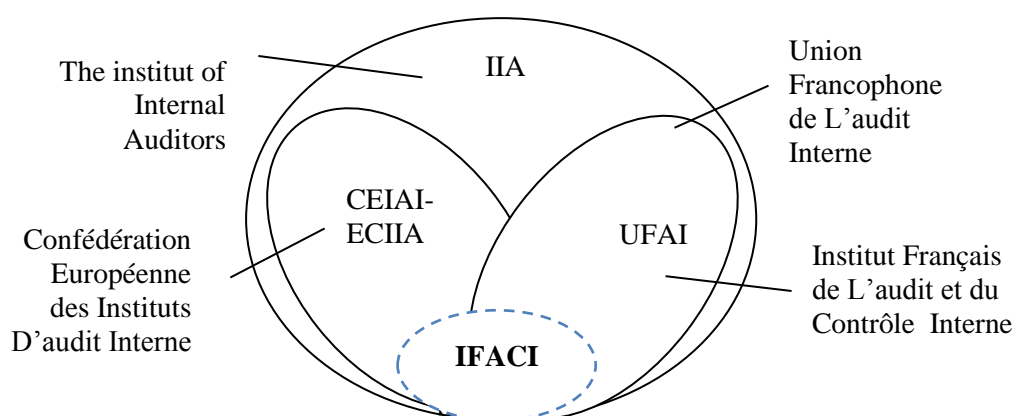
- La conservation de la stabilité financière mondiale;
- Le renforcement du rôle, de la pertinence et de la qualité de l'assurance et des services connexes dans un monde en évolution ;
- La facilitation de l'adoption et la mise en œuvre des normes.

### 1.3. Les normes internationales d'audit interne

Les normes jouent un rôle crucial dans l'audit interne. Elles soutiennent le concept d'audit en tant que discipline professionnelle. Cette discipline a pour objectif de définir les concepts de base que la pratique de l'audit doit suivre, fournir un cadre de référence pour la réalisation et la proposition d'un large éventail d'activités d'audit interne apportant une valeur ajoutée. Ces normes professionnelles permettent de réaliser l'accord sur les concepts fondamentaux, elles permettent également d'éviter les contradictions au plan international, tout en faisant la place aux spécificités culturelles (Renard. J, 2009, page 38).

Plusieurs institutions à l'échelle mondiale ont encadré la fonction d'audit interne en adoptant le cadre des normes internationales d'audit interne (IIA) comme indique la figure n°07.

**Figure 6 : Les instituts d'audit interne dans le monde**



Schick. P, Vera. J, Bourrouilh-Parege. O (2010), Audit interne et référentiel de risques - Gouvernance - Management des risques - Contrôle interne, Edition Dunod, France. Page 30

<sup>1</sup> : <https://www.ifac.org/sites/default/files/uploads/HR/HR-Job-Description-Deputy-Director-IAASB.pdf> , consulté le 24/12/2012

### 2.1.1. L'IIA L'institut d'Audit Interne (*the Institut of Internal Auditors*)

L'IIA est une organisation fondée aux Etats-Unis en 1941<sup>1</sup> membre de l'IFAC, il contribue à l'adaptation de l'audit aux exigences de l'entreprise. L'IIA est la principale association professionnelle internationale dédiée à la promotion et le développement de la pratique de l'audit interne. La création, la croissance et l'évolution de la profession d'audit interne contemporaine est étroitement liée à l'histoire de l'Institut des Auditeurs Internes (IIA).

Lors de la création de l'IIA, l'audit interne était encore perçu comme une extension étroitement liée au travail de l'audit externe. Après près de deux décennies de sa création, la profession de l'audit interne tend vers les orientations opérationnelles. En 1978, l'IIA a officiellement transcrit les normes pour la pratique de l'audit interne. l'IIA avait les objectifs suivants:

- Aider à communiquer aux autres le rôle, la portée, les performances et les objectifs de l'audit interne.
- Unifier l'audit interne à travers le monde.
- Encourager l'amélioration de l'audit interne.
- Établir des plans d'évaluation cohérente des opérations d'audit interne.
- Fournir un moyen par lequel l'audit interne peut être pleinement reconnu comme une profession. "

L'IIA a publié un ensemble de normes, un code de déontologie et un énoncé des responsabilités. Ces normes sont subdivisées en « normes de qualification » et en « normes de fonctionnement »: les normes de qualification sont présentées dans la série des 1000, et, les normes de fonctionnement sont présentées dans la série des 2000<sup>2</sup>.

- 1000 : Relative à la mission, pouvoirs et responsabilités.
- 1100 : Relative à l'indépendance et l'objectivité de l'auditeur interne
- 1200 : Relative à la compétence et à la conscience professionnelle
- 1300 : Relative au programme d'assurance et d'amélioration qualité
- 2000 : Relative à la gestion de l'audit interne (processus)

---

<sup>1</sup> : Ramamoorti. S (2003), Research Opportunities in Internal Auditing, The Institute of Internal Auditors, Florida

<sup>2</sup>: The Institute of Internal Auditors, "International Standards For The Professional Practice Of Internal Auditing (Standards)", Issued: October 2008 , Revised: October 2012, pp

- 2100 : Relative à la nature du travail (gouvernance d'entreprise, management des risques, contrôle interne...)
- 2200 : Relative à la planification
- 2300 : Relative à l'accomplissement de la mission
- 2400 : Relative à la communication des résultats
- 2500 : Relative à la surveillance des actions de progrès
- 2600 : Relative à la communication relative à l'acceptation des risques

### **2.2.2. Institut Français des Auditeurs et Contrôleurs Internes L'IFACI**

La représentation de la fonction est également significative en France où elle s'exprime par l'intermédiaire de son institut national: l'Institut Français de L'audit et du Contrôle Interne (IFACI), fondé en 1965, fédère environ 4000 auditeurs issus de 900 organismes publics et privés. Par l'entremise de cet institut, les auditeurs internes français ont une activité multiforme et contribuent grandement au rayonnement de la fonction: groupes de recherche, formation professionnelle, relations avec les universités et grandes écoles, conférences et colloques, relations avec l'IIA, relations privilégiées avec les Instituts francophones d'audit interne, les organismes professionnels et l'administration (Renard. J, 2010, page 26).

Sur le plan International, l'IFACI est membre de l'IIA, de l'ECIIA et de l'UFACI, les réseaux de référence de l'audit interne au niveau mondial, européen, et francophone<sup>1</sup>.

### **2.2.3. Confédération Européenne des Instituts D'audit Interne ECIIA (*European Confederation of Institutes of Internal Auditing*)**

La Confédération européenne des Instituts d'audit interne - ECIIA<sup>2</sup> -, fondée en 1982, rassemble aujourd'hui 33 Instituts qui regroupent 34 pays de la grande Europe et du bassin méditerranéen. Les deux principales missions de l'ECIIA sont de :

- Représenter la profession auprès des instances politiques de l'Union Européenne
- Et de promouvoir l'audit interne auprès des pays émergents d'Europe et du bassin méditerranéen.

<sup>1</sup> : <http://www.ifaci.com/ifaci/un-reseau-international/introduction-90.html> , consulté le 25/12/2012

<sup>2</sup> : <http://www.eciia.eu/>, consulté le 25/12/2012

#### 2.2.4. L'Union Francophone de l'Audit Interne UFAI (*The Francophone Union of Internal Audit*)

UFAI est une association fondée en 1988 à l'initiative de l'IFACI (Institut Français de l'Audit et du Contrôle Interne), *a pour vocation de promouvoir et de développer la pratique professionnelle de l'audit interne dans les pays totalement ou partiellement d'expression française dont l'Algérie est un membre associé avec l'UFAI.* Son action s'oriente autour de 4 quatre objectifs majeurs<sup>1</sup> :

- Développer les échanges, les contacts, les rencontres afin de mettre en commun les expertises de chacun.
- Accroître le nombre de publications de langue française, en leur assurant une plus grande diffusion.
- Apporter une aide à la formation d'auditeurs internes et assurer la promotion du DPAI (Diplôme Professionnel de l'Audit Interne) et du CIA en français.
- Aider à la constitution d'associations d'auditeurs internes.

## 2. La qualité d'audit

### 2.1. L'éthique professionnelle impliquée à l'audit (*Code of Ethics*)

L'éthique regroupe un ensemble de principes, de valeurs et de croyances qui dirigent la conduite des individus. Elle distingue, par une réflexion personnelle, la bonne et la mauvaise façon d'agir<sup>2</sup>.

Le code de déontologie prévoit le contrat moral qui sous-tend tout le travail professionnel de l'auditeur. Il est une exigence supplémentaire pour l'auditeur de se conformer à ce code, non seulement pour satisfaire ses affiliations professionnelles, mais aussi à adhérer à la politique d'entreprise (Pickett. KH. S, 2003, page252).

Ce code de déontologie incombe les auditeurs internes, externes, ainsi que toutes autres personnes exécutant un contrôle sur l'entreprise. Le code de déontologie va au-delà de la définition de l'audit et inclut deux composantes essentielles<sup>3</sup> :

- Des principes fondamentaux pertinents pour la profession et la pratique de l'audit;

<sup>1</sup> : [http://www.ufai.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=14&Itemid=60](http://www.ufai.org/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=60)

<sup>2</sup> : Bel Haj Ali. S (2008) "Les facteurs explicatifs du jugement éthique en audit : un état de l'art », La Comptabilité, Le Contrôle Et L'audit Entre Changement Et Stabilité, France, page4

<sup>3</sup> : El-Moukammal. H (2009), "Auditors' Code of Ethics", The Certified Accountant 3rd Quarter Issue 39, pp.102-105, page105

• Des règles de conduite décrivant les normes de comportement attendu des auditeurs. Ces règles sont une aide à l'interprétation des principes en applications pratiques et visent à guider la conduite éthique des auditeurs. Ces règles émanent des principes qu'elles interprètent:

- L'intégrité ;
- L'objectivité et l'indépendance ;
- La compétence;
- Le secret professionnel et la conscience professionnelle.

### **2.1.1. L'intégrité**

L'intégrité est le principe fondamental du code de déontologie. Les derniers scandales financiers ont également soulevé des questions quant à l'efficacité des audits et l'intégrité du processus d'audit. Les auditeurs doivent respecter des normes élevées de comportement (par exemple, l'honnêteté et la sincérité) dans le cadre de leur travail et dans leurs relations avec le personnel des entités auditées. L'intégrité peut être mesurée en termes de ce qui est bon et juste. Elle oblige l'observateur à la fois de l'auditeur de la forme et des techniques de l'audit et les normes d'éthiques. L'intégrité exige également le respect des principes d'indépendance et d'objectivité<sup>1</sup>. Les auditeurs s'interdisent de prendre part à des activités illégales ou de s'engager à des actions déshonorantes pour leur profession (Gray, I, et al, 2007, page 23).

### **2.1.2. L'objectivité et l'indépendance**

Les auditeurs émettent des opinions sur des situations qui peuvent cacher des conflits d'intérêt et des préjudices.

#### **a. L'objectivité**

Les auditeurs exécutent leurs travaux avec objectivité. Ils doivent éviter, de se mettre en position de conflit d'intérêts réel, potentiel ou apparent qui serait de nature à compromettre l'objectivité de leur jugement ou de leur impartialité. En particulier, il est interdit aux auditeurs d'auditer ou de participer à des missions dans les entités où ils sont

---

<sup>1</sup> : Inga-Britt. A (2011) , "Code Of Ethics And Auditing Standards INTOSAI", Swedish National Audit Office, page 18



manifestement en conflit d'intérêt en raison des liens de parenté, ou des relations particulières avec un ou plusieurs dirigeants.

L'objectivité comprend les principaux points suivants:

- L'objectivité est une attitude mentale indépendante que les auditeurs internes doivent maintenir en l'exécution des missions. Les auditeurs internes ne doivent pas subordonner leur jugement sur les questions d'audit à celui des autres.
- L'objectivité exige que les auditeurs doivent effectuer leurs missions de telle sorte qu'ils aient une croyance sincère dans leur produit.

## b. L'indépendance

La notion de l'indépendance de l'auditeur a connu d'importants changements au cours des 150 dernières années. Le concept initial de l'indépendance de l'auditeur a prévalu au cours de la dernière partie du 19<sup>ème</sup> siècle, centré sur la croyance que l'une de ses principales missions était la surveillance des investissements capitalistes de l'Empire britannique<sup>1</sup>. Le scandale Enron en 2001 et l'adoption subséquente de la loi SOX et la LSF ont apporté des changements plus profonds dans l'environnement de contrôle et ont eu des implications sur la recherche en matière d'indépendance des auditeurs.

L'indépendance de l'auditeur est reconnue sous deux dimensions distinctes : l'indépendance perçue et l'indépendance du fait (l'indépendance réelle)<sup>2</sup>. L'indépendance du fait est inobservable, c'est une attitude impartiale mentale de l'auditeur. L'indépendance perçue c'est le fait de ne pas avoir une relation avec son client pour éviter les conflits d'intérêts (AICPA, 1993)<sup>3</sup>. De Angelo indique que l'auditeur qui a un intérêt économique avec son client, souffrira d'un manque d'indépendance et serait moins susceptible de

---

<sup>1</sup> : Baker. C. R (2006), "The Contested Concept of Auditor Independence", Cheryl R. Lehman, in (ed.) Independent Accounts (Advances in Public Interest Accounting, Volume 12), Emerald Group Publishing Limited, pp. 17 – 26, page 17

<sup>2</sup> : Anandarajan. A, Kleinman. G (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1052045712000197 - aff2>), Palmon. D (2012), "Is non-audit services a suitable proxy for auditor independence in the post-SOX period?", <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1052045712000197 - aff1> Research in Accounting Regulation 24 105–111, page

<sup>3</sup>: Beattie. V, Brandt. R, Fearnley. S (1999), « Perceptions of auditor independence: U.K. evidence » Journal of International Accounting, Auditing and Taxation, Volume 8, Issue 1, Pages 67-107, page 69.

signaler un dysfonctionnement ou une anomalie constatée, ce qui réduit la qualité de l'audit (De Angelo, 1981a)<sup>1</sup>.

### **2.1.3. La compétence**

L'auditeur doit agir avec toutes ces compétences acquises, expériences et qualifications (Gray. I, Manson. S, Gray. I, 2007, page23). Ses compétences sont à la fois techniques et relationnelles (Richard, 2000). Elles sont liées aux connaissances de l'auditeur, ce qui suppose à la fois une formation, une qualification et une expérience suffisantes (Flint, 1988). La compétence est assurée notamment par une formation initiale de haut niveau et par une formation continue (théorique et pratique) et qui doit servir à une mise en œuvre appropriée dans chaque mission d'audit (Alain Finet, 2005, page 159). Cette formation doit être vérifiée périodiquement par des examens d'activité.

Les auditeurs sont tenus à :

- S'engager que dans les services pour lesquels ils possèdent des connaissances, des compétences avérées ;
- Améliorer continuellement leur compétence, l'efficacité et la qualité de leur compétence;
- Donner une opinion claire et concise dans leurs évaluations. Le support de l'opinion des auditeurs doit être dérivé des données quantitatives et mesurables et même qualitatives obtenues à l'aide de documentation, des entretiens et des observations;
- S'engager à une communication honnête et approfondie et directe dans l'exécution des activités de vérification;
- Volontiers de partager ouvertement leurs connaissances collectives et toujours être à la recherche de la vérité et de l'amélioration de la situation du secteur audité (El-Moukammal. H, 2009, page 103)

### **2.1.4. Le secret professionnel ou la confidentialité**

Les auditeurs sont assujettis à l'obligation du secret. Ils sont tenus de ne pas user et protéger les informations obtenus dans le cadre de leurs activités pour tirer un bénéfice

---

<sup>1</sup> : Daniels. B. W, Booker. Q (2011), "The effects of audit firm rotation on perceived auditor independence and audit quality", *Research in Accounting Regulation* 23 78–82, page 79

personnel. Les auditeurs ne doivent pas les divulguer que ce soit oralement ou par écrit, à l'exception de satisfaire des exigences légales ou autres responsabilités identifiées ou conformément aux lois (Inga-Britt Ahlenius, 2011, page21).

*Etizioni 1988 :L'auditeur doit faire un choix entre le « je » et le « nous ». Les considérations pragmatiques permettent de dire : que le « nous » privilégie le sens de la responsabilité et de l'éthique professionnelle au service de la qualité de l'opinion d'audit, sachant qu'il s'agit d'un idéal, que l'indépendance absolue n'existe pas, alors que pour l'autre choix le sens de la responsabilité constitue l'axe structurant du comportement de l'auditeur être humain soumis à un ensemble d'émotions de croyances et de préjugés<sup>1</sup>.*

## 2.2. La qualité d'audit

La qualité d'audit n'est pas une donnée objective, ni mesurable, ni estimable avec certitude. La problématique de mesurer la qualité d'audit représente un axe de recherche relativement ancien. Les recherches avancent l'idée que les nouvelles approches et technologies permettent intrinsèquement d'améliorer l'efficacité et l'efficacités de l'audit. Elles supposent donc que la qualité d'un audit peut être mesurée de manière a priori (Guenin. H, 2008, page 123). Cet axe trouve aujourd'hui ses motivations dans les nouvelles réglementations économiques à l'échelle nationale et internationale à travers la mise en place d'organismes de qualité du contrôle public (PCAOB américain, POBA britannique, H3C français, etc.) et le renforcement du rôle des comités d'audit (Sarbanes Oxley Act aux USA..).

Le concept de qualité de l'audit s'écrit comme le produit de deux composantes fondamentales, la compétence et l'indépendance de l'auditeur. De nombreux chercheurs (Knapp ,1991 ; Flint, 1988 ; Moizer, 1997) ont retenu cette double approche pour définir la qualité d'audit en distinguant la compétence technique (qualité de détection) de l'indépendance (qualité de révélation) de l'auditeur<sup>2</sup>. Au niveau opérationnel, les principaux facteurs de compétence relèvent de la formation des équipes d'audit, et de leur

---

<sup>1</sup> : Schick. P, Evraert. S, Vera. J (2007), Mémento d'audit interne, Edition DUNOD, Paris

<sup>2</sup> : MANITA. R (2009), « La qualité du processus d'audit : une étude empirique sur le marché financier tunisien », La place de la dimension européenne dans la Comptabilité Contrôle Audit, France, page5



comme un groupe d'individus. Elle s'est présentée en 3 trois groupes (Manita. R, 2009, pp) :

1- le premier groupe s'est concentré sur l'identification des indicateurs de qualité perçus par le marché tels que la taille, les honoraires, et la réputation de l'auditeur.

2- le deuxième groupe s'est focalisé sur : les caractéristiques organisationnelles de la firme d'audit, son hiérarchie, ses compétences, ses formations et les efforts rendus par leurs équipes d'auditeurs.

3- Le troisième traite les caractéristiques propres aux équipes de travail d'audit notamment au niveau d'attention des associés et des managers aux travaux d'audit, au professionnalisme, à l'expérience avec le client et à l'expérience dans l'industrie.

Les derniers scandales financiers (notamment l'affaire Enron) et la faillite du cabinet Arthur Andersen, ont confirmé l'insuffisance de cette approche indirecte d'évaluation à appréhender la qualité d'audit. Le cabinet Arthur Andersen a fait faillite suite à l'affaire Enron alors que sa taille était considérée à la fois comme indicateur de compétence et d'indépendance (Manita. R, 2008, page 192). Elle était classée parmi les grands cabinets multinationaux de la profession d'audit et longtemps passé pour « The big eight ». Le terme de *Big* est apparu à la fin des années 1960 pour nommer les dix premiers cabinets en fonction de leur chiffre d'affaires et l'effectif. À la suite d'association successives entre membres de ces cabinets, le nombre *des Big* se réduit à huit puis six au milieu des années 1980. En 1998, la fusion entre Price Waterhouse et Coopers & Lybrand a donné naissance aux *Big 5*<sup>1</sup>. Et puis Les *Big 4 en 2002* qui sont PriceWaterhouse Coopers, KPMG, Deloitte Touche Tohmatsu et Ernst & Young.

---

<sup>1</sup> : Ramirez. C(2003), « Du commissariat aux comptes à l'audit » Les BIG 4 et la profession comptable depuis 1970, Actes de la recherche en sciences sociales, /1 n° 146-147, p. 62-79.page 62

**Tableau 4 : L'historique des "big" cabinets internationaux d'audit**

L'historique des "big" cabinets internationaux d'audit			
Années 1970 (Big 8)	1989 (Big 6)	1998 (Big 5)	2002 (Big 4)
Arthur Andersen			Disparition
Arthur Young & Company	Ernst & Young		
Ernst & Whinney			
Haskins + Sells	Deloitte Touche Tohmatsu		
Touche Ross Bailey & Smart			
Price Waterhouse	PricewaterhouseCoopers		
Coopers & Lybrand			
Peat Marwick (KPMG depuis la fusion avec KMG en 1987)			

**Source :** [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fat\\_Four#Les\\_Big\\_4\\_de\\_nos\\_jours:\\_classement](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fat_Four#Les_Big_4_de_nos_jours:_classement)

Paradoxalement, les derniers scandales financiers ont impliqué ces mêmes grands cabinets d'audit. Est-ce cela revient à leur incompetence technique ? Leur politique de recrutement et de formation satisfont les normes professionnelles et parfois les dépassent. Il semble peu douteux que la compétence des auditeurs est une condition préalable nécessaire à un audit indépendant et de qualité<sup>1</sup>. Donc comment un auditeur réputé compétent peut être associé à ce type de scandale ?

Les réponses à cette question sont le plus souvent techniques et liées à l'affaire Enron. Dans le processus d'audit des comptes d'Enron, les auditeurs d'Arthur Andersen n'ont pas respecté, ou fait respecter, toutes les normes comptables. L'associé signataire de la certification des comptes a accepté des mécanismes de déconsolidation discutables. Il y a

<sup>1</sup> :David J. Cooper, Dean Neu, (2006), "Auditor and Audit Independence in an Age of Financial Scandals", Cheryl R. Lehman, in (ed.) Independent Accounts (Advances in Public Interest Accounting, Volume 12), Emerald Group Publishing Limited, pp. 1 – 15, page13

eu une contradiction entre les rapports des différentes missions assurées par le cabinet chez Enron (audit, conseil en organisation, optimisation fiscale, missions de contrôle interne, etc.). Certains responsables du cabinet d'audit ont fait détruire des documents de travail susceptibles de fournir des indications sur la qualité de l'audit<sup>1</sup>. Mais, en réalité, la question doit être posée différemment : quelles sont les évolutions du marché de l'audit qui ont permis cette disparition si rapide du réseau Arthur Andersen et cette réduction de cinq à quatre du nombre de grands réseaux internationaux ?

Un troisième élément apparaît également déterminant, c'est que la qualité de l'audit ne dépend pas seulement de ses qualités intrinsèques (qui sont difficilement observables par quiconque autre que l'auditeur), mais également de son évaluation par le marché qui est marqué par une très forte asymétrie d'information entre le prestataire de service et le commanditaire. On n'évalue plus directement la compétence du cabinet mais sa capacité à mettre en œuvre les diligences estimées nécessaires (Pigé. B, 2003, page 91). Mais, on évalue la qualité via le processus d'audit.

Au cours des dix dernières années, les chercheurs ont commencé à accéder à des entreprises dans le but de procéder à l'examen du processus d'audit lui-même (Carpenter et Dirsmith, 1993; Humphrey et Moizer, 1990; Power, 1992). Parmi ces chercheurs, certains ont abordé la modification des méthodes d'audit, les méthodologies, les processus et les techniques, pour mettre en évidence le rôle essentiel des audités, qui sont les managers, dans le processus d'audit. Selon les auteurs « la participation des managers de l'entreprise dans le processus d'audit, en tant que fournisseur d'informations qu'utilisateur de l'information, est indissociable du succès du processus d'audit. En effet, les audités jouent un rôle déterminant en matière de qualité de l'information véhiculée et traitée dans le cadre du processus (Bel Haj Ali. S, 2008, page 13). L'audité peut alors faire de la résistance, car il détient l'information dont l'auditeur a besoin pour accomplir sa mission. Il a donc les cartes en mains pour empêcher l'auditeur de s'exprimer pleinement dans sa compétence, en gênant l'auditeur dans ses investigations, si bien que dans de nombreux cas, l'audité se trouve « dans une position de supériorité par rapport à l'auditeur et peut l'empêcher de manifester sa compétence intrinsèque ». Les audités peuvent également travailler leur

---

<sup>1</sup> : Pigé B. (2003), "Les enjeux du marché de l'audit", *Revue Française de Gestion*, vol. 29, n° 147, pp. 87-103., page 88

relation avec les auditeurs, ce qui vient plus ou moins limiter l'indépendance de ces derniers.<sup>1</sup>

## **Conclusion**

En conclusion, la profession d'audit a sûrement évolué. Une évolution sans précédent de la technologie et de l'économie a changé l'environnement de l'entreprise et des risques (Elliott et al, 1999, page4). Pour cela, le rôle de l'auditeur est devenu plus central et plus important dans la vie économique. L'auditeur doit apporter tout le soin nécessaire à sa pratique professionnelle en prenant en considération l'étendue du travail nécessaire pour atteindre les objectifs de sa mission, d'une part, et la pertinence et l'efficacité des processus de management des risques, de contrôle interne et de la gouvernance d'entreprise d'autre part. En revanche, il existe encore ceux qui, lorsqu'on parle d'audit, pensent de la fonction financière et comptable. C'est le signe que le poids de l'histoire pèse encore lourdement dans les esprits qui n'ont pas été informés sur l'évolution de l'audit.

Actuellement, l'entreprise se trouve dans un environnement incertain, complexe et hostile propice aux risques. Pour que l'entreprise survive dans tel environnement, elle devra prendre ses précautions, agir et réagir à travers le management des risques qui est devenu une nécessité. L'auditeur est le professionnel qui pourra assumer avec pertinence cette tâche. De ce fait il passe de l'aspect micro vers l'aspect macro. Le chapitre suivant traite en détail les modalités de management des risques et son intégration dans la profession d'audit.

---

<sup>1</sup> : Chekkar. R, Zoukous. E. A (2009) « Comportement des audites dans le processus d'audit : le cas du contrôle des associations par les financeurs publics », "La place de la dimension européenne dans la Comptabilité Contrôle Audit, Strasbourg : France page15.



## **Chapitre02: L'approche d'audit par le management des risques d'entreprise**

### **Introduction**

Dans le contexte actuel, l'approche traditionnelle d'audit cède sa place devant une focalisation fondée sur le risque d'entreprise. Une approche qui s'est, pour longtemps, strictement, intéressée aux contrôles comptables et à l'évaluation des systèmes de contrôles internes. Cette dernière a vite révélé les limites et les insuffisances. La méthodologie de l'audit connaît des évolutions rapides en raison de l'avènement du phénomène de la mondialisation et la formation des grands ensembles économiques régionaux. Les grands changements dans les méthodes d'audit se sont également repoussés à la suite des derniers scandales financiers. Ces derniers entraînent le monde dans une crise qui ne semble pas s'arrêter.

Et comme, la structure, la procédure, les systèmes de management d'entreprise ainsi que l'environnement des affaires deviennent de plus en plus raffinés mais paradoxalement complexes. Aujourd'hui, il est difficile pour les gestionnaires d'être certain de quoi que ce soit. La nouvelle approche donc considère l'entreprise comme un tout, dont le risque stratégique est l'un des plus importants dans la conduite d'un audit. Par conséquent, l'introduction des états de risques de l'entreprise dans les rapports d'audit, doit permettre aux parties prenantes de percevoir des indices d'avertissement et d'alerte et de leur fournir une certaine assurance envers le futur.

De ce fait, avant de donner plus de clarifications sur les différents concepts qui intéressent notre présent chapitre, on tentera sera par un bref historique du management des risques en tant que fonction indépendante. Puis on parlera de la notion du risque et du processus adopté dans le cadre d'une approche d'audit tout en rappelant la naissance de la notion de risque dans le processus d'audit. Ceci nous amène à l'examen de l'approche d'audit par le management des risques et en parallèle à son apport aux entreprises auditées et aux auditeurs internes et externes.

## **Section 01 : Le management des risques : historique et processus**

Nombreuses sont les entreprises qui considèrent que les risques ne concernent que les autres<sup>1</sup>. Le management des risques peut être considéré comme un avantage et non pas comme un coût ou comme une dépense inutile. Un budget adéquat, des compétences spécialisées en management des risques sont indispensables.

### **1. Les fondamentaux du management des risques**

#### **1.1. Bref historique : de l'assurance des risques au management des risques**

Les événements récents et l'actualité ont contribué à renforcer notre intérêt et besoin au management des risques. Cette discipline s'est développée avec les évolutions de l'environnement de l'entreprise propice aux risques, et simultanément avec les frais exagérés des assurances. Les managers et les régulateurs reconnaissent l'importance du management des risques comme un moyen de minimiser les pertes et améliorer la performance de l'entreprise<sup>2</sup>. Le management des risques est un concept qui a pris forme au début du 20<sup>ème</sup> siècle et poursuit son évolution à ce jour. On rappellera ces différentes phases de transition, ainsi, les actions, les événements et les instructions qui déclenchent des évolutions d'une période à une autre:

De 1905 à 1912: L'introduction des lois d'indemnisation des travailleurs aux États-Unis et l'introduction de retraite en Allemagne<sup>3</sup>, comme mesures de prévention contre les risques de travail.

1920: La création de la première entreprise d'assurance captive, BP formes Tanker Insurance Company Ltd, constituée pour financer les risques de la société mère.

1921: John Maynard Keynes publie «A Treatise on Probability», dont il met l'accent sur l'importance de la perception relative et des jugements, duquel, il est recommandé de déterminer les probabilités, plutôt que des chiffres en matière de risques. Il a introduit le traitement probabiliste à la notion du risque<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Yen Yee Chong, (2003), "A new look at investment risk - the organic risk management stance?", Balance Sheet, Vol. 11 Iss: 2 pp. 17 – 21, page21

<sup>2</sup> Hansson. S. O (2005), Decision Theory A Brief Introduction Department of Philosophy and the History of Technology, Royal Institute of Technology (KTH) Stockholm, page 6

<sup>3</sup> Kloman, F. A (2002), short history of risk management: 1900-2002. Risk Management Reports,

<sup>4</sup> Keynes. J. M (31may2010), A treatise on probability May 31 Project Gutenberg eBook, page21

1926: Von Neumann et Oskar Morgenstern ont présenté une théorie unifiée de la décision en avenir incertain et du comportement face aux risques, « la théorie du risque » comme nous l'entendons actuellement. Elle été complété par les travaux de Kahneman et Tversky (Octave Jokung-Nguéna, 2008, page11).

1933: Le Congrès américain fait passer l'Acte de *Glass-Steagall* qui instaure la séparation entre les métiers de banque de dépôt et de banque d'investissement, ainsi, que la construction du système fédéral d'assurance des dépôts bancaires. Cet acte a agi comme un frein au développement des institutions financières et a conduit à une conscience en management des risques<sup>1</sup>. L'acte est abrogé vers la fin 1999.

1956: "Risk Management: A New Phase of Cost Control" est un article publié par Russell Gallagher Philadelphie qui devient le point focal de la nouvelle pensée de management des risques. Snider affirme qu'un gestionnaire de l'assurance professionnelle doit être un manager des risques. Herbert Denenberg recueille les écrits d'Henri Fayol pour les utiliser à explorer le management des risques<sup>2</sup>.

Postérieurement, Le monde des affaires assiste à une crise d'assurance dû à un accroissement des primes d'assurance<sup>3</sup> qui deviennent très coûteuses. Particulièrement, lorsqu'il est question de procéder à plus de préventions.

En 1962: Massey Ferguson développe l'idée de «coût du risque» en comparant les sommes des pertes, les primes d'assurance, les frais de contrôle des pertes et des coûts d'administrateur pour les revenus, les actifs et les capitaux propres. Son raisonnement est passé de l'assurance vers le management des risques, mais il n'est pas parvenu à couvrir toutes les formes de risques<sup>4</sup> financiers et politiques.

1966: l'institut américain d'assurance '*Insurance Institut of America* » a passé le premier examen d'un module de management des risques.

1972: Kenneth Arrow, lauréat du prix Nobel imagine un monde parfait où chaque incertitude est assurable concluant que la connaissance est toujours incomplète est disant :

---

<sup>1</sup> Mbuya. J. C (2009), Risk Management Fundamentals, MP Publisher, South Africa

<sup>2</sup> Kloman. H. F (1992) "Rethinking Risk Management", The Geneva papers on risk and insurance, Vol. 17., 64, p. 299-313, page 300

<sup>3</sup> Bénard. A, Fontan. A .L (1994), La gestion des risques dans l'entreprise : management de l'incertitude, Edition Eyrolles, paris, page 61

<sup>4</sup> Fraser. J, Simkins. B (2009), Enterprise Risk Management: Today's Leading Research and Best Practices for for Tomorrow's Executives, Epub Edition., John Wiley & Sons Inc, page23

« Nous sommes mieux préparés pour le risque en acceptant son potentiel à la fois en tant que stimulant et pénalisant ».

1974: Gustav Hamilton crée un «cercle de management des risques» qui décrit graphiquement l'interaction de tous les éléments du processus, de l'évaluation, du contrôle, de financement et de la communication.

1975: La société américaine de management « *American Society of Management* » change son nom pour management des risques et assurance (Risk & Insurance Management Society, RIMS), indiquant la transition vers le management des risques.

1976: Le magazine Fortune publie «La Révolution du management des risques», qui suggère la coordination des fonctions de management des risques et des responsabilités, de conseil et de supervision au sein de l'organisation.

1983: Un discours de William Ruckelshaus sur «La science, les risques et les politiques publiques" apporte le management des risques à l'agenda politique national.

1986: C'était l'ouverture de l'institut de management des risques à Londres « l'Institute of Risk Management, IRM ». Quelques années plus tard, l'institut lance des programmes de formation et de recherche dans tous les aspects de management des risques. Dans la même année le Congrès Américain passe une Loi sur la conservation du risque.

1992: Le rapport Britannique « Cadbury Comitte » suggère que les conseils d'administration sont responsables pour établir et accepter la supervision de la politique de management des risques (Hempel et Turnbull). D'autres pays établissent des nouveaux référentiels au management des risques notamment le COSO « *Committee of sponsoring organisation* ».

1996: la fondation de l'association globale de management des risques professionnels, « *Global Association of Risk Professionals* », opérant à travers internet, devient la plus grande association de management des risques axée sur les risques financiers dans le monde.

Les années 2000, ont connu une expansion considérable en matière de mangement des risques. Des règlements, des institutions, des recherches prescrivent l'intégration du management des risques dans un cadre bien définit dans les pratiques des entreprises. Le nouvel accord de Bâle II, la loi Sarbanes-Oxley aux USA, Kon-Trag en Allemagne, le rapport Turnbull en Angleterre, la loi sur les Nouvelles Régulations Economiques (NRE)

et la loi sur la sécurité financière d'août 2003 (LSF) en France conduisent les conseils d'administration des grandes entreprises à mettre en place une véritable intelligence des risques<sup>1</sup>.

2001: comme l'une des conséquences de l'attaque Washington du 11 septembre 2001, l'effondrement d'Enron a contribué à renforcer le management des risques.

2003: publications, conférences, organisations et fournisseurs retiennent constamment l'expression «management des risques d'entreprise". C'était le second grand évènement survenu depuis l'Internet<sup>2</sup>. Le management des risques est reconnu comme une partie intégrante d'une saine gestion. Il est enseigné dans plus de 100 universités et grandes écoles à l'échelle mondiale (Felix Kloman, 2005, page52).

L'approche d'assurance des risques était peu organisée et trop souvent inefficace. Les temps ont changé et les faits ont montré que la vieille approche n'était plus suffisante. En conséquence, une nouvelle approche du management des risques a été développée.

## **1. 2. Le risque : la matière première du management des risques**

Le risque dans le lexique des commissaires aux comptes, est le synonyme logique de l'incertitude (Noirot. P et Walter. J, 2010, page20). Bien qu'il a toujours une connotation négative (Tarantino. A, 2008), et, signifie généralement des effets indésirables (Demeestère. R et Lorino. P 2000, page 2), il peut être considéré à la fois comme une menace et une opportunité (Mandzila. E. W, Zéghal. D, 2009, page12). Selim et McNamee (1999b) définissent le risque comme «un concept utilisé pour exprimer l'incertitude sur les événements et / ou de leurs résultats qui pourraient avoir une incidence importante sur les buts et les objectifs de l'organisation<sup>3</sup>. De ce fait, le résultat de la prise de risque peut être positif ou négatif.

---

<sup>1</sup> Besson B et Possin. J. C (2006), « L'intelligence des risques », Market Management, /3 Vol. 6, p. 104-120. DOI : 10.3917/mama.033.0104, page108

<sup>2</sup> Kloman. F. H (2005), *Mumpsimus Revisited: Essays on Risk Management*, Xlibris Corporation, USA, page 49

<sup>3</sup> Sarens. G, De Beelde. I, (2006), "Internal auditors' perception about their role in risk management: A comparison between US and Belgian companies", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 21 Iss: 1 pp. 63 – 80, page65

Holtan explique que le risque est un événement incertain qui va affecter les éléments de l'organisation, et, il peut être encouru soit au présent ou au futur<sup>1</sup>. Chicken et Posner<sup>2</sup> ont mené une recherche sur la façon dont les gens font face aux risques à travers de nombreux domaines différents, y compris les finances, la médecine, l'industrie, les projets de transport et des sports. Dans le livre « La philosophie du risque », ses auteurs indiquent que les risques doivent être évalués comme une composition de deux facteurs: la probabilité de survenance d'un événement qui peut être négatif et comment l'objet de l'analyse est affecté par cet événement.

Le risque d'entreprise est le risque de ne pas atteindre les objectifs en raison de stratégies inappropriées, des ressources insuffisantes ou des changements de l'environnement économique ou concurrentiel<sup>3</sup>. Les risques auxquels fait face une entreprise sont d'origine interne ou externe :

Les risques internes ou d'activités sont des risques propres à l'activité de l'entreprise dont l'impact peut être fort et sa maîtrise est mise en place au quotidien<sup>4</sup>. Ils comprennent les risques qui découlent de la structure de l'entreprise, de sa culture générale, des relations managers/ actionnaires, et managers/ employés, citant comme exemples : l'absence d'un système de contrôle interne ou le risque de son inefficacité s'il existe, l'absence de communication à la verticale et à l'horizontale, le manque des compétences, la mauvaise gestion des ressources disponible ...etc<sup>5</sup>

Les risques externes ou les risques exogènes sont des risques hors du contrôle de l'entreprise. Ils proviennent de son environnement externe dans lequel elle opère. Considérant les défis auxquels sont confrontées les entreprises multinationales, comme la complexité et la spécificité des règles de droits des affaires et des conditions de travail qui diffèrent d'un pays à un autre. Parmi ces risques jugés majeurs, s'ajoutent les risques politiques, macroéconomiques, économiques, et les risques commerciaux<sup>6</sup>, rappelant quelques exemples de risques identifiés par Sean Cleary et Thierry Malleret en 2006 :

---

<sup>1</sup> Holton. G. (2003), Value-at-risk: Theory and Practice, Academic Press – Elsevier,.

<sup>2</sup> Chicken. J, Posner. T (1998), The Philosophy of Risk, Thomas Telford,

<sup>3</sup> Karagiorgos T, Drogalas. G, Eleftheriadis. I, Christodoulou. P (2009), "Efficient risk management and internal audit", International Journal of Management Research and Technology, 3(2), Serials Publications, pp.429-436, page544

<sup>4</sup> Jimenez C, Merlier. P, Chelly. D (2008), « Risques opérationnels de la mise en place du dispositif à son audit », Revue banque, Page69

<sup>5</sup> Sweeting. P (2011), Financial enterprise risk management, New York : Cambridge University Press, pp

<sup>6</sup> Cleary. S; Malleret. T (2006), Risques : perception, évaluation, gestion une approche positive des risques globaux auxquels sont confrontés les décideurs, Edition Maxima, Paris, page88

*Risques politiques* : il faut entendre toute menace sur la sécurité intérieure et extérieure d'un pays ;

*Risques macroéconomiques* : il y a lieu de considérer les risques des grands équilibres économiques tels que : le taux d'inflation, la situation fiscale, les opportunités aux affaires ;

*Risques économiques* : le flux des capitaux, les réserves de devise étrangères, l'évolution des barrières douanières, le taux de change.

*Risque commerciaux* : le respect des contrats, la compétence juridique, la transparence règlementaire et autres facteurs indiquant la conduite des transactions commerciales.

De par la diversité des objectifs des entreprises, de leur mode de management, les risques qui pourraient l'affecter et de leurs conséquences, ne peuvent pas être regroupés dans des catégories standard. Il revient à chaque organisation d'accomplir une analyse des risques qui lui sont propres<sup>1</sup>. Qu'il s'agit de risques qui affectent l'intégrité et donc la sécurité de ses ressources, ou de risques qui affectent l'efficacité de l'emploi de ses ressources.

Les catégories de risques majoritairement utilisées par les professionnels sont celles citées par Phil Griffiths 2005 (Griffiths. P 2005, page22) tels que, les risques financiers, les risques stratégiques, les risques opérationnels et les risques règlementaires.

**1.2.1. Les risques financiers** : cette catégorie englobe les changements imprévus dans les marchés extérieurs, les prix, les taux de liquidité et de l'offre et de la demande. Cela comprend le risque de marché, risque de crédit et risque de liquidité. (Sim Segal, 2011, page27)

**1.2.2. Les risques stratégiques** : cette catégorie englobe les changements imprévus dans les éléments clés de la formulation de la stratégie ou de son exécution. Des risques qui ont un impact à moyen et/ou à long terme sur l'atteinte des objectifs de l'organisation. Ils incluent le risque politique, économique et social, autrement dit, le défaut de répondre aux effets des changements dans les tendances démographiques, socio-économiques, défaut de répondre aux besoins actuels des clients, risque de réputation associé à la couverture médiatique et toute action ou inaction qui peut influencer la réputation de la société, et enfin le risque du climat social.

---

<sup>1</sup> Barbier.E (1999), Mieux piloter et mieux utiliser l'audit : l'apport de l'audit aux entreprises et aux organisations : Edition, Maxima Presses Universitaires de France, Paris, page 26

**1.2.3. Les risques opérationnels** : ce sont les risques que les dirigeants et le personnel vont rencontrer dans le déroulement quotidien de travail. Ils découlent des changements imprévus dans les éléments liés à l'exploitation, comme les ressources humaines, la technologie et les processus<sup>1</sup>.

- Risque de concurrence: la qualité du produit, et ainsi de suite.
- Risque physique: risques liés, aux incendies, à la sécurité par exemple, à la santé, des bâtiments, des véhicules, de matériel.
- Risque contractuel: échec des entreprises à fournir des services ou des produits à temps, de respect du prix et de la spécification.
- Risque du personnel et de la gestion, exemple:
  - La perte de membres clés du personnel ou de l'impossibilité de les maintenir à leur poste ;
  - Échecs résultant d'un climat social et d'un état d'esprit inapproprié ;
  - L'inattention ;
  - Le manque de concertation sur les évolutions ;
  - Incohérence des procédures de management;
  - Manque de coordination;
  - Faiblesse des structures en place et de la prise de décision ;
  - Communication interne insuffisante ;
  - Importance excessive des procédures de concertation.
- Risques informatiques et d'information, exemples :
  - Technologique: Manque de capacités pour faire face à la rapidité et l'ampleur du changement, ou de la capacité d'utiliser la technologie pour répondre aux demandes changeantes. On peut également inclure les conséquences des échecs technologiques internes.
  - Les défaillances du matériel tel que l'informatique, la téléphonie, les machines, et ainsi de suite.
  - Manque d'expérience antérieure dans une technologie
  - Technologies trop innovantes.
  - Technologie en obsolescence
  - Transferts de technologies non étudiées sérieusement.

---

<sup>1</sup> Stephen P. D'Arcy (2001), "Enterprise Risk Management", Journal of Risk Management of Korea Volume 12, Number 1 May 30, page4



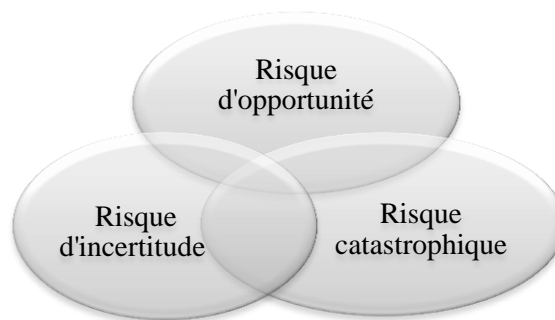
#### **1.2.4. Les risques réglementaires**

- Législatifs et juridiques: agir contrairement à la législation nationale ou internationale.
- L'environnement: l'inconscience ou l'inaptitude à évaluer correctement les conséquences environnementales des actions de l'entreprise (par exemple, l'efficacité énergétique, la pollution, le recyclage, les émissions, les terres utilisées, et ainsi de suite).

Un autre classement présenté par les professionnels évalue les risques d'un point de vue différent de la précédente, ils distinguent entre les risques d'incertitude, les risques catastrophiques et les risques d'opportunité.

- Les risques d'opportunité: ce sont des risques qui peuvent porter un profit ou un avantage avec eux
- Les risques d'incertitude: ce sont des risques associés à des événements inconnus et inattendus.
- Le risque catastrophique: est le risque associé à une source de dommages potentiels ou situation susceptible de causer des pertes considérables. Il est généralement suivi par les risques financiers<sup>1</sup>.

**Figure 8 : Les catégories des risques**



**Source:** "Risk management guide for small business" 2005, Global Risk Alliance, Sydney, May page 10 [www.smallbiz.nsw.gov.au](http://www.smallbiz.nsw.gov.au),

<sup>1</sup> Hampton. J. J (2009), Fundamentals of enterprise risk management : how top companies assess risk, manage exposures, and seize opportunities, American Management Association, New York, page8

Le risque moral ou éthique est aussi une récente typologie découlant de la négligence et du manque d'honnêteté et d'intégrité notamment, la fraude, le vol, la fraude fiscale et la vente de produits défectueux (Hampton. J. J., 2009, page 11).

Un nouveau risque de polémique apparaît et menace les entreprises, c'est le risque de terrorisme dont pratiquement toutes les entreprises sont plus conscientes de la possibilité d'une attaque terroriste à la suite de l'attentat de 11 Septembre 2001. Beaucoup de ces entreprises, particulièrement celles actives dans/ou à proximité des grandes villes sont des cibles potentielles du terrorisme, ont également réfléchi à de différents scénarios. Le risque terrorisme revêt divers comme une attaque sur les actifs physiques, les employés, les clients, les intervenants, les fournisseurs et / ou les économies dans lesquelles ces entreprises opèrent. Ces faits conduisent à une certaine atténuation préventive (tels que la décentralisation des filiales) ainsi que le renforcement des plans de continuité d'activité.

Ces différents risques en vocation d'élever la conscience à réagir avec l'impensable auparavant et garder un esprit ouvert à un éventail varié de scénarios futurs<sup>1</sup>.

## **2. Le processus du management des risques**

Le management des risques est un moyen pour mesurer l'incertitude<sup>2</sup>, «Les gens veulent en savoir plus sur ce qui va se passer demain "(O. Kirtley, KPMG, 1999:1)<sup>3</sup>.

*“Knowing what happens is no longer adequate, leaders say they need to know what is happening now, what is likely to happen next and what actions they should take to get the optimal results<sup>4</sup>”.*

À l'heure actuelle et dans le futur très proche, on s'exposera aux risques affectant l'ensemble d'une organisation et sa place sur le marché. Le management des risques d'entreprise préconise une approche intégrée et rigoureuse par l'évaluation et la localisation de ces risques qui pourraient avoir un impact sur la stratégie de l'organisation et ses différents objectifs dans une série de zones (Mandzila.E.W, 2009, page26). Il fait

---

<sup>1</sup> Segal. S (2011), Corporate value of enterprise risk management : the next step in business management , John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, page6

<sup>2</sup> Xun Li, Zhenyu Wu (2009), "Corporate risk management and investment decisions", The Journal of Risk Finance, Vol. 10 Iss: 2 pp. 155 – 168, page155

<sup>3</sup> Humphrey. C, Jones. J, Khalifa. R, Keith Robson,(2004) “Business Risk Auditing and the Auditing Profession: Status, Identity and Fragmentation”, Stream 7: Critical Accounting, page3

<sup>4</sup> LaValle. S, Lesser. E, Shockley. R, Hopkins. M. S and Kruschwitz. N (2011), “Big Data, Analytics and the Path From Insights to Value, MIT”, Sloan Management Review , Vol.52 No.2, pp21-31, page21

partie intégrante de la mise en œuvre de la stratégie de toute organisation. Le produit de ce processus sera un meilleur équilibre intelligent entre les avantages et les désavantages potentiels avec un renforcement de la confiance, tel est l'objectif réel du management des risques (Kloman. F, 2005, page52). Ainsi, il contribue à accroître le profit aux parties prenantes (Segal S, 2011, page3).

Le management des risques est un processus continu positif, réactif et proactif, par lequel les organisations traitent méthodiquement les risques qui s'attachent à leurs activités et cherchent ainsi de réaliser des bénéfices durables dans le cadre de leurs activités, considérées individuellement ou bien dans leur ensemble<sup>1</sup>. Ce processus est axé sur la valeur intégrée à la stratégie et l'ensemble des opérations. Le dispositif de l'Autorité des marchés financiers synthétise ses attributions en quatre points <sup>2</sup>:

- Créer et préserver la valeur, les actifs et la réputation de l'entreprise,
- Sécuriser la prise de décision et les processus de l'entreprise pour favoriser l'atteinte des objectifs,
- Favoriser la cohérence des actions avec les valeurs de l'entreprise,
- Mobiliser les collaborateurs de la société autour d'une vision commune des principaux risques.

Le management des risques a motivé l'introduction d'autres termes qui se rattachent directement avec lui et tout autour de lui, tels que <sup>3</sup>: le management des risques intégré « *integrated risk management* », le management des risques à l'échelle de l'entreprise « *enterprise-wide risk management* », le management des risques de l'organisation, « *business risk management* ». Ces concepts tentent de saisir les principales caractéristiques de l'activité de management des risques, mais ils peuvent signifier de différentes choses pour différentes personnes. En combinant les concepts des différentes approches, à l'échelle, globale et intégrée, on obtient une approche globale orientée vers le management de tous les risques influençant l'entreprise et non seulement les risques financiers ce qui permet d'optimiser le profit des actionnaires (Stephen Ward, 2003, page9).

---

<sup>1</sup> Cadre de référence de la gestion des risques, Federation Of European Risk Management Associations, AIRMIC, ALARM, IRM: 2002, page3

<sup>2</sup> Les dispositifs de gestion des risques et de contrôle interne, Cadre de référence, l'autorité des marchés financiers, Mis en ligne le 22 juillet 2010, page 6 [http://www.amf-france.org/documents/general/9545\\_1.pdf](http://www.amf-france.org/documents/general/9545_1.pdf)

<sup>3</sup> Ward. S (2003), « Approaches to Integrated Risk Management: A Multi-Dimensional Framework, Risk Management », Vol. 5, No. 4, pp. 7-23, page 8

***La norme ISO 31000:2009***

On ne peut pas parler du management des risques sans avoir parlé de la norme ISO 31000:2009. Celle-ci est le cadre normatif de référence de management des risques. Elle définit entre autres les lignes directrices génériques du management des risques, de même les processus de mise en œuvre assurant le lien entre les niveaux stratégiques et organisationnels. L'ISO 31000:2009 n'est pas spécifique à une industrie ou à un secteur, elle peut être appliquée à tout type de risque, quelle que soit sa nature et que ce soit ayant des conséquences positives ou négatives. La norme offre une approche commune et complémentaire à l'appui des normes relatives aux risques spécifiques et / ou secteurs. En outre, elle n'est pas destinée à des fins de certification<sup>1</sup>.

Le processus est fondé sur quatre processus logiques séquentiels et cycliques (Wickboldt J. A, 2011, page2955). Ce processus consiste à : premièrement, l'identification des menaces éventuelles et les possibilités d'affecter les objectifs d'une entreprise donnée, deuxièmement, l'évaluation et l'analyse des risques identifiés en termes de probabilité d'occurrence et d'impact associés (c'est-à-dire l'estimation des pertes ou des gains possibles), troisièmement, le traitement et la planification des interventions, des réponses préventives et réactives aux risques identifiés, visant à minimiser les menaces et améliorer les possibilités, et quatrièmement la mise en œuvre et le suivi des réponses prévues, afin de faire face aux risques et d'évaluer l'efficacité des actions préventives<sup>2</sup>. Ainsi, il ressort que trois concepts nommés les trois « P » sont présents au cœur du management des risques: *prix*, en considérant combien il faut payer pour la couverture des risques divers; *probabilités*, pour évaluer la probabilité de ces risques, et, *préférences*, pour décider de l'ampleur du risque à supporter et quelle sera sa couverture<sup>3</sup>.

Ce processus est schématisé de la façon suivante selon la norme ISO31000 :2009

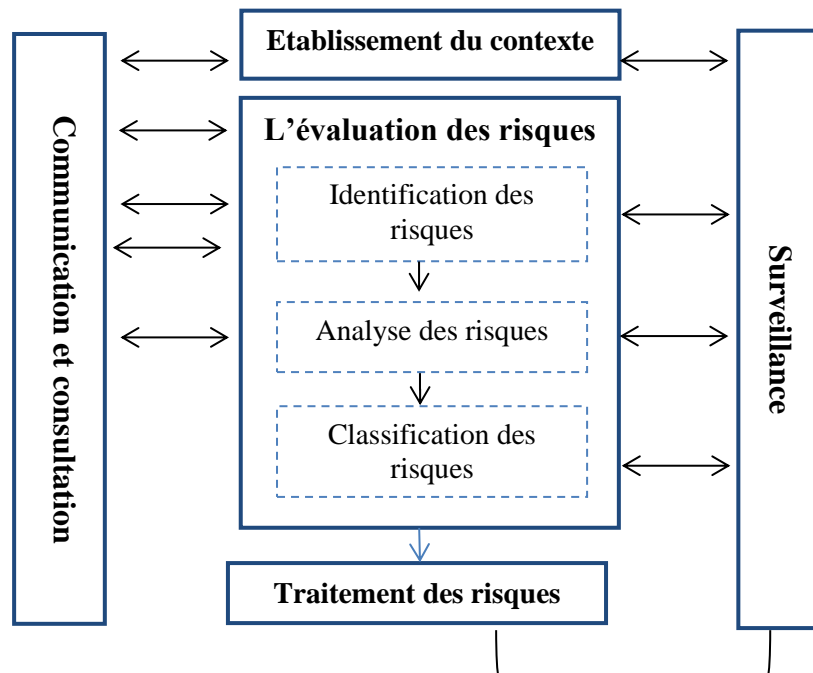
---

<sup>1</sup> : ISO 31000:2009, Risk management -Principles and guidelines, (2013-01-15)

<sup>2</sup> Wickboldt. J. A. et al. (2011), « A framework for risk assessment based on analysis of historical information of workflow execution», in IT systems Computer Networks, N. 55, P. 2954 - 2975. p.2955

<sup>3</sup> Andrew W. Lo (1999), "The Three P's of Total Risk Management", Financial Analysts Journal, January/February , page3

Figure 9 : Le processus de management des risques selon ISO 31000 :2009



**Source:** Airmic, Alarm (2010), Structured approach to Enterprise Risk Management (ERM) and the requirements of ISO 31000, page 10.

### 2.1. L'établissement du contexte

Pour engager une évaluation des risques, le professionnel (le manager de risques) doit avoir une compréhension générale du secteur d'activité, des besoins de l'entreprise et de ses objectifs stratégiques et opérationnels. L'établissement du contexte est la phase première pour définir les limites dans lesquelles le traitement des risques ou des stratégies de surveillance sont mis en œuvre. Ainsi, le contexte doit être surveillé en permanence dans le but de détecter les changements qui pourraient survenir<sup>1</sup>.

### 2.2. L'évaluation des risques ou l'appréciation des risques

Cette phase comprend en elle-même trois tâches successives et inséparables à savoir, l'identification des risques, l'analyse des risques et la classification des risques

<sup>1</sup> Organisation For Economic Co-Operation And Development report,(2004), "Compliance Risk Management: Managing and Improving Tax Compliance", Centre For Tax Policy And Administration, page11

### **2.2.1. L'identification des risques**

L'identification des risques est le premier processus dans la méthodologie de management des risques. Elle consiste à la priorisation des activités risquées. La finalité de cette phase est de déterminer les activités de contrôle des risques nécessaires à mettre en place. L'identification des risques requiert donc une approche méthodique pour garantir que chaque activité significative de l'organisation a été identifiée et que chaque risque qui en découle a bien reçu une définition.<sup>1</sup>

L'identification pourra se mener en fonction de plusieurs directions selon les ressources affectées, selon les objets de risque, et ses conséquences ou bien selon les causes car chaque risque non identifié signifie un risque non maîtrisé (Jokung-Nguéna. O, 2008, page61).

Les effets de risque peuvent surgir à la suite d'une mauvaise décision résultant par exemple de l'utilisation d'informations inexacts ou incomplètes; d'un traitement comptable inapproprié; d'une information financière frauduleuse, d'omission de protection des actifs de manière adéquate, d'un manquement au respect d'une politique et procédure organisationnelles, de la non-conformité aux lois et règlements pertinents ou encore d'une utilisation inefficace ou inefficente des ressources de l'entreprise.

### **2.2.2. L'analyse des risques**

Bien que la phase d'identification et la phase d'analyse sont généralement des phases séparées, la détermination de la gravité et de probabilité débute dès la phase première (Octave Jokung-Nguéna, 2008, page71), vu que le risque est fonction de la probabilité d'une menace et l'impact résultant de cet événement sur l'entreprise (Gary Stoneburner, et al, 2002, page 8).

L'importance de cette phase est relative à chaque risque identifié. L'analyse des risques comprend l'affectation de probabilité de survenance et les conséquences attendues pour chaque risque (Tarantino A, 2008, p.51). Elle est fondée sur deux grandeurs: la fréquence et la gravité. C'est dans cette étendu qu'on fait la distinction entre les risques majeurs et les risques mineurs.

---

<sup>1</sup> Cadre de référence de la gestion des risques, Federation Of European Risk Management Associations, AIRMIC, ALARM, IRM: 2002,

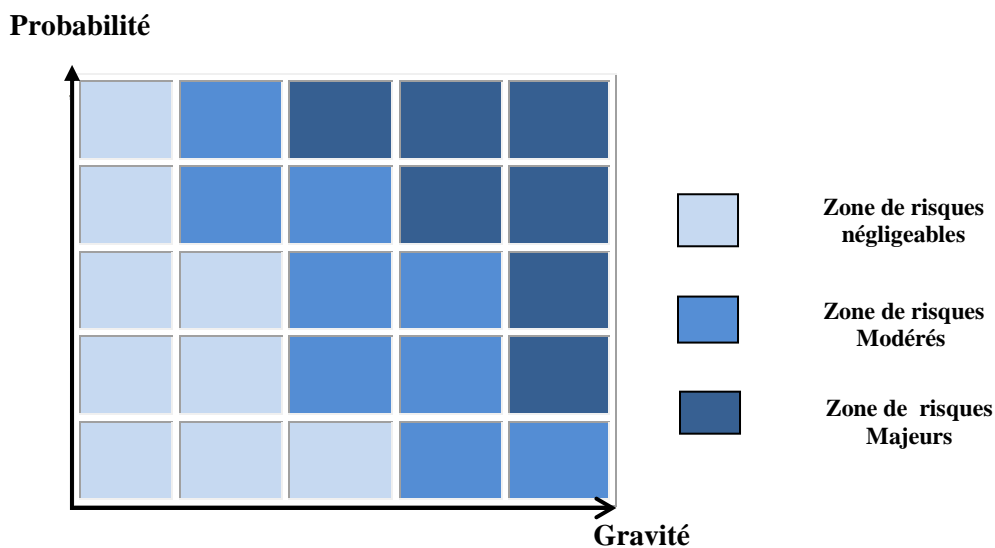
$$\text{Risque} = \text{Probabilité} \times \text{Gravité}^1.$$

La fréquence correspond à la probabilité d'apparition, de survenance ou d'occurrence d'une menace ou de rater une opportunité (Hampton. J. J, 2009, page9). Elle peut être tirée de l'expérience ou d'un nombre d'observations d'un événement dans un laps de temps donné. La fréquence peut correspondre à l'échelle de rythme suivant, fréquent, peu fréquent, rare, extrêmement rare, extrêmement improbable (Bénard. A, Fontan. A-L 1994, page 17) :

La gravité dépend des enjeux touchés (Adrien Bénard, Anne-Lise Fontan, 1994, page20). Elle peut être exprimée quantitativement et qualitativement.

Le résultat de l'analyse des risques peut être utilisé pour produire un profil de risques qui peut être utilisé comme un outil à hiérarchiser les efforts de traitement des risques. La figure présentée ci-dessous permet de cartographier les risques selon deux grandeurs, leurs fréquences et leurs gravités (Pierre H, Madrs, Masselin J. L, 2004):

Figure 10 : Diagramme probabilité- gravité



Source : Gray C, Larson E.W (2007), Management de projet, DUNOD, page 228.

- Risques de faible fréquence et de faible gravité (risques mineur): ces risques se produisent rarement. leur impact est limité même en cas de survenance dont l'organisation peut vivre avec.

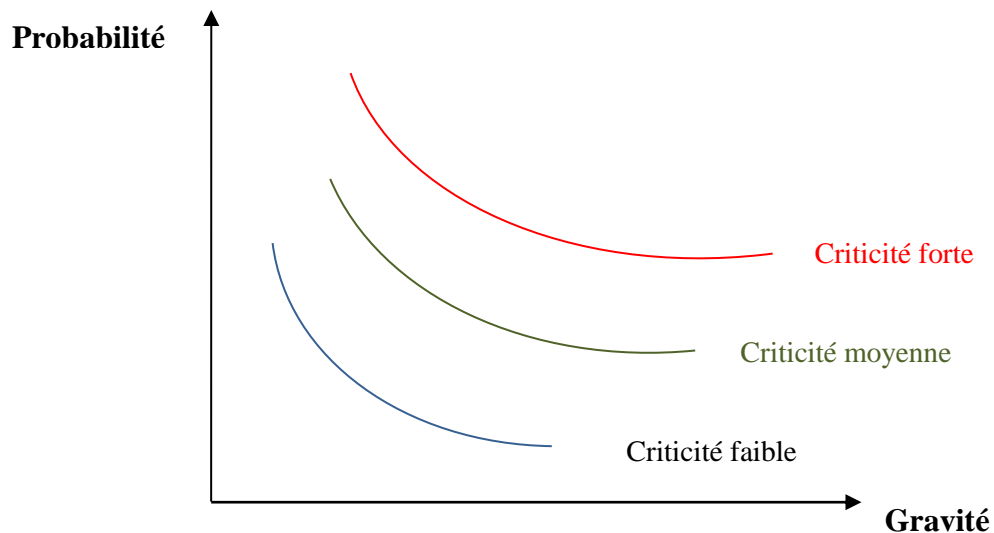
<sup>1</sup> Kytte B, Gerard J. (2005), « corporate social responsibility as risk management – a model for multinationals », paper working n°10, Harvard University

- Risques de faible fréquence et de gravité élevée (risques catastrophiques): ces risques surviennent rarement mais leurs conséquences sont significatives. En raison de leur faible fréquence, il est difficile de les prévoir.
- Risques de fréquence élevée et de faible gravité: ces risques (risques opérationnels) : se produisent assez régulièrement mais leurs conséquences sont relativement faibles. Ces risques sont généralement prévisibles.
- Risques de fréquence et de gravité élevées conjointement: c'est le genre de risques qui viennent régulièrement et leurs conséquences sont à chaque fois significatives. Dans la majorité des cas le décideur abandonne le projet ou la décision qui crée ces risques.

Similairement et à la base de la fréquence de survenance et de gravité, on peut également classer les mêmes risques selon leur criticité en regroupant les risques qui se caractérisent par une criticité similaire en fonction de deux critères, la probabilité d'occurrence et la sévérité<sup>1</sup>:

La « *sévérité* » des effets et des conséquences (parfois appelée aussi « *gravité* », ce dernier terme ne devant pas être considéré que comme un terme général). La figure n°10 démontre les formes des graphes découlées de ce classement.

**Figure 11 : Classification des risques selon la criticité**



**Source :** Nguéna. J O (2008), Management des risques, Edition Ellipses, Paris, page77

<sup>1</sup> Heurtel. A (2003), « La gestion des risques techniques (sûreté de fonctionnement) et des risques de management », CNRS IN2P3/LAL Version 2.4 11/12, page5



### **2.2.2.1. L'analyse quantitative des risques**

L'analyse quantitative des risques est le traitement des risques identifiés en fonction de leur coût, de temps, et de leurs spécificités (Andrew W. Lo, 1999, page34). L'analyse quantitative se réfère donc à l'utilisation des techniques numériques et statistiques. Toutefois, il n'est pas toujours facile ou possible de recueillir des données nécessaires sur certains processus. Même s'il en est possible les données pourraient ne pas refléter la réalité (Tarantino A, 2008).

### **2.2.2.2. L'analyse qualitative des risques**

L'analyse qualitative des risques est le processus par lequel on évalue les risques qualitativement. L'analyse qualitative affecte des valeurs numériques aux risques classés en priorité pour orienter les efforts et les densités du traitement. Cette évaluation dépend jusqu'à ce jour de la connaissance des experts en management des risques<sup>1</sup>.

À titre d'exemple, la crise mondiale déclenchée en 2008 montre à quel point une famille de risques « image » (ou réputation) d'une organisation très performante peut être gravement altérée par une simple erreur de communication.

La classification des risques est le filtre qui permettra à l'entreprise de percevoir sa position, par conséquent chacun pourra le modifier et le personnaliser à sa complète convenance<sup>2</sup>. Le résultat de cette phase permet d'identifier les mesures de contrôle appropriées pour réduire ou éliminer les risques pendant le processus d'atténuation des risques.

## **2.3. Le traitement des risques**

Le traitement et le suivi organisationnel sont les pivots d'un management des risques efficace. Cette phase consiste à mettre en place des moyens pour se protéger contre les risques identifiés et analysés à priori. Le manager agit dans cette phase en fonction du résultat de l'analyse des risques. Il s'agit soit de les transférer vers une autre institution par exemple les institutions d'assurance, soit les éliminer soit de réduire l'impact des

---

<sup>1</sup> Wickboldt J. A, Bianchin.L. A, Lunardi .R. C, Granville.L. Z, Gaspary.L. P , Bartolini. C (2011), "A framework for risk assessment based on analysis of historical information of workflow execution in IT systems", Computer Networks 55,p.p 2954–2975, page2959

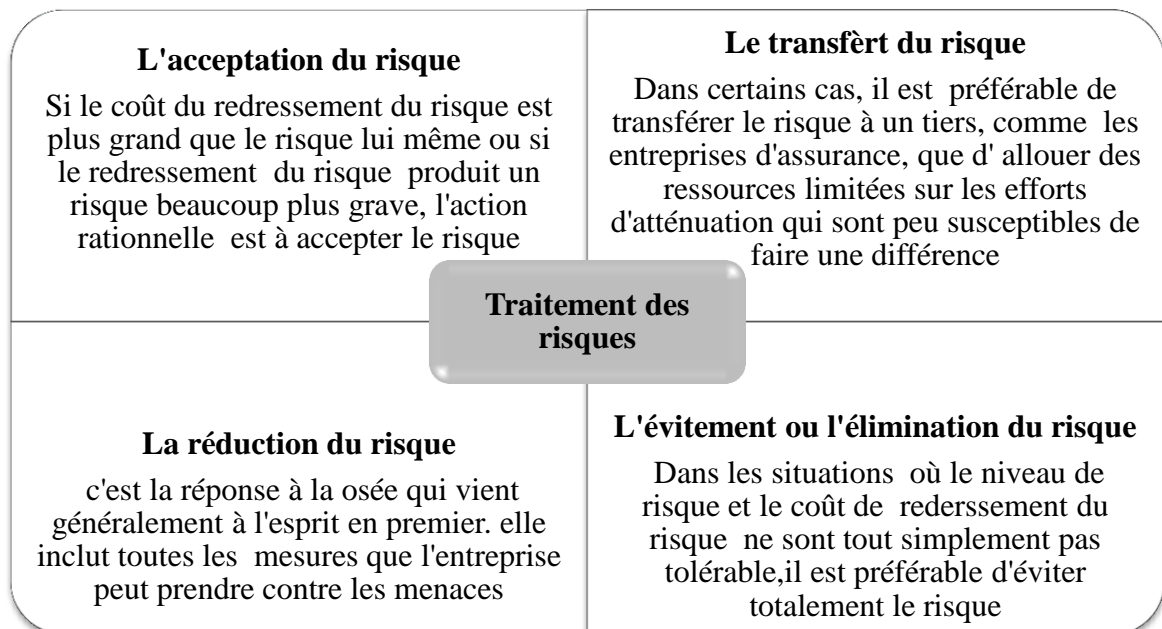
<sup>2</sup> Noirot. P et Walter. J (2010), Le contrôle interne : Des chiffres porteurs de sens !, Édition AFNOR, page30

conséquences du risque, ou accepter quelques risques particuliers. Le traitement des risques engage trois étapes principales<sup>1</sup>:

- La sélection des scénarios à haut risque à prendre en considération.
- Définir les mesures préventives possibles pour chaque scénario de risque élevé.
- Sélectionnez les mesures rentables pour tous les scénarios à haut risque.

Des mesures de traitement technique, organisationnel, juridique ou financières peuvent être prises ainsi que des mesures de prévention ou de protection (A. Bénard et al, 1994, page 113).

**Figure 12 : Le traitement des risques**



Source : <http://www.google.com/imgres?q=risk+treatment&hl=en&sa=X&tbo=d&biw=1314&bih=598&tbm=isch&tbnid=Y0InCESKP7o-eM:&imgrefurl=http://www.charitiesdirect.com/caritas-magazine/beyond-compliance>

Le but du traitement des risques n'est pas d'atteindre zéro risque, mais plutôt de contrôler le risque, grâce au maintien de conscience aux menaces et aux opportunités<sup>2</sup>. Il a généralement quatre finalités liées, celles-ci sont :

Pour éviter un risque, on élimine soit ses causes et / ou ses conséquences (Gary Stoneburner, et al, 2002, page27). Pour limiter le risque, on met en œuvre des contrôles qui

<sup>1</sup> Kontio. J, Englund. H, and Basili. V. R. (1996), "Experiences from an Exploratory Case Study with a Software Risk Management Method", UMIACS-TR-96-75, CS-TR-3705 August, page 15

<sup>2</sup> Elliott. D, Letza. S, McGuinness. M, Smallman. C (2000), "Governance, Control and Operational Risk: The Turnbull Effect", Risk Management, Vol. 2, No. 3 pp. 47-59, page50

minimisent l'impact négatif d'une menace (par exemple, l'utilisation de l'appui de prévention, de contrôle et de détection). La réduction de ceux qui ne peuvent pas être éliminés à un niveau «acceptable», ou vivre avec, doit être assurée en exerçant attentivement des contrôles qui les maintiennent à un niveau acceptable. La diversification des risques est une forme de réduction des risques, citant comme titre d'exemple la réduction du risque par distribution (l'investissement dans des actions multiples plutôt qu'en un seul). La protection, le contrôle, la maintenance (Chapman. R J. 2011, Page 228), et le transfert des risques par l'intermédiaire des institutions d'assurance, à une autre organisation (Anthony Tarantino 2008, page 177) sont aussi des formes de réduction des risques.

Le choix de la mesure appropriée nécessite de calculer l'alliance coût/bénéfice de chacune des mesures possibles<sup>1</sup>. Le produit de cette étape est constitué sous forme d'une liste de risques<sup>2</sup>.

**Tableau 5 : Description des risques**

Nom du risque	_____
Portée du risque	description qualitative des évènements, taille, type, nombre et interdépendances
Nature du risque	En général stratégique, opérationnelle, financière, liée aux connaissances ou à la conformité
Parties prenantes	Parties prenantes et leurs attentes
Quantification du risque	Importance et probabilité
Tolérance/Appétence pour le risque	Perte potentielle et impact financier du risque Valeur à risque Probabilité et amplitude des gains/pertes potentiels Objectif(s) de la maîtrise des risques et niveau désiré de performance

<sup>1</sup> Ebondo WA M. E et Zéghal. D, « Management des risques de l'entreprise : Ne prenez pas le risque de ne pas le faire ! », La Revue des Sciences de Gestion, 2009/3 n° 237-238, p. 17-26, page22

<sup>2</sup> Molenaar. K, Anderson S, Schexnayder. C (2010), Guidebook on Risk Analysis Tools and Management Practices to Control Transportation Project Costs, National Cooperative highway research program, Report 658, Washington p.23

Traitement du risque & Mécanismes de maîtrise	Principaux moyens par quoi le risque est actuellement géré Degré de confiance dans les moyens de maîtrise en place Identification des protocoles pour la surveillance des risques et leur examen
Actions d'amélioration Possibles	Recommandations pour réduire le risque
Développement de la stratégie et de politique face au risque	Identification de la fonction responsable de développer la stratégie et la politique face à ce risque

**Source :** Cadre de référence de la gestion des risques, Federation Of European Risk Management Associations, AIRMIC, ALARM, IRM: 2002, page 7

#### **2.4. Le suivi et l'amélioration continue**

Le caractère évolutif des risques sera pris en compte par une remise en compte régulière des plans de couverture et d'action. Les activités de contrôle sont les politiques et les procédures conçues pour fournir une assurance raisonnable quant aux mesures de traitement des risques (Bailey.A. et al, page166). La surveillance des risques peut être effectuée par la:

- Création d'activités de surveillance en cours pour réévaluer périodiquement les risques, et l'efficacité des mesures de contrôle des risques.
- Création de mesures périodiques de management des risques pour la direction au temps opportun ainsi que des communications périodiques avec les responsables en matière de contrôle des risques.

La comparaison des résultats réalisés avec les résultats attendus par le biais des plans et des budgets, et par rapport aux concurrents est un moyen de surveillance des changements dans l'environnement du risque. La prise des mesures pertinentes en temps opportun permet une réaction opportune par la direction (Andrew D. Bailey, Audrey A. Gramling, et Ramamoorti. S, 2003, page180).

## **Section 02: La naissance de la notion de risque dans la profession d'audit**

Certains risques sont considérés comme moins importants que dans le passé, tandis que d'autres reçoivent une plus grande attention (A Eilifsen et al, 2001, page198). La portée du risque s'est changée depuis l'avènement de l'audit traditionnel.

### **1. Du risque d'audit à l'audit des risques**

Chaque scandale financier au cours des 150 dernières années a renforcé un discours continu sur la compétence des auditeurs (Fraser Ian, Chris Pong, 2009, page 104). La naissance du concept du risque d'audit « *audit risk* » remontent aux années 1980<sup>1</sup>. En 1990, les normes internationales d'audit ont été révisées pour introduire des nouveaux concepts.

Le risque d'audit est la probabilité qu'un auditeur formule une opinion sans réserve sur des états financiers contenant des anomalies significatives. Traditionnellement, le risque d'audit a été considéré comme étant un risque affectant uniquement les conclusions d'une mission d'audit. Selon le glossaire de l'audit IAASB, le risque est défini par « le risque que l'auditeur exprime une opinion inappropriée lorsque les états financiers sont erronés de manière significative ».

C'est dans les années 1980, que les grands cabinets ont développé cette nouvelle forme d'audit dite le risque d'audit. D'après Bernard Colasse « le risque d'audit s'intéresse tout particulièrement aux chiffres comptables qui impliquent un jugement et une appréciation des dirigeants et peuvent relever de pratiques créatives ou frauduleuses»<sup>2</sup>. Le risque d'audit est inévitable, puisqu'il est impossible de vérifier l'ensemble des opérations. C'est une fonction d'inexactitudes importantes.

La notion du risque d'audit est directement liée à la troisième norme de travail qui consiste à recueillir des éléments probants suffisants pour soutenir l'opinion de l'auditeur<sup>3</sup>. Pour les professionnels, le risque d'audit se délimite en s'appuyant sur deux aspects principaux (Benoit Pigé, page 101):

---

<sup>1</sup> C. Flint Fraser.I. A.M, Hatherly. D. J. (2008), « Business risk auditing: A regressive evolution?-A research note », Accounting Forum 32 pp.143–147Page 144

<sup>2</sup> : Colasse. B (2012), Les fondements de la comptabilité, 2° éd., La Découverte, Repères, Paris, p. 87

<sup>3</sup> : Elliott C. A. Brumfield. R. K. and Jacobson. P. D(1983), "Should the risk of litigation, sanctions or an impaired reputation affect the conduct of an audit?", Journal of Accountancy, April, pp 60-61 p.61

- La compréhension de l'entreprise et l'identification des risques d'audit spécifiques à l'entreprise ;
- La mise en place effective d'un programme de travail permettant d'aboutir à une opinion sur chacun des risques identifiés.

Les auditeurs reconnaissent trois composantes dans le cadre du modèle du risque d'audit (audit risk model)<sup>1</sup>: le risque inhérent (RI), le risque lié au contrôle (RC), et le risque de détection (RD). Ces trois composantes sont explicitement définies et ne comprennent pas les éléments de risques de l'entreprise et surtout les éléments externes. Ceci peut être vu à partir de l'équation du risque d'audit (RA) de base:

$$RA = RI \times RC \times RD$$

Bien qu'il soit possible de subdiviser les composants du risque d'audit, il n'est pas possible d'y ajouter sans changer son sens (Elliott C. A et al 1983, page 63).

**1.1. Le risque de contrôle (Control risk):** Il s'agit du risque qu'une inexactitude pourrait se produire dans l'affirmation d'un solde d'un compte et que l'anomalie pourrait être importante, que ce soit individuellement ou cumulée avec d'autres anomalies, et quand celles-ci ne sont pas détectées en temps opportun, par le contrôle interne de l'entité<sup>2</sup>. Le risque de contrôle est le risque que des erreurs ne soient pas empêchées ou détectées par les systèmes du contrôle interne.

**1.2. Le risque de détection (Detection risk):** C'est le risque que des éléments probants obtenus soient insuffisants pour identifier des erreurs qui existent. C'est le risque d'émettre une opinion incluant une erreur et qui pourrait être importante et significative<sup>3</sup>, par exemple, l'existence d'une erreur dans le choix de la population d'audit ou d'élément objet de contrôle.

**1.3. Le risque inhérent (inherent risk):**

Il correspond à la probabilité qu'une ou plusieurs assertions (déclarations) contenues dans les états financiers, contiennent des anomalies significatives, et ce, sans tenir compte du

---

<sup>1</sup> Friedlob. G T., Schleifer. L L.F, (1999), "Fuzzy logic: application for audit risk and uncertainty", Managerial Auditing Journal, Vol. 14 Iss: 3 pp. 127 – 137, page 127

<sup>2</sup>: [http://www.accaglobal.com/content/dam/acca/global/pdf/sa\\_nov09\\_jones.pdf](http://www.accaglobal.com/content/dam/acca/global/pdf/sa_nov09_jones.pdf) , Student accountant 11/2009

<sup>3</sup> Libby. R. Artman. J T and. Willingha J. J (1985), « Process Susceptibility, Control Risk, and Audit Planning », The Accounting Review, Vol. 60, No. 2 (Apr., pp. 212-230, page 213

contrôle interne<sup>1</sup>, autrement dit, C'est le risque dû à une anomalie qui pourrait être importante soit individuellement ou cumulée avec d'autres anomalies sans avoir eu des actions de contrôle correspondante et pertinente.

La norme SAS 107 note que «si l'auditeur estime que les contrôles sont peu susceptibles de se rapporter à une affirmation ou peu susceptible d'être efficace, il devrait estimer le risque de contrôle au niveau maximum<sup>2</sup>. Le niveau de risque inhérent affecte directement le niveau de risque de contrôle. L'effet d'une quelconque modification du risque de contrôle est susceptible d'affecter l'étendue des travaux de planification de l'audit. Autrement, lorsque le risque inhérent est élevé, une réduction du risque de contrôle devrait avoir un effet considérable sur le risque de mission, et donc sur le niveau des travaux d'audit.

Pendant les années 1990, de grandes firmes d'audit ont annoncé le développement de nouvelles méthodologies. Il est également apparu qu'Enron était juste un exemple particulièrement important et bien desservi de ce qui est devenu une foule de faillites d'entreprises y compris Xerox, Worldcom, Parmalat, Ahold, Global Crossing et de Nortel. Ces affaires manifestent à un exercice critique de la profession d'audit (Dubuisson. T. S, 2009, p. 7). Des cabinets d'expertise comptable et d'audit ont été blâmés pour défaillances, ou accusé de complicité. Ces effets engendrent une inquiétude générale affectant le moral des professionnels et la confiance accordée aux auditeurs (Power. M, 2005, page 14). Ces comportements critiques peuvent mettre en danger la pérennité des entreprises. Par conséquent, les politiciens, les régulateurs et les professionnels d'audit ont ouvert des débats sérieux pour examiner ce qui s'est passé et ce qui peut être fait pour éviter ces scandales (Cooper. D. J, Neu. D 2006, page4) et améliorer les mécanismes de contrôle et de surveillance des entreprises. Les grands cabinets d'audit ont apporté des modifications substantielles à leurs méthodologies d'audit. Ils ont adopté le concept du risque d'entreprise comme une approche importante à l'audit et ont accru l'importance d'amélioration continue (Knechel, 2001; Lemon et al, 2000). L'auditeur est ainsi amené à évaluer les risques de l'entreprise.

Avec l'émergence de l'audit des risques de l'entreprise, les méthodes d'audit traditionnelles ont été complétées par de nouveaux processus d'audit fondé sur une perspective holistique

---

<sup>1</sup> : Messabia. N et Elbekkali. A, « Le modèle du risque d'audit appliqué dans un environnement complexe de Technologies de l'Information ». [www.reims-ms.fr/events/aim2009/pdf/Papier%20109.pdf](http://www.reims-ms.fr/events/aim2009/pdf/Papier%20109.pdf)

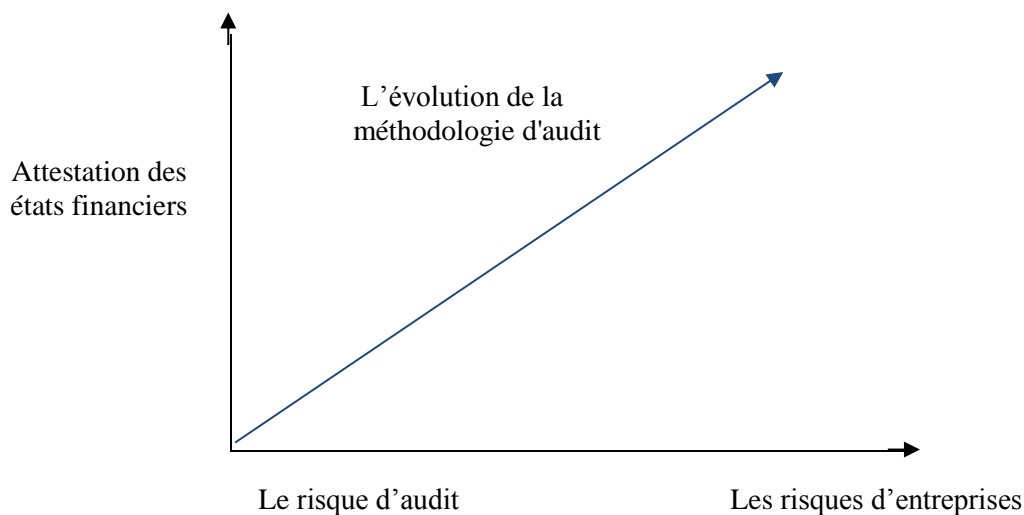
<sup>2</sup> Beasley. M. S.; Carcello.J. V(2008), GAAS Guide 2009 A Comprehensive Restatement of Standards for Auditing, Attestation, Compilation, and Review, IL : CCH Inc, Chicago, page 77

de haut en bas de l'entreprise auditée (Bell et al, 1997; Knechel, 2001). Cela implique une analyse approfondie de l'activité du client et la position stratégique de l'organisation<sup>1</sup>.

Le risque d'entreprise concerne principalement les objectifs de l'organisation. Il s'agit essentiellement du coût potentiel encouru si l'entreprise n'atteint pas ses plans stratégiques<sup>2</sup>. Il est considéré comme la probabilité qu'une action puisse se produire empêchant l'entité à atteindre ses objectifs. Cette définition du risque est beaucoup plus large que la notion de risque d'audit qui a influencé le travail des auditeurs au moins une décennie<sup>3</sup>.

La prise en considération des risques dans la mission a traversé un laps d'évolution, en partant de contrôle de la conformité jusqu'en allant à l'assurance d'efficacité et d'efficience comme il est montré dans la figure n°13. Le risque qui a été traité dans les missions d'audit auparavant, c'était le risque d'audit, qui survient du manque d'observation de l'auditeur lui-même. Les normes internationales ISA s'intéressent à l'évaluation d'un seul type des risques à savoir les risques des états financiers.

**Figure 13 : L'évolution de la méthodologie d'audit**



**Source:** Andrew D. Bailey Jr, Audrey A. Gramling, and Sridhar Ramamoorti (2003), Research Opportunities in Internal Auditing - The Institute of Internal Auditors, Altamonte Springs, Florida, page272

<sup>1</sup> Bruynseels. L, Willekens. M (2005), "Strategic Viability and Going-Concern Audit Opinions", Annual Congress of the European Accounting Association. Göteborg (Sweden), 18 - 20 May 2005, page3

<sup>2</sup>: Humphrey. C, Jones. J, Khalifa. R, Robson. K,(2004) "Business Risk Auditing and the Auditing Profession: Status, Identity and Fragmentation", Stream 7: Critical Accounting, page8

<sup>3</sup>:Thomas G. Calderon\*, John J. Cheh1(2002), A roadmap for future neural networks research in auditing and risk assessment, International Journal of Accounting Information Systems 3, p.p 203–236, page204



L'existence d'un risque d'audit peut conduire à une opinion d'audit inappropriée et, par conséquent, l'auditeur et tenue de planifier et exécuter sa mission pour réduire le risque d'audit à un niveau acceptable. L'auditeur doit préparer des procédures d'audit adapté au contexte afin d'obtenir des éléments probants suffisants et appropriés lui permettant d'établir ses conclusions nécessaires à l'expression de son opinion. Ainsi, l'auditeur dispose d'une bonne compréhension de l'environnement de l'entité pour évaluer le risque d'anomalies significatives. On sait que les entreprises font face à une variété de risques en raison de la nature de leurs activités, et de l'environnement dans lequel elles opèrent, dans ces conditions tous les risques sont liés plus ou moins directement aux objectifs de l'entreprise<sup>1</sup> et par conséquent tous les risques pourraient être significatifs. De plus, le développement technologique génère de par sa nature une multitude de risques non négligeable qui affectent directement ou indirectement les résultats financiers et la performance de l'entreprise<sup>2</sup>.

Une approche alternative apparaîtra donc dans l'histoire continue d'audit en vue de rationaliser les pratiques (Power, 2003), particulièrement, dans une période caractérisée par un accent sur le management des risques comme une approche rigoureuse du traitement de la complexité (Flint. C. et al. 2008, page144). Ces risques sont évalués à partir d'une connaissance du secteur d'activité de l'entreprise, d'une analyse des forces et faiblesses de l'entreprise (y compris au niveau stratégique), et d'une compréhension des procédures de contrôle interne de l'entreprise (Benoit Pigé, page 101) et de son environnement externe.

Il a été affirmé que l'évaluation des risques de l'entreprise est un élément essentiel de l'audit et que tout risque affectant les objectifs de l'entreprise, augmente également le risque d'audit (Knechel, 2001, 2007). Cette approche remet en cause la façon dont les auditeurs évaluent le contrôle interne et les risques de l'entreprise. Elle est vue comme une façon de «gérer» l'image de l'audit dans un climat où le risque et le management des risques sont des facteurs dominants. L'audit des risques de l'entreprise représente à la fois un changement technique dans la méthodologie, une légitimation externe et une justification interne des entreprises (Flint. C, Fraser.I.A.M, Hatherly. D.J 2008, p147).

Le management des risques de l'entreprise est devenu donc indispensable dans la conduite d'une mission d'audit. Cette approche reflète deux visions complémentaires Macro et

---

<sup>1</sup> : Abdullah. A. K, Al-Araj. R S (2011) « Traditional Audit versus Business Risk Audit:A Comparative Study - Case of Jordan », European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences Issue 40, pp74-91,page 76

<sup>2</sup> Schultz Jr J.J.. et al. (2010) / Accounting, Organizations and Society 35 238–251

Micro à la profession d'audit (P. Schick, J.Vera, O. Bourrouilh-Parege, 2010, page36). Cette approche par le fait de son influence diffère de la précédente par son accent mis sur les risques de l'entreprise du client et comment cela influe sur le risque d'audit.

Higson (1997, p. 213) a présenté l'un des premiers journaux annonçant l'approche d'audit par le management des risques. Il déclare que par la suite des pressions exercées par les auditeurs sur plusieurs années, on est finalement arrivé à réévaluer ce que l'audit cherche à atteindre. De ce fait résulte une remise en question de la façon dont cela doit être fait<sup>1</sup>.

C. Flint Fraser et al (2008) ont conduit une recherche sur l'attitude des auditeurs envers l'environnement du contrôle interne en prenant en considération les risques de l'entreprise et le management des risques et comment ceux-ci influent sur la conception du système de contrôle interne. Les participants ont été invités à évaluer l'efficacité et la pertinence du contrôle interne et le management des risques dans quatre cas d'organisations. L'échantillon pris est constitué de 10 entreprises dont six grandes et les autres de taille moyenne. Les participants ont la qualité de manager et d'auditeur sénior. Cette étude suggère que cette intégration du risque entrepris et du management des risques est plutôt évolutionnaire et non pas révolutionnaire,

Dans une étude différente, les auditeurs et les managers ont amené à examiner les cas dans lesquels se trouvent des inexactitudes, erreurs ou irrégularités. Les auditeurs ont évalué les éléments du modèle du risque d'audit, les risques d'entreprises et ont formulé des recommandations sur la mission d'audit et les coûts des honoraires. Lorsque la probabilité d'une erreur<sup>2</sup> est élevée, le modèle du risque d'audit domine en lui-même les risques de l'entreprise dans la description de la mission. Lorsque la probabilité d'une irrégularité<sup>3</sup> est élevée les risques d'entreprise dominent le modèle du risque d'audit dans la description de la mission.

L'approche d'audit par le management des risques n'est pas simplement indicative mais elle se révèle plutôt productive<sup>4</sup>. Elle offre une meilleure assurance pour l'entreprise auditée et pour sa stratégie. Cette méthodologie intègre à la fois un processus plus efficace au service des clients (entreprise auditée) et crée une valeur ajoutée en permettant à

---

<sup>1</sup> Higson, A. W. (1997). Developments in audit approaches: from audit efficiency to audit effectiveness. In M. Sherer & S. Turley (Eds.), *Current issues in auditing* (pp. 198–215). London: Paul Chapman Publishing.

<sup>2</sup> : Action de se tromper, faute commise en croyant vrai ce qui est faux ou inversement.

<sup>3</sup> : Caractère de ce qui n'est pas selon les règles, de ce qui ne suit pas les règles

<sup>4</sup> Robson. W. K, Humphrey, C, Khalifa, R, Jones, J (2007), « Transforming audit technologies: Business risk audit methodologies and the audit », *Accounting, Organizations and Society* 32 409–438, page 410

l'auditeur de se prononcer et en plus de conseiller le client sur les risques d'entreprise et ses conséquences sur les résultats comptables et financiers et sur sa performance. Alors que l'approche traditionnelle dite est orientée beaucoup plus vers la conformité.

De plus, l'approche d'audit par le management des risques est susceptible de diminuer les coûts de transactions (Boyd, 1999; Manson, 1997; Matthews, 2002; Power, 2000) surtout lorsqu'il s'agit de l'audit interne. Cela permet d'éviter d'installer deux fonctions incompatibles l'une de l'audit et l'autre de management des risques. La réduction des coûts de fonctionnement a été considérée comme un facteur essentiel expliquant la conception du programme méthodologique de l'audit par le management des risques de l'entreprise. (Robson. K et al, 2007, page105).

Cette approche encourage les auditeurs à intervenir sur les processus clés et les facteurs de succès de l'entreprise, ainsi les risques et les contrôles au sein de ces processus, par opposition à une approche fondée sur le contrôle des comptes financiers et des flux de transaction. L'argument consiste à dire si l'auditeur peut identifier les sources des risques de l'entreprise et s'assurer que le client dispose des systèmes appropriés pour surveiller et gérer ces risques, il n'y a alors que peu de valeur accorder aux tests approfondis de la stratégie. Avec le temps, il s'est avéré que l'approche par le management des risques permet de produire et de fournir davantage informations pour le client<sup>1</sup>. Dans cette ordre, la qualité d'audit se détermine par la qualité de la mission et des décisions prises et non pas par la position du cabinet d'audit sur le marché (Robson. K et al., 2007, page418). Autrement dit, la réputation de l'auditeur dépend toujours de ses qualités professionnelles. En effet, les changements dans la nature et les limites du travail d'audit créent des conflits potentiels avec les conceptions actuelles des praticiens (Curtis. E, S. Turley, 2007, page 450).

## **2. Le système de contrôle interne**

Le contrôle interne est à la fois un système d'information et un système d'organisation (Cappelletti. L, 2006). Le concept de contrôle interne lui-même connaît des évolutions, ce qu'on peut clairement toucher dans la variété de ses définitions. Fain & Faure (1948) indiquent dans leur livre « la révision comptable » que le contrôle interne *consiste en une organisation rationnelle de la comptabilité et du service comptable visant à prévenir, tout*

---

<sup>1</sup> Emer Curtis, Stuart Turley(2007), « The business risk audit – A longitudinal case study of an audit engagement », Accounting, Organizations and Society 32 439–461, page 445

au moins à découvrir sans retard, les erreurs et les fraudes. Dans cette conception, le contrôle interne est limité à la comptabilité. En 1962, le contrôle interne est défini par l'OEC<sup>1</sup> comme la mise en œuvre de méthodes, de moyens humains et matériels adaptés à l'entreprise et propres à prévenir, ou, tout au moins, à révéler sans retard les erreurs et les fraudes (Cappelletti. L 2006, page 32). L'Ordre des comptables agréés du Québec l'indique comme « *un l'ensemble des sécurités contribuant à la maîtrise de l'entreprise. Il a pour but d'un côté d'assurer la protection, la sauvegarde du patrimoine et la qualité de l'information, et d'un autre côté de faire appliquer les instructions de la direction et de favoriser l'amélioration des performances, il se manifeste par l'organisation, les méthodes et procédures de chacune des activités de l'entreprise pour maintenir la pérennité de celle-ci* »<sup>2</sup>.

Le contrôle interne contribue à assurer la qualité du reporting interne et externe, qui comprend également des procédures pour signaler immédiatement à des niveaux appropriés de la direction, les défaillances importantes du contrôle ou les faiblesses identifiées ainsi que les détails des mesures et actions correctives. Enfin, les contrôles internes contribuent à assurer la conformité aux lois, aux règlements et aux politiques internes. Un système du contrôle interne sera efficace si les contrôles prescrits sont exécutés et surveillés de manière fiable accompagné d'une documentation appropriée qui permet d'attester la traçabilité des contrôles effectués. Un SCI est efficient s'il est élaboré sur la base de la corrélation coût/ avantage.

Il est à noter qu'un système de contrôle interne efficace fournit une assurance raisonnable, mais non absolue, que l'entreprise ne sera pas désorientée dans la réalisation de ses objectifs d'affaires par des circonstances raisonnablement prévisibles<sup>3</sup>.

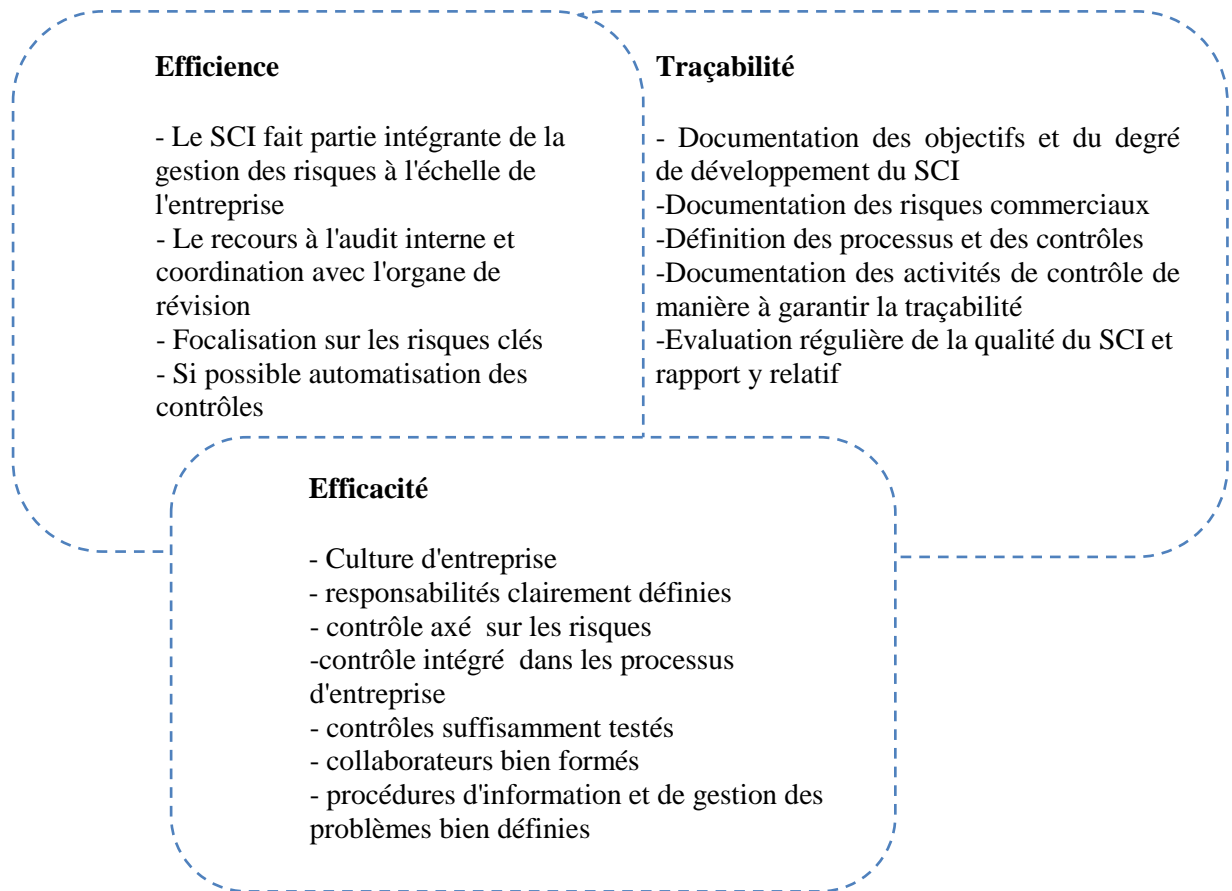
---

<sup>1</sup> : l'Ordre des experts-comptables et des comptables agréés

<sup>2</sup> Ordre des comptables agréés du Québec , « terminologie comptable »Vol. 1, no36 , Publication initiale : Mai 1983, Révision : Février 2012

<sup>3</sup>: Gerrit Sarens, Ignace De Beelde, (2006), "Internal auditors' perception about their role in risk management: A comparison between US and Belgian companies", Managerial Auditing Journal, Vol. 21 Iss: 1 pp. 63 – 80, page 65

Figure 14 : Les critères d'un système de contrôle interne



Source:

[http://www.pwc.ch/user\\_content/editor/files/publ\\_ass/pwc\\_sci\\_pleine\\_mutation\\_06\\_f.pdf](http://www.pwc.ch/user_content/editor/files/publ_ass/pwc_sci_pleine_mutation_06_f.pdf)

La question qui se pose dans ce passage : Pourquoi le système de contrôle est une notion collée à la mission d'audit ? Pour en répondre, on revient à la fameuse définition accordée à l'audit qui est « l'audit est le contrôle des contrôles », le premier contrôle revient à l'audit et le deuxième contrôle correspond au système de contrôle interne. Donc, l'audit est l'action de contrôle du système de contrôle interne. Les principales recherches en audit ont été conduites sur l'opinion d'audit en matière de l'évaluation du système de contrôle interne et de ses conséquences sur la planification des audits. En commençant par l'étude de Ashton réalisée en 1974, selon eux les travaux de recherche expérimentale ont servi à examiner les impacts des différents attributs du système de contrôle (ou l'évolution de ces attributs) d'efficacité des contrôles (voir Joyce et Libby, 1982 et Ashton, 1983) (Libby, R et al, 1985, page 212). Ils ont constaté que le modèle conceptuel largement accepté pour l'intégration des évaluations de contrôle interne dans le processus d'audit est le modèle du

risque d'audit par ses différentes versions (AICPA, 1981, 1983, ICCA, 1980) (Robert Libby, 1985, p 213).

L'appréciation du système du contrôle interne s'effectue en deux étapes. Premièrement : Par l'évaluation préliminaire du système à travers ses forces et faiblesses et puis en deuxième étapes, l'évaluation du respect de la mise en place de ses procédures en pratique (Robert Libby et al, 1985, page215). Par conséquent, l'existence d'une fonction d'audit interne peut réduire le niveau du risque de contrôle dans une zone de vérification particulière. Il est ainsi demandé aux auditeurs externes d'examiner l'évaluation du système de contrôle interne réalisée par l'auditeur interne<sup>1</sup>. La loi de Sarbones Oxley, la loi de sécurité financière et les directives auprès de la SEC aux Etats-Unis ont constitué les récentes mesures pour consolider la confiance des investisseurs<sup>2</sup>. Ils ont exigé l'évaluation des SCI dans toute mission d'audit.

En 1949, la Commission américaine sur les processus d'audit a proposé " le contrôle interne - Éléments d'un système coordonné et son importance pour la gestion, l'indépendance et la comptabilité publiques», dont la première définition de l'audit interne a été prononcée: l'audit interne comprend les règles d'organisation, de protection de sécurité des biens, la précision interne des données et leur fiabilité, ainsi que les mesures prises pour améliorer l'efficacité opérationnelle. En 1988, SAS (n ° 55) de l'institut Américain de Certification des comptes publics « American Institute of Certified Public Accountants (AICPA) » a proposé une autre définition dont la définition de l'audit interne couvre l'environnement de contrôle, les systèmes comptables et les procédures des politiques de contrôle.

Il doit être clair que les contrôles internes ne sont qu'un des moyens clefs du management des risques pour gérer les principaux risques organisationnels (Sarens. G, Ignace De Beelde, 2006 page65). C'est l'élément majeur à examiner par un auditeur. Au Royaume-Uni, le rapport Turnbull est le premier document public, qui a mis l'accent sur la relation du contrôle interne et des risques de l'entreprise. Contrairement du Cadbury qui n'a pas mentionné un lien explicite entre ces deux concepts. Dans le rapport COSO I et COSO II, l'évaluation des risques est identifié comme l'une des cinq composantes du système de contrôle interne.

---

<sup>1</sup> Maletta. M. J and Kid. T (1993), « The Effect of Risk Factors on Auditors' Configural Information Processing », The Accounting Review, Vol. 68, No. 3, Jul pp. 681-69, page 684

<sup>2</sup> Chong. Y Y , (2003),"A new look at investment risk - the organic risk management stance?", Balance Sheet, Vol. 11 Iss: 2 pp. 17 – 21, page18

En 2004, le COSO<sup>1</sup> publie son référentiel « le management des risques intégré » (*ERM-integrated framework (ERM)*) pour s'assurer que les organisations prennent en considération les stratégies, les activités et les rapports en conformité avec la loi. La mise en place d'un système de gestion des risques efficaces et la bonne gouvernance d'entreprise sont des facteurs clés de succès pour une organisation<sup>2</sup>. L'ERM se concentre sur huit facteurs principaux: l'environnement interne, l'établissement d'objectifs, l'identification des cas, l'évaluation des risques, la réaction des risques, les activités de contrôle, l'information, la communication et la surveillance. D'après le COSO 2, le contrôle interne fait partie intégrante du management des risques, car ce dernier doit permettre d'identifier les risques qui découlent de l'inefficacité et du dysfonctionnement du contrôle interne. En outre, le CI est un moyen pour assurer le bon fonctionnement et la bonne application des actions préventives et correctives prises dans le cadre du management des risques.

Le huitième rapport de Turnbull représente pour la première fois la clé du code Turnbull, avec le respect du contrôle interne qui se focalise principalement sur (Elliott. D. S L et al, 2000, page50) :

- La protection des droits des propriétaires et la protection des actifs grâce à des systèmes sonores de contrôle;
- L'examen régulier de l'efficacité des contrôles, et plus précisément sur les finances, les opérations courantes, la conformité et la gestion des risques;
- La nécessité d'implanter la fonction d'audit interne.

L'objectif fondamental de Turnbull est d'assurer autant que possible l'efficacité opérationnelle, l'efficacité et la fiabilité des rapports et la conformité interne et externe en maximisant les profits des actionnaires.

En avril 2005, l'Autorité des Marchés Financiers (AMF), a élaboré un cadre de référence de Contrôle Interne pour les sociétés faisant appel public à l'épargne. Basé sur des principes généraux, ce cadre de référence est compatible avec le référentiel américain COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) et en phase avec les 4<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> directives européennes. Ce cadre définit *le contrôle interne comme étant un dispositif de la société, défini et mis en œuvre sous sa responsabilité*, qui vise à assurer : la conformité aux lois et règlements, l'application des instructions et des

---

<sup>1</sup> : COSO: Committee of Sponsoring Organizations (of the Treadway Commission) – established in the USA to develop standards of Governance and Internal Control.

<sup>2</sup> : Ching-Wen Lin, Chih-Hung Wang, (2011),"A selection model for auditing software", Industrial Management & Data Systems, Vol. 111 Iss: 5 pp. 776 – 790, page778

orientations fixées par la direction générale ou le directoire, le bon fonctionnement des processus internes de la société, notamment ceux concourant à la sauvegarde de ses actifs et la fiabilité des informations financières, et d'une façon générale, contribue à la maîtrise de ses activités, à l'efficacité de ses opérations et à l'utilisation efficiente de ses ressources<sup>1</sup>.

Hampel, Turnbull et FRC (2005) imposent aux conseils d'administration d'assumer la responsabilité d'examiner tous les contrôles, et non seulement ceux relatifs à l'information financière. FRC (2005) également adopte une approche similaire, en recommandant que les conseils à considérer la déclaration de contrôle interne dans les rapport annuel comme une occasion d'aider les actionnaires à maîtriser les risques de contrôle et expliquer comment le contrôle interne traite ces risques<sup>2</sup>. Pour Turnbull la gestion des risques et le contrôle interne sont des synonymes (Page et Spira, 2004a).

D'après L'autorité des Marchés Financier, cadre de référence page 7 et 8 mis en ligne le 22 juillet 2010 8/36, le dispositif de gestion des risques vise à identifier et à analyser les principaux risques de la société. Les risques qui dépassant les limites fixées par la société, doivent être traité, et dans le cas échéant ils font l'objet de plans d'action. Ces derniers peuvent prévoir la mise en place de contrôles. Les contrôles à mettre en place relèvent du dispositif de contrôle interne. Ainsi, ce dernier concourt au traitement des risques auxquels sont exposées les activités de la société. Donc, on peut dire que le contrôle interne est le point de départ et d'arrivée dans ce processus de management des risques.

En effet, la mission de l'auditeur consiste à analyser les risques qu'ils soient opérationnels, financiers ou de conformité, susceptibles d'affecter la réalisation des objectifs fixés par l'organisation, puis à s'assurer qu'il existe un dispositif de contrôle interne parfaitement adapté à sa situation et, si tel n'est pas le cas, à faire toutes les propositions nécessaires pour y pourvoir. La publication COSO a changé la façon de concevoir le contrôle interne et a souligné son importance, en particulier dans *la réalisation des objectifs d'une entité et à l'encourager à recentrer l'attention sur ses systèmes de contrôle interne afin d'assurer la fiabilité du processus des rapports financiers* (Carmona. P. I 2008, p.14).

---

<sup>1</sup> Sourour A Le rôle de l'auditeur interne dans le processus de gouvernance de l'entreprise à travers l'évaluation du contrôle interne. [http://cermat.iae.univ-tours.fr/IMG/pdf/Communication\\_S.AMMAR.pdf](http://cermat.iae.univ-tours.fr/IMG/pdf/Communication_S.AMMAR.pdf),

<sup>2</sup> Fraser. I, William. H , (2007),"Embedding risk management: structures and approaches", Managerial Auditing Journal, Vol. 22 Iss: 4 pp. 392 – 409, page393



### **- Les lacunes du COSO**

Le problème de contrôle interne est observé à un niveau de gravité croissante en fonction de ses faiblesses importantes<sup>1</sup>. De ce fait, le COSO n'est pas parfait comme référentiel, il a fait l'objet de plusieurs critiques de la part des professionnels. Des lacunes ont été détectées à l'origine du référentiel notamment celle citées par Grant Purdy<sup>2</sup> en février 2011 dans une interview, dans la synthèse, ces critiques se résument dans les points suivants<sup>3</sup>:

- Premièrement, le modèle COSO ERM ne met pas assez l'accent sur le traitement des risques.
- Deuxièmement, lors de l'identification des événements, le code mentionne les facteurs externes, mais la majorité de la discussion se concentre sur les facteurs internes, des systèmes, de la culture, etc. Le processus COSO commence par l'environnement interne et non pas par l'environnement externe. Cela ne tient pas en compte l'environnement des affaires, les conditions réglementaires, et les intervenants externes, qui ont un fort impact sur l'entreprise, sa culture organisationnelle, et la façon par laquelle celle-ci classifie ses risques. Cela peut facilement conduire à des organisations axées vers l'intérieur sans pour autant identifier les risques émanant de facteurs externes.
- Troisièmement, les parties prenantes externes, ne sont pas mentionnées dans le référentiel, et leur influence sur les décisions est négligée ce qui permet de dire que toute une catégorie des risques est omise. Il s'agit d'une lacune critique.
- Quatrièmement, le COSO mesure le risque en fonction de la probabilité d'un événement et de ses conséquences "typiques". Toutefois, ce n'est pas toujours accessible d'avoir les mêmes conséquences à chaque fois qu'un événement se produit. Le risque est l'opposé à la certitude, et la certitude est à l'opposé de l'incertitude, alors quand le risque est lié à l'incertitude, la possibilité de l'apprécier comme une opportunité existe toujours, par contre le COSO ERM le traite comme une action purement négative qui engendre généralement une perte. La pensée dans

---

<sup>1</sup> Jayanthi Krishna(2005), « Audit Committee Quality and Internal Control: An Empirical Analysis », The Accounting Review, Vol. 80, No. 2, pp. 649-675, page 649

<sup>2</sup> Grant Purdy is a highly respected, veteran risk practitioner based in Melbourne, Australia. He chairs the committee that developed the excellent Australia/New Zealand 4360 risk management standard and has been an active and influential member of the global team that gave us the fine ISO 31000:2009 risk management standard.

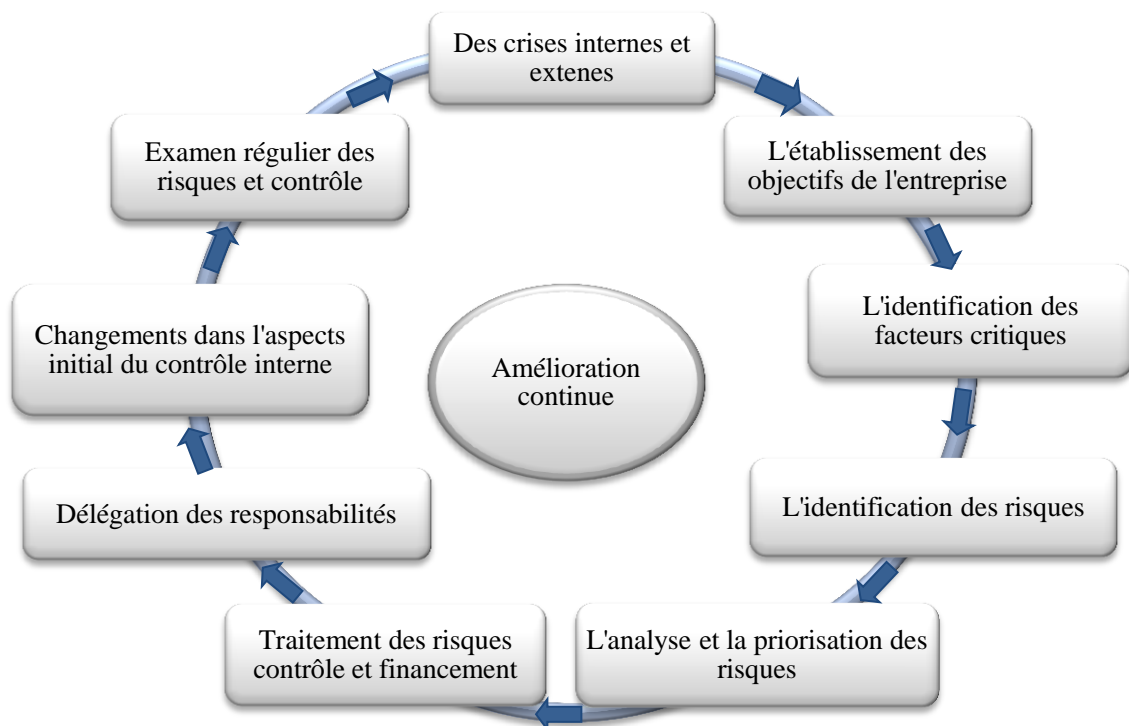
<sup>3</sup> 10 reasons of weaknesses of COSO, <http://normanmarks.wordpress.com/2011/02/21/10-reasons-not-to-like-the-coso-erm-framework-%E2%80%93-a-discussion-with-grant-purdy/>

le COSO n'est pas assez mature pour apprécier et expliquer que le risque est tout simplement l'effet de l'incertitude et que les résultants de la prise de risque peuvent être bénéfiques, néfastes ou les deux à la fois.

- Il y en a une confusion dans l'ensemble des composants que ce soit pour « les réponses aux risques», «les activités de contrôle» et «le suivi». La plupart des professionnels qui l'utilisent, touche la difficulté de séparation de ces phases.

Le cadre de contrôle interne du COSO a besoin d'une mise à jour à l'effet de le rendre plus court, plus ouvert et moins imparfait<sup>1</sup>.

**Figure 15 : La relation entre le management des risques et le contrôle interne avec les objectifs de l'entreprise**



**Source:** Letza. D. E. Steve, McGuinness. M, Smallman. C (2000), “Governance, Control and Operational Risk: The Turnbull Effect”, Risk Management, Vol.2, No. 3 pp. 47-59, page51

L'efficacité des contrôles internes à contrôler le risque comprendrait les éléments suivants (Tarantino. A, 2008, page15):

<sup>1</sup> Why the COSO Frameworks Need Improvement  
<http://www.irmi.com/expert/articles/2005/leitch04.aspx>

- Identifier les processus d'affaires, en particulier ceux affectant l'information financière.
- Identifier les risques associés à chaque processus.
- Identifier les contrôles internes utilisés pour atténuer les risques pour chaque processus.
- Créer une hiérarchie de processus d'affaires, des risques et des contrôles.
- Identifier les tests à utiliser pour déterminer l'efficacité des contrôles internes.
- Tester les contrôles internes et publier les résultats.
- Fournir une opinion quant à l'efficacité des contrôles.
- Si les contrôles sont jugés inefficaces, recommander des changements (remédiations) et retester les commandes.
- Créer et entretenir une bibliothèque de documentation sur les processus, risques, contrôles, tests, résultats, activités d'assainissement, etc impliqués dans le processus de risque / contrôle.

Il peut exister une confusion entre le contrôle et le monitoring. Selon COSO, le contrôle des activités du management des risques d'entreprise sont les politiques et les procédures qui aident à assurer que les procédures visant à contrecarrer les risques sont appliquées. Par contre, le monitoring concerne le processus entier du management des risques d'entreprise et son fonctionnement (Ebondo. WA M. E, 2009, page13).

### **Section 03 : L'audit par le management des risques**

Il semble que dans un monde en évolution rapide et très complexe toutes les entreprises sont confrontées à des risques, par conséquent, l'adoption d'un management des risques dans une entreprise en général et dans la profession d'audit en particulier devient indispensable. Philippe Ausseur prononce<sup>1</sup> "Comme tous les acteurs de l'économie, nous devons nous adapter à un horizon de certitude diminué mais avec toujours ce temps d'avance qu'on attend de nous. Cela nous impose des changements à 6 mois contre 6 ans auparavant, une réflexion menée en 6 semaines au lieu de 6 mois". Ceci entraîne plusieurs avantages à savoir (Griffiths. P 2005, page22):

- La focalisation des travaux sur les actions les plus risquées, permet la réduction du temps de la prise des décisions.

---

<sup>1</sup> A la une, Contrôler les contrôleurs Le nouvel Economiste - n°1482 - Cahier n°2 - Du 25 juin au 1er juillet 2009 – Hebdomadaire, page 27

- Moins de surprises dans l'exécution des décisions et des résultats attendus.
- Plus de satisfaction des entités auditées.
- La sauvegarde d'une bonne image et une bonne réputation
- La réalisation des travaux nécessaires correctement et avec la meilleure façon "*focus on doing the right things in the right way*".
- L'intéressement aux actions influençant les objectifs de l'entreprise.
- La promotion des actions innovatrices.
- La réduction des coûts d'assurance.

C'est quoi l'approche d'audit par le management des risques ou l'audit axé sur le risque? C'est un processus, une approche, une méthode et un état d'esprit à la fois. La façon la plus simple de penser à l'audit axé sur le risque est théoriquement de vérifier les choses qui comptent vraiment pour l'organisation (Griffiths. P, 2005, page5). Jeppeson (1998) a décrit cette approche comme un processus d'intérêt mutuel entre les dirigeants d'entreprises et les auditeurs (C. Flint Fraser.I. A.M, Hatherly. D. J, 2008, page 144). L'approche touche l'audit des systèmes, des procédures et des processus, quel que soit l'activité dans laquelle ceux-ci opèrent. L'auditeur utilise la notion de management des risques pour représenter les facteurs et les conditions susceptibles d'affecter la capacité de l'entreprise à exploiter son processus de management efficacement (Eilifsen, Knechel, & Wallage, 2001). En effet, les risques de management peuvent influencer la sincérité et la fiabilité des déclarations de la direction de l'entreprise et de sa situation financière<sup>1</sup>. Lemon et al. (2000) suggèrent que cette approche «top down» commence par les processus d'affaires et arrive aux états financiers, offrant une plus grande efficacité et efficacité, une meilleure gouvernance d'entreprise et une cohérence au niveau international (Humphrey. C et al, 2004, page 9).

L'approche d'audit par le management des risques nécessite des compétences multidisciplinaires pour être en mesure d'évaluer la position d'une entreprise dans son environnement, sa stratégie et ses opérations. La nécessité d'une assurance indépendante soulève la question de savoir si le management des risques et d'audit interne doivent être séparés. L'argument est que l'auditeur devient trop impliqué dans le processus de management des risques afin de maintenir son indépendance (Ian Fraser, William Henry 2007, page393). Dans d'autres initiatives de recherche similaires, des dirigeants insistent sur l'approche traditionnelle de l'audit qui consiste à l'assurance de la conformité dans

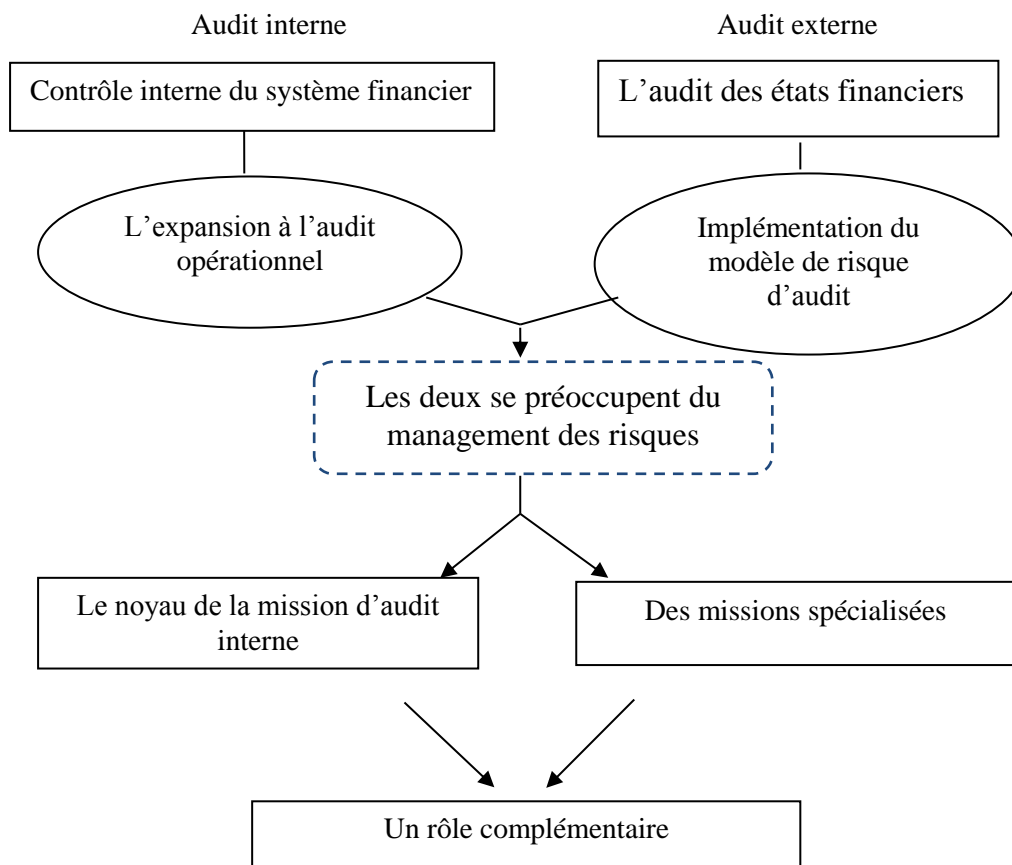
---

<sup>1</sup> : International Federation of Accountants (IFAC), 2008, ISA 315, 22-40

l'application des contrôles mis en place<sup>1</sup>. De ce fait, les institutions internationales ont été soumises à un débat critique qui les a interpellés à renégocier l'identité professionnelle des auditeurs et élargir leurs compétences sur d'autres domaines d'expertise.

On s'attend alors à une équipe d'audit à un plus large éventail de compétences y compris des spécialistes en informatique en assurance, des fiscalistes et des consultants, dans d'autres domaines et moins de commissaires aux comptes et de comptables. L'élargissement de l'équipe nécessite une forte coordination et un partage d'information entre ses membres (Eilifsen. A et al, 2001, page 197). La figure suivante démontre les différentes escales d'évolution de la profession d'audit interne et externe

**Figure 16 : Les points de convergence entre l'audit interne et l'audit externe**



**Source:** Andrew D. Bailey Jr., Audrey A. Gramling, and Sridhar Ramamoorti (2003), Research Opportunities in Internal Auditing, The Institute of Internal Auditors, Altamonte Springs, Florida, page271

Plusieurs raisons participent à la promotion de cette approche parmi lesquelles<sup>1</sup> :

<sup>1</sup> Lam. J (2003), "Ten Predictions for Risk Management", The RMA Journal May, pp.84-87, page85

- Le rythme du changement s'accélère, et une concurrence accrue. En effet, Les entités auditées font de nouveaux modèles d'organisation qui nécessitent des audits d'évaluation,
- La préoccupation et la responsabilité de détecter les fraudes résultant des états financiers erronés ou douteux.
- Les opinions d'audit non qualifié dues généralement à des contrôles inadéquats du risque ou de mauvaise sélection d'échantillon objet de test. Pour cela, le modèle du risque d'audit (ARM) persiste comme une aide importante pour la planification de l'audit et de l'organisation, mais il n'est plus suffisant.

Selon Etienne Barbier (1999, page 26,27): « Cette seconde approche (l'approche d'audit par le management des risques) peut être plus délicate à mettre en œuvre, mais elle est mieux raisonnée et plus pertinente car elle permet un bon maillage consolidé et matriciel des risques, et comporte moins de danger de dérive bureaucratique que l'approche traditionnelle précédente. Elle n'ignore pas les risques, souvent cachés, inhérents au fonctionnement en réseau. Elle est aussi mieux adaptée pour répondre à des préoccupations de direction car elle distingue clairement les risques stratégiques et les risques d'exploitation ». L'audit par le management des risques convient adéquatement aux nouvelles structures organisationnelles qui en découlent en réaction aux crises internationales qui ont frappé au fond les institutions financières et les entreprises, en particulier, les multinationales. Parlant ici des structures ad hoc qui nécessite moins de formalité en mode de fonctionnement par rapport aux structures rigides. Ce genre de structure est caractérisé par un ajustement mutuel dont les rôles des différents acteurs est bien défini et basé essentiellement sur des processus et non pas sur des procédures.

Revenant à la pratique de l'approche traditionnelle d'audit, la mission était beaucoup plus orientée vers le contrôle de la conformité avec les lois et les procédures et moins orientée vers le fonctionnement de l'entreprise vis-à-vis de ses objectifs stratégiques et par rapport à sa survie sur un marché concurrentiel. L'approche d'audit axée sur les risques permet de traiter de différents risques en même temps. Elle s'appuie sur leur revue critique, en vue d'aboutir à l'appréciation et à l'évaluation des processus en place. En ce sens, l'audit s'applique à des domaines divers, dont la logique commune est une revue des risques, afin de déterminer les principales zones critiques à examiner (Dubuisson. S. T, 2009, p. 3-6).

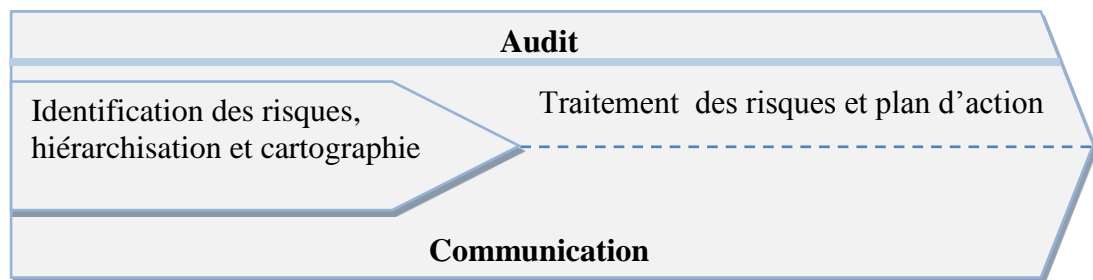
---

<sup>1</sup>. Peecher. M E, Schwartz. R, Solomon. I (2007), "It's all about audit quality: Perspectives on strategic-systems auditing" *Accounting, Organizations and Society* 32 463–485, page 465

L'approche d'audit par les risques est une approche qui met l'accent sur la réponse de l'entreprise au risque affectant la réalisation de ses objectifs (Abdullah. K A et al, 2011).

Une mission d'audit efficace comme est illustrée dans la figure n°12 requiert une structure de reporting et d'évaluation pour s'assurer que les risques sont effectivement identifiés et évalués et que les contrôles et les réponses appropriées sont en place. Ensuite, des audits doivent être effectués régulièrement afin d'identifier les possibilités d'amélioration comme une action de surveillance et d'adaptation aux changements internes dans l'entreprise et dans son environnement externe dans lequel elle opère (Phil Griffiths 2005 page25). La communication doit exister entre tous les acteurs impliqués dans l'engagement, sous une forme orale et écrite. Les opinions et les commentaires doivent être fournis et diffusés aux membres de l'équipe chargée du processus d'audit<sup>1</sup> (La démarche sera présentée en détail dans le chapitre 03).

**Figure 17 : L'audit et le management des risques**



Source : Etablie par le chercheur

### **1. L'audit interne et le management des risques**

Le management des risques fonctionne conjointement avec la fonction d'audit interne ou la direction financière de l'entreprise en raison de leur connaissance des circuits de l'entreprise (Ebondo WA. M. E et Zéghal. D, 2009 page 159-160). À l'heure actuelle, seuls les auditeurs internes expérimentés ont une vaste expérience professionnelle exposant des performances supérieures sur des tâches de diagnostic tel que le management des risques. D'autres préconisent la création d'un gestionnaire des risques (risk manager) pour agir comme un catalyseur du processus de management des risques.

En 1999, la définition de l'audit interne donnée par l'Institut d'audit interne (IIA) stipule clairement que l'activité d'audit interne doit évaluer et contribuer à l'amélioration de la

<sup>1</sup> : Drumming, S. S, Kelvin. B , Colin O (2008), "Assessing risks in audit planning», Journal of International Business and Economics, Volume: 8, Issue: 1

gestion des risques, de contrôle et de gouvernance (Sarens. G, De Beelde. I, 2006, page66), « L'audit Interne est une activité indépendante et objective qui donne à une organisation une assurance sur le degré de maîtrise de ses opérations, lui apporte ses conseils pour les améliorer, et contribue à créer de la valeur ajoutée. Il aide cette organisation à atteindre ses objectifs en évaluant, par une approche systématique et méthodique, ses processus de management des risques, de contrôle, et de gouvernement d'entreprise, et en faisant des propositions pour renforcer leur efficacité »<sup>1</sup>.

Cinq ans plus tard, En 2004 et en réponse à COSO-ERM, qui a créé un mouvement mondial vers une approche de management des risques, l'association internationale d'audit interne *l'international Association of Internal audit* publie son article «Le rôle de l'audit interne dans le management des risques » "*The role of internal auditing in enterprise-wide risk management*,". D'après ce dernier, les auditeurs internes jouent un rôle primordial dans le but de fournir une maîtrise sur les principaux risques de manière appropriée et sur l'efficacité du fonctionnement du contrôle interne (Sarens et De Beelde, 2006)<sup>2</sup>. Ainsi, elle propose le passage obligé par :

- La création d'un système de management des risques;
- L'évaluation des facteurs de risque ;

L'IIA (2004) met l'accent sur la séparation de l'audit interne du processus de management des risques, mais l'obligation pour les auditeurs internes de se prononcer sur la pertinence du management des risques conduit les auditeurs internes à s'impliquer pour une compréhension approfondie des risques (Fraser et Henry 2007, page396). Il est généralement considéré comme étant inapproprié à l'auditeur interne de gérer l'ensemble des risques, s'il le fait, il va agir comme le manager de l'entreprise (qui a toujours été considéré comme l'obstacle de son indépendance). Toutefois, si les leaders croient qu'il n'y a pas une autre fonction suffisamment indépendante pour mener ce rôle, alors d'un point de vue pragmatique, il n'y a que l'audit interne qui peut être en mesure de prendre en charge (Griffiths. P, 2005, page53). Selon Beumer<sup>3</sup>(2006) le management des risques et d'audit interne utilisent les mêmes outils et la même démarche à savoir (Karagiorgos. T et al, 2009, page 547):

---

<sup>1</sup> : Définition approuvée le 21 mars 2000 par le Conseil d'Administration de l'IFACI. Traduction de la définition internationale approuvée par l'IIA le 29 juin 1999

<sup>2</sup> : Laura de Zwaan, Stewart. J, Subramaniam. N, (2011), "Internal audit involvement in enterprise risk management", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 26 Iss: 7 pp. 586 – 604, page 587

<sup>3</sup> : Beumer, H. (2006) "A Risk – oriented Approach", *Internal Auditor*, pp. 72-76.



- Des cartes de risques qui permettent d'identifier les risques.
- Des objectifs et stratégie utilisée comme point de départ pour l'évaluation des risques.
- Un plan d'action défini et la mise en œuvre de mesures d'atténuation des risques.
- Un suivi sur les progrès de la mise en œuvre des plans visant à surveiller les risques d'une façon permanente.

En 2005, une enquête a été conduite par Griffiths. P sur un ensemble de chefs d'entreprises. L'enquête fait l'objet des constats sur l'évolution de leurs réponses durant trois ans à la question suivante : est-ce que l'assurance de la conformité aux lois et procédures est l'objectif principal de l'audit interne ? Les réponses à cette question montrent clairement que ce n'est pas le cas. Et puis, si ce n'est pas le cas, quels sont donc leurs objectifs principaux? Les enquêtés doivent choisir l'approche qui a été suivie et les risques maîtrisés. Les résultats sont illustrés dans le tableau ci-dessous qui présente les résultats obtenus :

**Tableau 6 : résultat de l'étude de Griffiths. P**

Les préoccupations	Les résultats par pourcentage		
	2000	2002	2004
Les risques d'entreprise	40	72	89
Les états financiers	23	7	1
Les systèmes opérationnels	20	10	2
Contrôle de conformité	10	6	1
Consultation interne	4	1	1
rapport qualité-prix	2	2	0
La gouvernance d'entreprise	1	2	6

**Source:** Griffiths. P (2005), Risk-based Auditing, Gower Publishing, England, page7

D'après les résultats, on constate que le contrôle de conformité est en décroissance, il est passé de 10% en 2000 à 1% en 2004, et même les 10% en 2000 ne sont pas suffisantes. En comparant ses résultats avec la préoccupation aux risques d'entreprise, le taux est croissant, il passe de 40% en 2000 jusqu'à 89% en 2004, ce taux est censé être plus élevé après 2007. Les autres tâches sont aussi en situation de régression, sauf pour le cas de la préoccupation à la gouvernance d'entreprise qui se caractérise par une lente croissance.

Cela n'est qu'une image de la réalité et de l'évolution de l'audit interne, dont le management des risques devient le noyau de son travail et son objectif primordial. Ceci ne veut pas dire que les autres processus de contrôle ne sont pas importants, mais ils sont peu susceptibles de rester au centre dominant (Griffiths.P, 2005, page 8-9) .

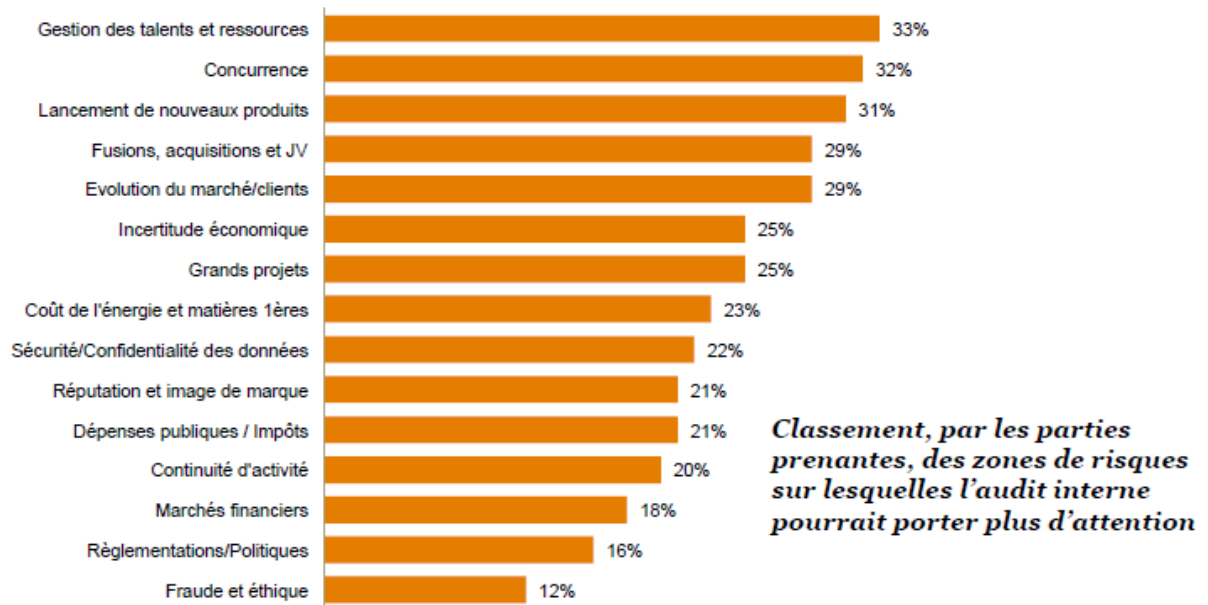
Le 11 avril 2012, Une enquête internationale a été conduite par le cabinet international d'audit *pricewaterhouse coopers* sur l'importance croissante du management des risques en entreprise et sur les attentes élevées quant à la contribution de l'audit interne à ce sujet. L'échantillon de l'étude sélectionné est constitué de :

- Près de 100 parties prenantes interrogées individuellement, parmi elles des membres de conseil d'administration et des dirigeants.
- Plus de 660 parties prenantes et 870 directeurs d'audit interne ayant répondu à un sondage en ligne. Dont l'ensemble des enquêtés font partie de 64 pays différents et de 16 secteurs de divers activité. Les constats de cette enquête ont été structurés sous trois axes :
  - 1- Le premier axe consiste à une comparaison entre les risques maîtrisés par les auditeurs internes d'un côté et les parties prenantes d'un autre côté.
  - 2- Le deuxième axe consiste en un classement effectué par les parties prenantes, des zones de risques sur lesquelles l'audit interne pourrait porter plus d'attention.
  - 3- Et enfin ils ont déterminé les attributs d'excellence de l'audit interne

Pour le premier axe, il a été constaté qu'il n'y avait pas une très grande différence entre les risques maîtrisés par les différents acteurs cités, surtout lorsqu'il s'agit des risques concernant les marchés financiers, la concurrence, la réputation, l'image de marque, le coût d'énergie et de la matière première, la réglementation, l'incertitude économique et la continuité d'activité, dont le taux de divergence ne dépasse pas les 3%. L'écart est important dans les taux de maîtrise des risques relatifs à la sécurité des données, la fraude et l'éthique, fusion et acquisitions, le lancement de nouveaux produits et la gestion des talents et des ressources dont le taux de maîtrise des parties prenantes est supérieur de celui des auditeurs internes.

Pour le deuxième axe, le graphe ci-dessous illustre les classements en zones à risques qui pourraient avoir plus d'attention de la part des auditeurs internes.

Figure 18 : Classement de zones des risques selon l'enquête de *pricewaterhouse coopers* (2012)



Source : Enquête 2012 sur l'audit interne

[https://form.pwc.fr/dev/formulaire\\_pwc\\_publication/formulaire\\_pwc\\_publication\\_1.0.0/index.php?tmplvarid=57&id=4275](https://form.pwc.fr/dev/formulaire_pwc_publication/formulaire_pwc_publication_1.0.0/index.php?tmplvarid=57&id=4275)

Il indique que les risques relatifs à la concurrence et la gestion des talents se trouvent au sommet des préoccupations, et que, les risques de la fraude et de la réglementation sont en bas de l'échelle. Cette analyse justifie le passage de l'audit de conformité à l'audit d'efficacité et d'efficacité.

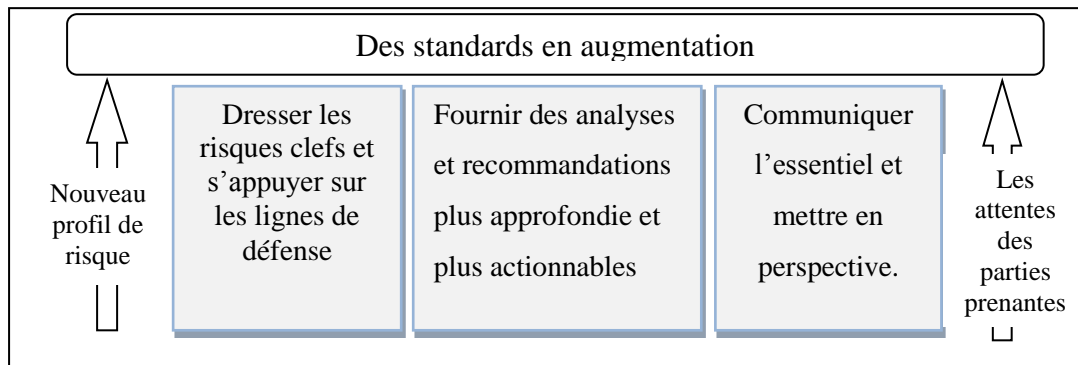
À la fin de cette enquête, 8 attributs d'excellence ont été tirés et adressés aux auditeurs internes :

- 1- La concentration sur les risques et les problématiques cruciales.
- 2- L'alignement de la mission sur les attentes des parties prenantes;
- 3- L'adaptation des compétences à fin de fournir de la valeur ajoutée;
- 4- L'engagement et la gestion des relations avec les parties prenantes;
- 5- La favorisation du service orienté au client;
- 6- L'offre d'un service efficace en termes de coût;
- 7- L'utilisation de la technologie de manière efficace;
- 8- La favorisation de l'amélioration de la qualité et de l'innovation.

En parallèle pour satisfaire les attentes des parties prenantes, il est recommandé de :

- Identifier et évaluer les risques clefs et s'appuyer sur les lignes de défense.
- Fournir des analyses et recommandations plus approfondie et plus actionnables
- Communiquer l'essentiel et le mettre en perspective.

**Figure 19 : Les recommandations de l'enquête de pricewaterhouse coopers**



Source : Enquête 2012 sur l'audit interne

## 2.L'audit externe et le management des risques

Un audit externe peut être défini comme un examen indépendant d'une entreprise duquel résulte un rapport destiné aux tiers de l'entreprise en matière de performance de management de celle-ci. Cette définition est élaborée à partir de celle suggérée par Churchill et Cyert (1966, p. 39)<sup>1</sup>. Similairement à ce qui est déclaré par John Innes et al, les rapports d'audit externe représentent une façon de fournir aux actionnaires et aux autres utilisateurs des informations suffisantes sur la situation de l'entreprise et la qualité de management (John Innes, Robert A. Lyon 1994, p 74).

De cette précédente définition, on peut entendre qu'il y a une véritable synergie entre le processus de management des risques et l'audit externe. Les tiers croient qu'un bon audit des états financiers a vocation de garantir un bon management mais cet audit externe à lui seul ne suffit pas (Conor. O, 1996, page 16). L'information financière et comptable des entreprises est sans doute juxtaposée à un éventail de domaines variés tels que la responsabilité sociétale des entreprises, la gouvernance d'entreprise et le risque. Toutefois, il est souvent reproché aux informations financières de ne pas être ajustées au contexte, mais de refléter simplement le passé et d'informer imparfaitement les investisseurs sur les

<sup>1</sup> Cited in John Innes, Robert A. Lyon, (1994), "A Simulated Lending Decision with External Management Audit Reports", Accounting, Auditing & Accountability Journal, Vol. 7 Iss: 4 pp. 73 – 93, page 73

performances futures des entreprises. D'une manière générale, la crédibilité de la comptabilité a été mise en question lorsque des sociétés auditées ont souffert de divers scandales. Ce qui a été relevé, est le fait que des comptes financiers ont été falsifiés, durant des années, par conséquent, les travaux des auditeurs ont perdu leur validité<sup>1</sup>. La première cause de cette défaillance est l'absence d'une approche appropriée pour quantifier les risques stratégiques et opérationnels.

Si un audit n'est pas en mesure de donner une assurance en matière de viabilité de l'entreprise, il serait difficile d'exprimer une opinion raisonnable sur l'efficacité et l'efficience des décisions des managers (Conor. O, 1996, page 6). Ces développements suscitent des questions sur le degré d'assurance requis par les parties prenantes, tandis que l'évolution des méthodologies d'audit a créé des champs d'engagement nouveaux aux auditeurs avec des dimensions distinctes tel que le management des risques.

Les auditeurs internes et les cabinets d'audit externe attestent que la focalisation sur le fonctionnement et les objectifs de l'organisation conduit à une plus grande efficacité et efficience d'un côté cela crée et d'un autre côté crée plus de valeur ajoutée pour les clients. Ian Fraser, Chris Pong<sup>2</sup> (2009) a proposé l'obligation d'examiner non seulement les risques financiers et comptables mais tous les risques qui affectent une entreprise. Ce raisonnement a mis l'accent sur la capacité des auditeurs externes à auditer des risques plus complexes que de ceux des états financiers et des comptes comptable notamment les politiques, économiques et autres.

Dans le domaine de l'audit externe par le management des risques d'entreprise, Michael De Martinis, Hironori Fukukawa, Theodore J. Mock en 2011, ont conduit une étude sur l'application de cette approche par des cabinets d'audit. Ce qui est nouveau dans cette étude c'est que l'échantillon de cabinets d'audit fait partie de deux pays différents, l'Australie et le Japon et que les variables de cette étude associent les caractéristiques des clients audités et les pays correspondants. Ils ont constaté donc que les deux pays adoptent les mêmes standards mais l'application est complètement différente. Ainsi, lorsqu'il s'agit des caractéristiques des clients, ils constatent que le recours à la même approche diffère d'un client à un autre. De ce fait, ils concluent que les pays et les caractéristiques des clients ont un fort impact sur l'approche d'audit par les risques.

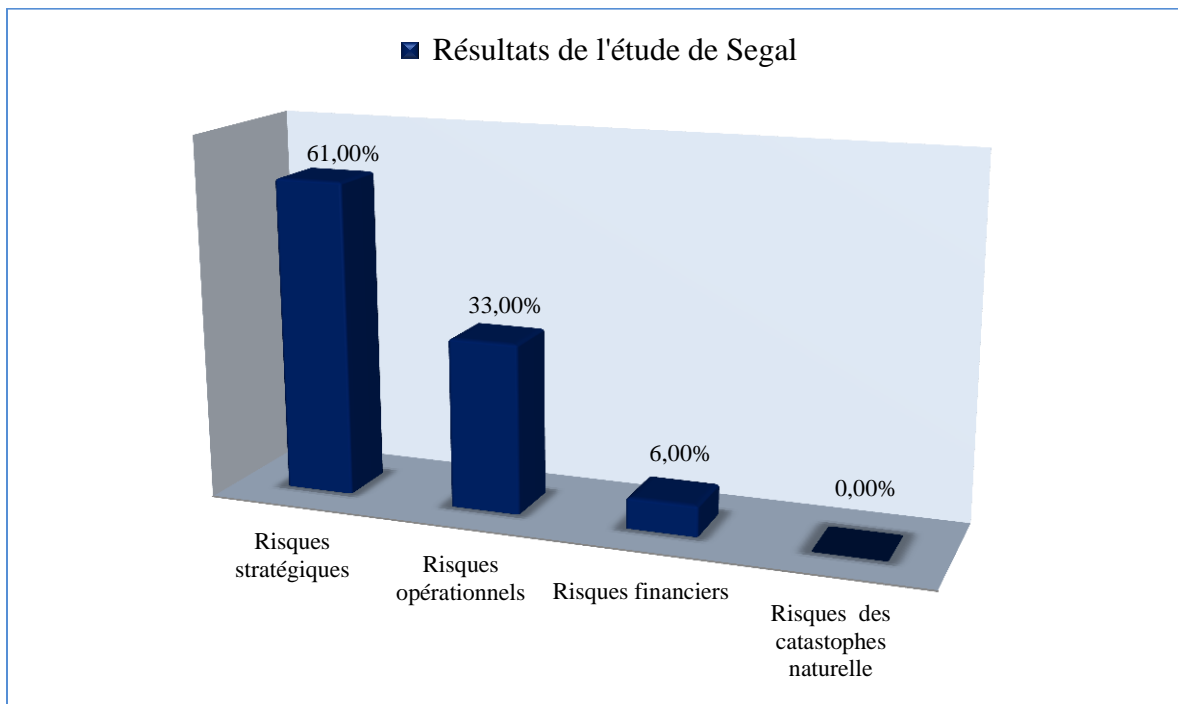
---

<sup>1</sup> : Roger K. Doost, (1999), "Computers and accounting: where do we go from here?", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 14 Iss: 9 pp. 487- 488, page 488

<sup>2</sup> Ian Fraser, Chris Pong (2007) "Special issue on The future of the external audit function", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 22 Iss: 6, pp

Une autre étude publiée sur un échantillon pris sur une période de six ans par « Mercer management consulting » examinant les événements déclencheurs pour les 100 plus fortes baisses de valeur d'un mois parmi les 1000 Fortunes entre 1993 et 1998. La grande majorité des risques déclencheurs sont des risques de la catégorie stratégique pour 61%, le tiers (33%) sont des risques opérationnels, et seulement 6% sont des risques financiers (Segal.S 2011, page29)

**Figure 20 : Résultats de l'étude de Segal**



**Source:** Etabli par le chercheur

Les résultats nous affirment la perception qui dit qu'un bon audit est celui qui prend en compte à la fois les risques financiers, opérationnels et stratégiques. Plusieurs autres recherches similaires à celle-là ont abouti au même résultat dont les risques opérationnel et les risques stratégiques sont plus significatifs que les risques financiers. Mais généralement, trois raisons principales poussent les auditeurs à éviter ces catégories/  
Premièrement, l'incapacité à quantifier les risques stratégiques et opérationnels

Deuxièmement, les mythes en ce qui concerne l'importance des risques financiers, une deuxième source met un accent disproportionné sur les risques financiers et dont la croyance est que les risques financiers sont les plus importants et représentent la majorité

des risques qui menacent le plus une entreprise (Sim Segal, 2011, page 28). Troisièmement, avoir l'esprit des analystes financiers.

L'audit est considéré comme une activité sociale, elle assure la survie et la performance de l'entreprise en respectant leur environnement social<sup>1</sup>. Liesbeth Bruynseels et al en 2006 ont fait un état des lieux sur un ensemble d'entreprises industrielles américaines susceptibles de faire faillite sur la période de (1998- 2001). Ils constatent que les cabinets d'audit qui utilisent une méthodologie d'audit par le management des risques de l'entreprise sont moins tentés d'émettre une opinion sur la continuité d'exploitation sur les entreprises qui finiront par la suite à faire faillite. De ce fait, ils ont suggéré que ces auditeurs devraient donner plus d'importance à l'examen des états financiers pour participer à la réduction de la détresse financière. D'autre part, ils ont constaté que les auditeurs qui sont appelés à faire des lever de trésorerie à court terme n'émettent pas une opinion sur la continuité d'exploitation sur les entreprises susceptibles de faire faillite quelque soit l'approche utilisée (Bruynseels. L, W. Knechel. R and Willekens. M , 2006).

Le fait d'adopter cette approche par les auditeurs externes est généralement accepté par l'entreprise elle-même et même pour les parties prenantes. Et ceci bien que l'auditeur externe soit plus indépendant que l'auditeur interne. L'auditeur externe a pour mission d'attester, par son rapport, la situation du management des risques et du contrôle interne (Phil Griffiths 2005 page43). La position des auditeurs externes à l'égard du management des risques et de contrôle interne ne peut excéder les responsabilités assumées par les responsables de la gouvernance.

---

<sup>1</sup> Humphrey, C., & Moizer, P. (1990). From techniques to ideologies: an alternative perspective on the audit function. *Critical Perspectives in Accounting*, 1, 217–238.

## **Conclusion**

La méthodologie d'audit a connu beaucoup de changements notables au cours de ces dernières décennies suite à des facteurs de différentes natures à savoir :

- Les scandales financiers qui ont secoué plusieurs entreprises ;
- Les progrès technologiques comme outil d'audit ;
- Enfin le besoin d'améliorer la qualité d'audit et d'apporter une valeur ajoutée à l'entreprise auditée.

Dans la nouvelle approche d'audit, l'auditeur aura à mettre en évidence, les risques, les enjeux, les vulnérabilités, les opportunités manquées, mais aussi les synergies associées à une stratégie et une politique qui peuvent conduire à des remises en cause et à des modifications de niveaux élevés de management (Bouquin. H et al, 2010, page30).

L'utilisation de l'approche d'audit par les risques augmente le niveau des honoraires des missions d'audit mais en parallèle, elle diminue les pertes et permet de saisir les opportunités à temps. C'est un moyen de faire accepter que la meilleure manière de s'assurer que les ressources internes et externes d'une entreprise sont allouées efficacement.

Pour répondre à ce nouveau défi, où le risque d'entreprise est devenu un phénomène complexe majeur auquel les grandes entreprises se doivent réagir avec la célérité imposée par les nouvelles technologies. Les auditeurs donc d'aujourd'hui ont accès à un large éventail de techniques en offrant un bon potentiel au le management des risques et à l'audit. Selon Mitonneau. H (2007), c'est l'approche la plus moderne adoptée par la fonction d'audit interne. L'approche est fondée sur l'évaluation des systèmes et des processus plutôt que des emplacements ou des branches. L'approfondissement de cette approche et le développement d'une réflexion sur ses attentes restent d'actualité et le resteront sans doute longtemps encore .

Le choix des techniques et le degré d'utilisation des méthodes efficaces sont davantage fonction du contexte. Plusieurs techniques d'intelligence artificielle sont appelées pour aider le management des risques. C'est dans cette vision qu'on va essayer d'introduire les réseaux de neurones artificiels appliqués au management des risques comme un outil de l'audit.



## **Chapitre 03 : Les réseaux de neurones artificiels et le management des risques, un outil de l'audit**

### **Introduction**

Reproduire l'intelligence de l'être humain constitue sans aucun doute le rêve le plus passionnant de beaucoup de chercheurs de notre siècle. Ce n'est qu'après la fin de la Seconde Guerre Mondiale qu'ont commencé à apparaître quelques voies de recherche dans ce domaine. L'une des premières est issue de la neurobiologie. Les réseaux de neurones, fabriqués de structures cellulaires artificielles, constituent une approche permettant d'aborder sous des angles nouveaux les problèmes de perception, de mémoire, d'apprentissage et de raisonnement (en d'autres termes... d'intelligence artificielle ou abrégée "I.A"). Ils s'avèrent aussi des alternatives très prometteuses pour contourner certaines des limitations des méthodes numériques classiques. Grâce à leur traitement parallèle de l'information et à leurs mécanismes inspirés des cellules nerveuses (neurones), ils infèrent des propriétés émergentes permettant de solutionner des problèmes complexes.

Le réseau de neurones artificiels constitue aujourd'hui une technique de traitement de données bien comprise et maîtrisée, qui devrait faire partie de la boîte à outils de tout ingénieur soucieux de tirer le maximum d'informations pertinentes des données dont il dispose : effectuer des prévisions, élaborer des modèles, reconnaître des formes ou des signaux, etc. Les réseaux de neurones artificiels servent à toutes sortes d'application dans divers domaines, le physique, les sciences économiques, les sciences de management, la reconnaissance de formes et autres. Depuis le début de la décennie 1990, les réseaux de neurones artificiels habituellement utilisés en physique appliquée font leur entrée dans les sciences de gestion en tant que méthode quantitative de prévision, à côté des méthodes classiques. Ils sont, en particulier, utilisés en finance, comme ils peuvent être introduits aux d'autres champs notamment le management des risques et l'audit où se situe notre objet de recherche.

C'est le processus du management des risques qui incarne l'identification, l'analyse, la planification, le suivi, le contrôle, et la communication du risque. La réalisation de ce processus nécessite l'intervention de la technique des réseaux de neurones artificiels comme

une solution convenable. Cela donne un mécanisme structuré pour assurer une visibilité des risques et de parvenir à la réussite de l'entreprise.

L'objet du présent chapitre est d'abord de présenter succinctement l'architecture et le mode de fonctionnement des réseaux de neurones artificiels, passant de l'historique de cet instrument, son évolution à travers le temps, et ses caractéristiques et constructions. Deuxièmement, on va établir le lien entre les réseaux de neurones artificiels et le management des risques à travers les points communs du processus du management des risques et les fonctionnalités des réseaux de neurones artificiels. Et finalement, on démontrera l'apport des réseaux de neurones artificiels à la profession d'audit.

## **Section01 : Les fondements de base des réseaux de neurones artificiels**

### **1. Définition des réseaux de neurones artificiels**

Aujourd'hui, dans la littérature, de nombreux termes désignent le domaine des réseaux de neurones. Les réseaux de neurones artificiels ne désignent que les modèles manipulés, donc il serait mieux de dire "réseau de neurones *artificiels* (RNA)". En effet, les réseaux de neurones biologiques (RNB) sont beaucoup plus complexes que les modèles mathématiques utilisés dans les réseaux de neurones artificiels. De ce fait il faut distinguer entre le Connexionnisme et le neuromimétique. Ils sont tous deux des domaines de recherche à part entière, qui manipulent chacun des modèles de réseaux de neurones artificiels, mais avec des objectifs différents. L'objectif des ingénieurs et chercheurs est d'améliorer les capacités de l'informatique en utilisant des modèles aux composants fortement connectés<sup>1</sup>. Pour leur part, les neuromiméticiens cherchent à modéliser de la manière la plus réaliste possible du fonctionnement de petits groupes de neurones du système nerveux de tel ou tel animal<sup>2</sup>.

Les réseaux de neurones artificiels (RNA) sont des modèles informatiques de traitement et d'identification de l'information. Ils représentent un puissant logiciel à usage général<sup>3</sup>. Ils poussent sur des intérêts de recherche en modélisant les neurones du système biologique, en particulier le cerveau humain. Les définitions propres aux réseaux neuronaux sont autant

---

<sup>1</sup> : Touzet. C (1992), « Les réseaux de neurones- Artificiels Introduction au Connexionnisme -Cours, exercices et travaux pratiques », Juillet ; page6.

<sup>2</sup> : Victorri. Be (2006), « Le connexionnisme », Halshs-00009907, version 1 - 2 Apr, p.p 1-9, page 1

<sup>3</sup> : Hakimpoor. H, Bin Arshad K. A , Hon Tat. H, Khani. N, Rahmandoust M(2011), « Artificial Neural Networks' Applications in Management », World Applied Sciences Journal 14 (7): 1008-1019,page 1008

variées que de leurs domaines d'applications, donc aucune définition ne couvre exactement l'ensemble de famille de modèles. Pour l'instant, on prend les descriptions suivantes : Ils sont des réseaux fortement connectés de processeurs (neurones) élémentaires fonctionnant en parallèle. Chaque processeur élémentaire calcul une sortie unique sur la base des informations qu'il reçoit. L'information transportée par ces connexions est de type numérique (par opposition à symbolique), chaque unité est susceptible de posséder localement une mémoire de faible capacité. Les réseaux de neurones réalisent un calcul à partir de données issues de ses connexions et de données locales<sup>1</sup>.

Un RNA est un réseau de plusieurs unités de calcul simples, appelées neurones ou cellules fortement interconnectées et organisées en couches. Chaque neurone effectue la simple tâche de traitement de l'information en transformant les contributions reçues en sorties transformées. Grâce à des arcs reliant ces neurones, les connaissances peuvent être générées et stockées sur la force de la relation entre les différents nœuds. Bien que les modèles RNA utilisés dans toutes les applications soient beaucoup plus simples que les systèmes neuronaux réels, ils sont capables d'exécuter une variété de tâches et d'atteindre des résultats remarquables. Une technique qui fera bientôt partie de la boîte à outils de tout ingénieur préoccupé de tirer le maximum d'informations pertinentes des données qu'il possède : faire des prévisions, élaborer des modèles, reconnaître des formes et des signaux,...etc.

### **1.1. Origine et historique des réseaux de neurones artificiels**

Historiquement, l'objectif principal de la recherche sur les réseaux de neurones était d'accroître les connaissances sur le mécanisme distingué via l'élaboration d'un système artificiel capable de reproduire des calculs complexes similaires à ceux qu'effectue le cerveau humain. Donc ces réseaux sont inspirés du système biologique. Ce n'est qu'après la fin de la Seconde Guerre Mondiale qu'ont commencé à apparaître quelques voies de recherche dans ce domaine. Le premier neurone formel a été inventé en 1943 par deux neurobiologistes Mc Culloch et Pitts<sup>2</sup>, l'idée était de simuler le fonctionnement de la cellule nerveuse au moyen

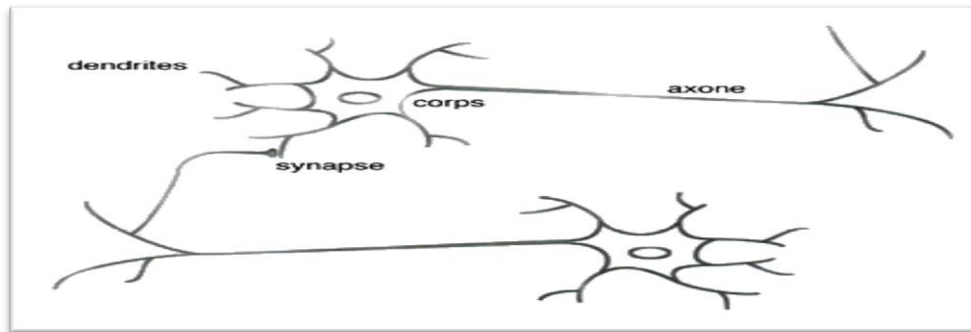
---

<sup>1</sup> : ÉLIE. F (23 décembre 1997), « Conception et réalisation d'un système des réseaux de neurones pour l'identification et la caractérisation-abord de satellite signaux transitoire de type sifflement », Thèse de doctorat en électronique, page28.

<sup>2</sup> : Mc Culloch and Pitts wrote a seminal paper entitled "A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity" (1943). This paper proposed the first mathematical model of a neural network. The unit of this model, a simple formalized neuron, is still the standard of reference in the field of neural networks. It is often called a McCulloch–Pitts neuron.

automate simple<sup>1</sup>. En 1949 Donald Hebb<sup>2</sup> (Hebb Learning rule) a déterminé à travers des hypothèses la façon par laquelle se fait le stockage et la communication de l'information dans la structure des cerveaux<sup>3</sup>.

**Figure 19 : Le neurone biologique**



**Source :** <http://informatique.coursgratuits.net/methodes-numeriques/reseaux-de-neurones-formels.php>.

Vers la fin des années soixante, la première application de ce modèle dans le domaine de la reconnaissance de formes a vu le jour sous le nom de perceptron de Rosenblatt. Dans cette application, Rosenblatt a fait apprendre au neurone (en réalisant un réglage adaptatif des poids synaptiques) à partir d'une base contenant un certain nombre de formes, à répondre par (+1) si la forme d'entrée appartient à une classe A et (-1) si la forme appartient à une autre classe.

Le premier modèle fut présenté par *Rosenblatt* en 1962, c'était le «principals of neurodynamics»<sup>4</sup>. Ce modèle suscita beaucoup de recherches et sans doute trop d'espairs. En 1969 deux mathématiciens M. Minski et Papert<sup>5</sup> ont exposé dans leur ouvrage

---

<sup>1</sup> : Eldon Y LI (1994), "Artificial Neural Networks and Their Business Applications", Information & Management 27(5), 303-313, page 303

<sup>2</sup> : Connections between neurons increase in efficacy in proportion to the degree of correlation between pre- and post-synaptic activity. In his book of "the *Organization of Behavior*" (1949) . In Neuroscience this proposal corresponds to the "Hebb synapse" the first instances of which were later discovered in long-term potentiation (Bliss and Lomo, 1973) and kindling (Goddard, McIntyre, and Leech, 1969), whereas in Cognitive Science this postulate, often called the "Hebb rule," provides the most basic learning algorithm for adjusting connection weights in artificial neural network models.

<sup>3</sup> : Wilson. B (1990), "Artificial neural networks », Electronics & Communication Engineering Journal, December, pp 248-250 page 249

<sup>4</sup> : Rosenblatt. F (1962), Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms, Spartan Books, Washington.

<sup>5</sup> : Randall. S. S, Ram. S. S, Harlan E (2003), "Improving decision effectiveness of artificial neural network-modify algorithm genetic approche", Decision Sciences Volume 34, Number 3, U.S.A.,

‘Perceptron’, un problème très simple de reconnaissance de formes pour lequel le perceptron de Rosenblatt ne peut apporter de réponse. C'est le fameux problème qui a eu un effet catastrophique pour la recherche dans le domaine des réseaux de neurones artificiels, allant jusqu'à la suspension de toute subvention gouvernementale aux laboratoires travaillant dans ce domaine (décision prise par le congrès américain)<sup>1</sup>. Au début des années 80, un certain nombre de publications scientifiques ont permis de relancer les travaux de recherche sur le sujet des réseaux de neurones artificiels. En 1982, Hopfield a fini par démontrer l'intérêt des réseaux entièrement connectés (Dav1993). Parallèlement, Werbos (1974)<sup>2</sup> a conçu un mécanisme d'apprentissage pour les réseaux multicouches de type perceptron: la rétro propagation (Back-Propagation). Cet algorithme qui permet de propager l'erreur vers les couches cachées sera popularisé en 1986 dans un livre "*Parallel Data Processing*"<sup>3</sup> par Rumelhart et al. (Rum1986). Depuis le premier congrès international sur les réseaux de neurones en 1987, on assiste à une explosion incroyable de colloques et de congrès autour de ce sujet. Les raisons de cette explosion peuvent être résumées ainsi :

- La coopération de certain nombre de neurones formels a permis de réaliser des solutions équivalentes aux solutions déjà existantes ;
- L'utilisation du principe de l'apprentissage d'une base contenant des exemples tirés d'un problème réel, réduit considérablement les difficultés rencontrées pour la formalisation de tels problèmes ;
- La facilité d'usage d'une solution neuronale dans la résolution d'un problème est très attractive et permet à des non spécialistes d'utiliser cette solution aisément.
- La méthode de *rétropropagation du gradient de l'erreur*, a prouvé l'aptitude de dépasser largement les limites qui avaient handicapées le perceptron (Victorri. B, 2006, page1).

Les réseaux de neurones artificiels ont connu une rapide expansion du développement des modèles appliqués pour la compréhension de la neurobiologie jusqu'à l'intégration des

---

<sup>1</sup> : Les Sciences cognitives en Bretagne , Histoire des réseaux de neurones (1994) <http://www.espace-sciences.org/archives/science/16475.html>

<sup>2</sup> : Braspenning . P. J, Thuijsman .F, Weijters. A.J.M.M (1995), Artificial Neural Networks: An Introduction to ANN Theory and Practice, Springer, Berlin, page37

<sup>3</sup> : Dr N W Tan Clarence(1997), PhD, An Artificial Neural Networks Primer with Financial Applications Examples in Financial Distress Predictions and Foreign Exchange Hybrid Trading System School of Information Technology, Australia' page 15

réseaux de neurones artificiels dans tous les domaines de la science, mathématique, statistique, physique, informatique, finance... Ils ont montré leurs potentiels pour les tâches de reconnaissance de formes dans des domaines comme le traitement de la parole ou de l'image. De même, les réseaux de neurones artificiels se caractérisent par l'aptitude de prendre en compte la nature temporelle de l'information qui a ouvert de nouveaux champs d'application comme la prévision, le contrôle, la prise de décision.

Depuis le début de la décennie 1990<sup>1</sup>, les RNA habituellement utilisés en physique appliquée font leur entrée dans les sciences de management en tant que méthode quantitative et qualitative de prévision à côté des méthodes statistiques. Hawley et al envisageaient leur application à des problèmes aussi divers que la détection des entreprises en difficulté, la gestion de portefeuille, l'évaluation des introductions en bourse, l'identification des opportunités. Depuis un certain nombre de travaux, Smith. K. A, Jatinder et Gupta. N. D ont montré qu'ils pouvaient être utiles dans bien d'autres domaines<sup>2</sup>.

## **2. Le fonctionnement des réseaux de neurones artificiels**

La sélection d'un modèle de réseau de neurone optimal doit tenir en considération, le type de problème à traiter, l'architecture optimale, la collecte de la base de données, la fonction de transfert, l'algorithme d'apprentissage, et le modèle de validation, dont certains doivent être pris avant la construction, d'autres après, et d'autres à fur et à mesure du fonctionnement.

### **2.1. Le design des réseaux de neurones artificiels**

Les réseaux reçoivent les informations sur une couche réceptrice contenant des neurones. Les neurones traitent ces informations avec ou sans l'aide d'une ou plusieurs couches cachées contenant une ou plusieurs neurones produisant un signal ou plusieurs de sortie. Chaque neurone appartenant soit à la première couche (réceptrice), soit aux couches cachées ou à la couche de sortie est liée aux autres neurones par des connexions (similaires aux synapses du

---

<sup>1</sup> : Zhang. G , Patuwo B. E , Hu M .Y(1998), "Forecasting with artificial neural networks: The state of the art ", International Journal of Forecasting , Kent State University, Kent, Ohio , USA , volume 14, issue 1, p.p35-62 ,

<sup>2</sup> : Smith. K. A, Gupta. J. N. D (2002), Neural Networks in Business: Techniques and Applications, PA: Idea Group Inc, Harrisburg, page 4

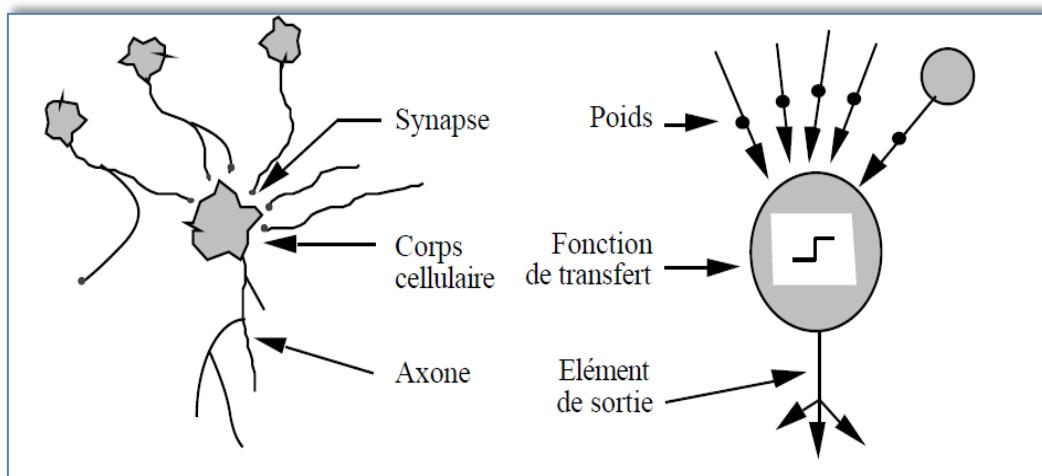
cerveau) auxquelles sont affecté des poids (eux même assimilables aux potentiels synaptiques)<sup>1</sup>. Une architecture optimale doit contenir trois critères indispensables<sup>2</sup> :

- Le réseau doit avoir une forte capacité d'apprentissage.
- Le réseau doit avoir une capacité de généralisation.
- Le réseau doit comporter le nombre minimal des neurones.

### 2.1.1. L'architecture des réseaux de neurones artificiels

Sur le plan architectural, un réseau de neurones peut être vu comme un ensemble d'unités élémentaires (les neurones) interconnectées de manière à former un système avec une ou plusieurs sorties. L'architecture des réseaux de neurones détermine le nombre de couches qui les composent et le nombre de neurones dans chaque couche. Dans sa forme typique, un réseau de neurones est composé de trois types de couches :

**Figure 20: Mise en correspondance neurone biologique / neurone artificiel**



**Source :** Touzet. C(1992), Les réseaux de neurones- Artificiels Introduction au Connexionnisme -Cours, exercices et travaux pratiques, Juillet, page24

#### 2.1.1.1. Une couche d'input

<sup>1</sup> : Thuillier. D(1997), « Principe et applications des réseaux de neurones –deux illustration sur l'habitat au Maroc »; revue région et développement n°=5-, page3

<sup>2</sup>: Ioan .I, Corina. R, Arpad. I (2004), "Robot 2-D motion planning using Delaunay triangulation", Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics - ICTAMI, Thessaloniki, Greece, page227

La couche d'input est constituée de cellules (neurones) qui reçoivent des signaux de l'environnement. Cette couche sert à distribuer les valeurs d'entrées aux neurones des couches supérieures, éventuellement multipliées ou modifiées d'une façon ou d'une autre. Le nombre de neurones d'entrée dépendent du nombre de variables dans le vecteur d'input.

#### **2.1.1.2. Des couches cachées :**

Les neurones dans ces couches n'ont aucune interaction directe avec l'environnement. Ils se situent entre la couche d'entrée et la couche de sortie. La détermination du nombre des neurones dans les couches cachées est la tâche la plus difficile dans les réseaux de neurones en général. Il est préférable d'utiliser un nombre réduit de neurones cachés mais il est insuffisant aussi d'utiliser que deux neurones pour modéliser un ensemble de données<sup>1</sup>. Plusieurs chercheurs ont essayé de formuler une suggestion pour résoudre à ce problème.

Huang G.B a prouvé que  $2\sqrt{(m+2)N}$  de neurones cachés peuvent représenter des échantillons d'entrée avec toute la précision souhaitée, en d'autres termes, un réseau à couches cachées Q peut mémoriser au moins  $\frac{Q^2}{4(m+2)}$  où m est le nombre de neurones de sortie<sup>2</sup>. Tamura et Tateishi ont montré que  $(N/2) + 3$  de neurones cachés et les fonctions d'activation sigmoïdes peuvent représenter un échantillon de N données. Il est à noter que ce modèle conçu par Tamura et Tateishi est encore le plus appliqué.

Exemple : Un échantillon de 10000 à besoin d'environ 5003 neurones cachés.

#### **2.1.1.3. Une couche d'output**

Les neurones de cette couche émettent des signaux à l'environnement. *Elle calcule une somme pondérée de toutes ses entrées.* Le nombre des neurones de sortie est rattaché au problème étudié.

---

<sup>1</sup>: Jantzen. J (1998), "Introduction to perceptron Networks ", report no 98-H 873 (nnet), 25 Oct, Denmark, page27.

<sup>2</sup> : Huang G.B (2003), "Learning Capability and Storage Capacity of Two-Hidden-Layer Feed forward Networks", IEEE Transactions On Neural Networks, Vol. 14, No. 2, March, page 278



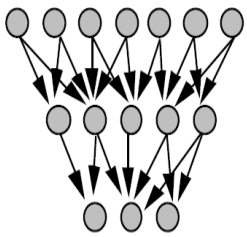
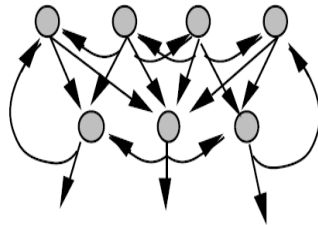
### 2.1.2. Les modèles de connexion

Le modèle de connexion définit la manière dont les neurones d'un réseau sont interconnectés. La structure des réseaux de neurones artificiels peut être récurrente ou non récurrente. Dans la structure récurrente le R.N.A calcul les sorties en fonction des entrées et puis il revient en arrière dans une opération de feed-back pour modifier les poids synaptiques des entrées selon la sortie désirée<sup>1</sup>. Pour avoir une structure récurrente stable, les poids de connexion doivent être nuls (égale à « 0 ») dans le diagonal de la matrice des poids de la couche cachée<sup>2</sup>. Sinon le processus ne s'arrêtera pas et la structure devient un système chaotique.

Bien au contraire, la structure non-récurrente suit une seule direction, de la couche d'entrée vers la couche de sortie (feed forward). C'est la structure la plus utilisée dans la majorité des applications des réseaux de neurones artificiels (E. Y Li, 1994, page305). À cause de la complexité de l'algorithme d'apprentissage non supervisé de la structure récurrente, la diversité des architectures récurrentes rend le choix de l'architecture optimale très difficile.

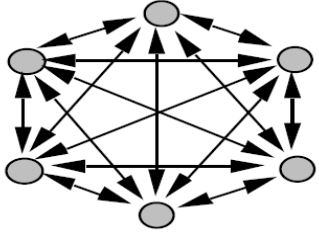
On distingue différents types de connexions dans le tableau suivant :

**Tableau 7 : Quelques modèles de connexions**

<i>Modèles de connexions</i>		
<i>Réseau à connexions locales</i>	Il s'agit d'un réseau multicouche où chaque neurone a des relations avec un nombre réduit et localisé de neurones de la couche avale.	
<i>Réseau à connexions récurrentes</i>	Les connexions récurrentes ramènent l'information en arrière par rapport au sens de propagation défini dans un réseau multicouche. Ces connexions sont le plus souvent locales.	

<sup>1</sup> : Al-Saba. T, El-Amin. I (1999), « Artificial neural networks as applied to long-term demand forecasting », Artificial Intelligence in Engineering 13 189–197, page189

<sup>2</sup> : Cohen, M.A., Grossberg, S.G. (1983), "Absolute Stability of Global Pattern Formation and Parallel Memory Storage by Competitive Neural Networks", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-13, , pp. 815-826.

<p>Réseau à connexions complètes</p>	<p>Chaque neurone est connecté à tous les neurones du réseau</p>	
--------------------------------------	--	---

**Source :** Élie. F(1997), Thèse de doctorat en électronique, Conception et réalisation d'un système des réseaux de neurones pour l'identification et la caractérisation-abord de satellite ; signaux transitoires de type sifflement, 23 décembre, p.p

### 2.1. 3. Les différents types du réseau de neurones artificiels

Il existe un grand nombre d'architecture de R.N.A à cause de la diversité d'applications, ce qui rend le fait d'en citer très difficile. Citant à titre d'exemple : le modèle de *darwinisme neuronal* de Edelman (1987), le modèle de *colonne corticale* de Burnod (1993), la théorie de la *résonance adaptative (ART)* de Grossberg (Carpenter et Grossberg 1991), et les *chaînes synchronisées (synfire chains)* d'Abeles (Abeles 1991, Abeles et al. 1994). Chacun d'entre eux mériterait en fait une présentation détaillée particulière pour rendre compte de ses spécificités. À cet effet on va focaliser notre présentation sur les trois architectures les plus connues (Zhang .G et al, 1998, page37).

- Les réseaux Hopfield (Hopfield network);
- Les cartes d'auto-organisation de Kohonen (Kohonen map);
- Les réseaux multicouches de type rétro propagation (réseau feed- forward, multi layer perceptron).

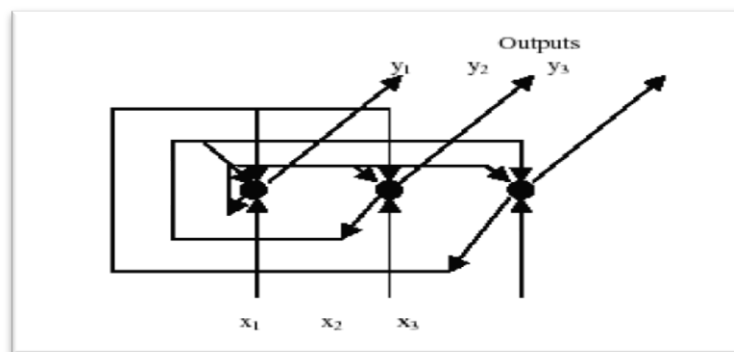
#### 2.1.3.1. Les réseaux Hopfield (1982)

Ce modèle ne contient pas de couches, il est caractérisé par une connectivité complète entre les neurones. Les sorties de ce réseau ne sont pas nécessairement dépendantes des entrées. Il s'agit d'un réseau constitué de neurones à deux états (-1 et 1, ou 0 et 1), dont la loi d'apprentissage est la règle de *Hebb*<sup>1</sup> (1949), qui veut dire qu'une synapse améliore son activité si et seulement l'activité de ses deux neurones est corrélée (c'est-à-dire que le poids

<sup>1</sup> : *Hebb role: "When an axon of cell A is near enough to excite a cell B and repeatedly or persistently takes part in firing it, some growth process or metabolic change takes place in one or both cells such that A's efficiency, as one of the cells firing B, is increased"*.

d'une connexion entre deux neurones augmente quand les deux neurones sont activés au même temps). Ce modèle est beaucoup plus utilisé dans les processus itératifs (Zhang .G et al, 1998, page37). Ils utilisent un réseau entièrement récurrent avec un mécanisme d'apprentissage non supervisé (Victorri. B, 2006, page 6)

**Figure 21: Les réseaux Hopfield**



**Source:** Bhargava. N, Gupta. M, “Application of artificial neural networks in business applications”, IIT Delhi, page2, <http://www.nikhilbhargava.com/papers/lahore.pdf>

### **2.1.3.2. La carte d’auto-organisation ou de Kohonen (1984)**

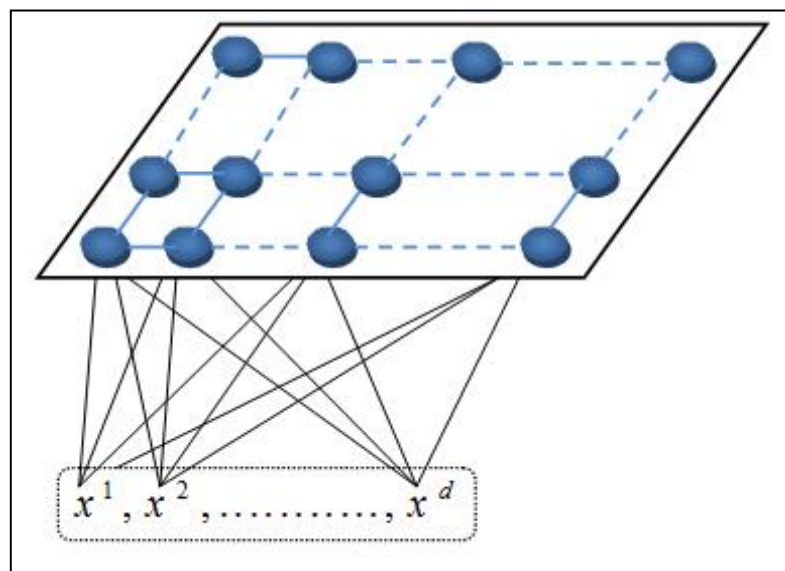
Ce type est un ensemble de neurones organisés à la base d’une mesure prédéterminée. Chaque neurone est défini par deux parcelles d’informations : la première de la couche d’input par les poids synaptiques et la deuxième de la couche d’output par la couche voisine<sup>1</sup>. Ce modèle de connexion est caractérisé par une structure dans laquelle la même information transite d’un point à un autre, par différents chemins en même temps, dans une architecture en dérivation. La carte d’auto organisation consiste à l’ajustement des coefficients synaptiques d’un réseau, les neurones interagissent localement en réponse à des motivations des neurones d’entrée. L’interaction locale des unités signifie que les changements dans le comportement de neurone

---

<sup>1</sup>: Desmet P (2001); “Buying behavior study with basket analysis: Pre-clustering with a Kohonen map”, European Journal of Economic and Social Systems 15 N° 2 17-30, page19.

affectent directement le comportement des neurones voisins<sup>1</sup>. Les réseaux sont simultanément concurrents dans le transport de l'information si l'un des deux disparaît, l'information sera malgré tout intégralement transmise<sup>2</sup>. Ce modèle de réseau est utilisé pour faire des classifications automatiques des vecteurs d'entrée. Une application typique pour ce type de réseau de neurones est la reconnaissance de parole [Leinonen et al. 1991].

Figure 22: La carte d'auto-organisation ou de Kohonen



**Source:** Ettaouil. M, Ghanou. Y, K. El Moutaouakil and M. Lazaar (2011), “Image Medical Compression by A new Architecture Optimization Model for the Kohonen Networks”, International Journal of Computer Theory and Engineering Vol. 3, No. 2, April, page 205

### 2.1.3.3. Les réseaux multicouches de type rétro-propagation (multi layer feed- forward perceptron):

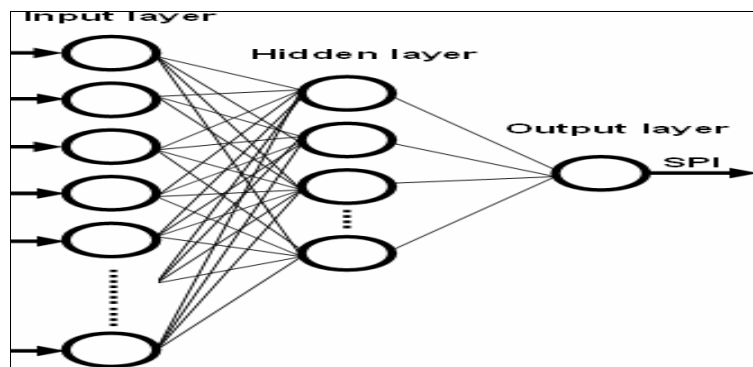
Le multi layer perceptron est l'architecture la plus connue des réseaux de neurones de type feed- forward. Il représente le modèle le plus courant et le plus simple de réseau non-linéaire (Dr Clarence N W Tan, page 19). C'est la famille majoritairement employée, à lui seul ce type de réseau couvre plus de 95 % des applications scientifiques et industrielles. Pour doter le perceptron multicouche de la propriété non linéaire, il faut qu'il comporte au moins une

<sup>1</sup> : Hassoun. M. H (1995), Artificial Neural Networks, MIT Press, Cambridge, Mass, page 90

<sup>2</sup> : Assens C (1997), « Les réseaux normale et réseaux d'entreprise revus française de gestion », Mars –Avril-Mai, n °=113.

couche cachée et que les fonctions d'activation des neurones qui le composent soient non-linéaires<sup>1</sup>. Etant donné que plus on introduit des fonctions d'activation non linéaire plus on dote d'un réseau d'une puissante capacité à résoudre les problèmes complexes. Les neurones des couches d'entrée et les neurones de la couche de sortie ont des fonctions linéaires<sup>2</sup>. Dans les applications pratiques, il est très rare d'utiliser plus de deux couches cachées.

**Figure 23: Perceptron multicouches**



**Source:** Sarcia S. A, Cantone. G, Basili. V.R (2007), “A Statistical Neural Network Framework for Risk Management Process- From the Proposal to Its Preliminary Validation for Efficiency”, International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT), Barcelona, Spain,

## 2.2. Le fonctionnement des réseaux de neurones

Le RNA est un instrument de traitement de l'information, à cet effet la collecte des informations est une étape basique qui touche énormément à la performance du réseau et la sincérité et l'utilité des résultats obtenus. Sans information adéquate, fiable et représentative, il est impossible de construire un réseau utile. L'efficacité du réseau dépend toujours de la qualité de la base de données (Zhang, 2003, P20).

Le fonctionnement des RNA est similaire au fonctionnement du cerveau humain, il est constitué de millions d'unités, chaque unité ou nœud a une synapse, cette dernière transforme

---

<sup>1</sup> : Jerbi. Y (20février2006), « Évaluation des options et gestion des risques financiers par les réseaux de neurones et par les modèles à volatilité stochastique », thèse de doctorat faculté des sciences économique et de gestion, université de Sfax avec université Sorbonne ; Page 387

<sup>2</sup> : Nazzal. J. M, El-Emary. I. M, Najim. S. A (2008), “Multilayer Perceptron Neural Network (MLPs) For Analyzing the Properties of Jordan Oil Shale”, World Applied Sciences Journal 5 (5): 546-552, page 549.

des inputs qui sont en eux même l'output du nœud précédent<sup>1</sup>. Les neurones d'entrée reçoivent les inputs (les entrées) de l'environnement (La base de données de l'extérieur). Des poids synaptiques s'affectent à chaque entrée, puis, les entrées pondérées sont sommées. Ces résultats se transforment en outputs par une fonction de transfert. Cette dernière peut être sous plusieurs formes (sigmoïde, hyperbolique tangente ou autre).

### 2.2.1. La modélisation matricielle

Les calculs nécessaires pour simuler les RNA sont essentiellement ceux de la matrice étant donné que la structure parallèle de l'interconnexion entre les neurones facilite ce fait.

Par souci de simplicité, un vecteur d'entrée unique est utilisé.

On a : « n » neurones sur la couche d'entrée.

« k » neurones sur la couche de sortie.

Donc on obtient « nk » poids entre la couche d'entrée et la couche de sortie

À chaque vecteur d'entrée  $X_i$  de dimension n ( $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ ) est associé à un vecteur de sortie  $Y_i$  de dimension k ( $y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}$ )<sup>2</sup>. La relation entre  $X_i$  et  $Y_i$  est linéaire:

$Y_i = W.X_i$  où  $W$  est une matrice de poids.

On a donc N équations matricielles de ce type si N est le nombre d'exemples dans la base d'apprentissage ( $i = 1, \dots, N$ ).

Vecteur d'entrée =  $X_i$

$$= \begin{bmatrix} x_{i1} \\ x_{i2} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{in} \end{bmatrix}$$

La sortie d'un neurone passe par des connexions pour devenir l'entrée d'un autre neurone. Un poids synaptique associé serait modifiable à chaque connexion, et la valeur initiale

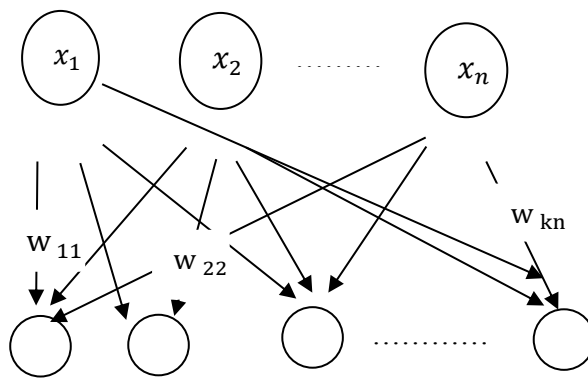
---

<sup>1</sup>: Oludel. A, Olawale. J (2009), "neural networks and its application in engineering", 2<sup>nd</sup> proceedings of informing science and education conference INSITE, Babcock university Babcock, Nigeria, page 1

<sup>2</sup>: Hervet. É (2009), RÉSEAUX DE NEURONES, INFO6517, Canada, Automne

d'entrée se multiplie par le poids synaptique pour obtenir la valeur d'entrée délivrée au neurone de réception<sup>1</sup>.

Figure 24 : La modélisation matricielle d'un RNA

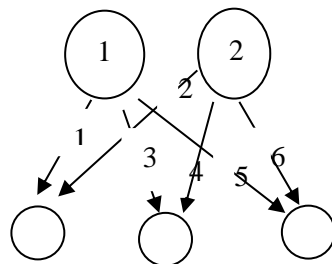


Source : Etablie par le chercheur

La matrice des poids = W

$$= \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{k1} & W_{k2} & \dots & W_{kn} \end{bmatrix}$$

Exemple<sup>2</sup> :



La matrice des poids synaptiques sera

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$$

Le vecteur des entrées est

$$X = [1 \quad 2]$$

<sup>1</sup> : Carter. J R, Sanden. B. I. (1994), "Ada Design of a Neural XIV, Number 3, pp.61-73, Page 61

<sup>2</sup> : Heaton. J (2008), Introduction to neural networks with Java, 2<sup>ème</sup> édition, Heaton Research, USA, page62

La Fonction de Transfert =  $F = (f_1, f_2, \dots, f_n)$

La matrice de sortie =  $F [W, Xi]$  (P.J. Braspenning et al, 1995, page39)

### **2.2.2. Les fonctions d'activation :**

Chaque neurone reçoit les informations transformées par les neurones de la couche précédente avec lesquels il se trouve en relation pour calculer son potentiel d'activation. La fonction d'activation, ou fonction de transfert, est la fonction qui détermine l'output d'un neurone à partir de la somme des poids pondérée des entrées du réseau. La fonction d'activation des couches cachées est souvent non linéaire, ce qui confère au RNA la propriété de non linéarité. Elle transforme les valeurs réelles en valeur rentrant dans un interval généralement borné (compris entre  $-1$  et  $1$  ou entre  $0$  et  $1$ , suivant les cas). Un neurone artificiel fait une somme pondéré des potentiels d'activation selon l'équation suivante  $y_i = \sum w_{ix} x_i$  qui lui parviennent (chacun de ces potentiels est une valeur numérique qui représente l'état du neurone qui l'a émis), puis s'active selon la valeur de cette somme pondérée. Le résultat de la somme pondérée s'appelle le niveau d'activation du neurone.

Chaque neurone récepteur a un biais  $b$  (le biais  $b$  s'appelle aussi le seuil d'activation du neurone) qui est sommé avec les entrées de poids pour calculer le net d'entrée.

Supposant que  $\alpha$  est le neurone récepteur alors la formule de calcul sera (Nazzal. J. M et al, 2008, page 248):

$$\alpha = w_{11}x_1 + w_{12}x_2 + \dots + w_{1n}x_n + b$$

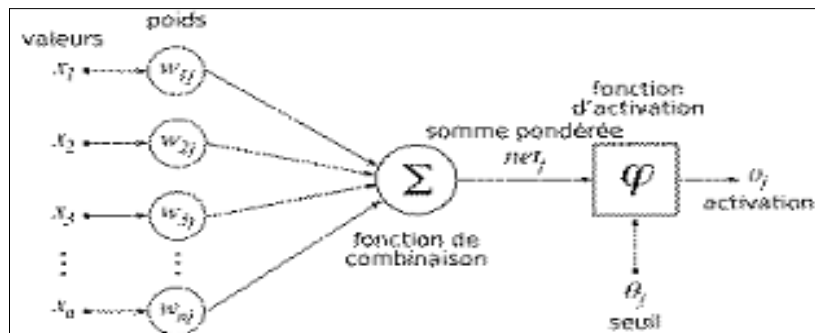
$$\Rightarrow \alpha = \sum WX + b$$



Si la somme est supérieure ou égale au seuil, la valeur en sortie est (1), sinon cette valeur est (-1)<sup>1</sup>. Le produit (1) signifie que le neurone correspondant est activé. Le produit (-1) signifie que le neurone correspondant n'est pas activé (il ne transmet rien<sup>2</sup>).

Remarque : les neurones d'entrée ne disposent pas d'un seuil

Figure 25: la fonction de transfert (d'activation) d'un réseau

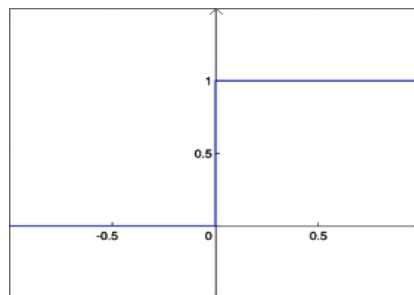


Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau\\_de\\_neurones\\_artificiels](http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_neurones_artificiels)

Il existe de nombreuses formes possibles pour la fonction de transfert. On va présenter les plus courantes :

La fonction de Heaviside est définie par :  $\forall x \in \mathbf{R}, f(x) = 1 \text{ si } x \geq 0$

Figure 26 : Graphe de la fonction de Heaviside

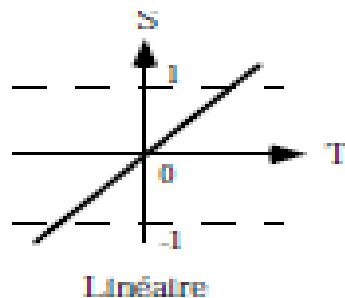


<sup>1</sup> : Piechowiak S (2013), « Intelligence artificielle et diagnostic », Techniques de l'Ingénieur, 7200092269 Cerist, 21pages, page7

<sup>2</sup> : Urbain. L. A (1997); « implantation de réseau de neurone artificiels en S-plus –application et comparaison des de méthodes statistiques dans le choix du nombre de cellules cachées »; université Montréal; octobre.

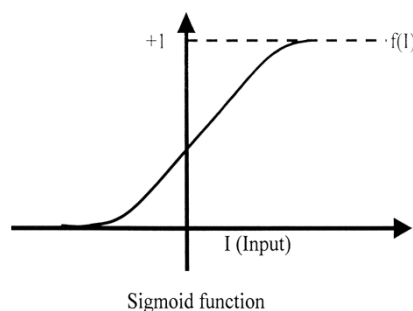
Source : <http://Alp.Developpez.Com/Tutoriels/Intelligence-Artificielle/Reseaux-De-Neurones/>

- La fonction linéaire à seuil :  $f(x) = x$  Si la fonction d'activation est linéaire, le réseau de neurones se réduirait à une simple fonction linéaire. Le neurone à fonction linéaire renvoie une valeur comprise entre -1 et 1 proportionnellement aux entrées.



- La fonction sigmoïde : La fonction sigmoïde est définie par Masters [1993] « La fonction sigmoïde est une fonction réelle de  $\mathbb{R}$  vers  $\mathbb{R}$ , continue, bornée, et sa dérivée est toujours positive ». La fonction sigmoïde peut prendre deux formes : la fonction logistique exponentielle, ou fonction hyperbolique. C'est la fonction la plus utilisée dans les RNA de type multi perceptron<sup>1</sup>:

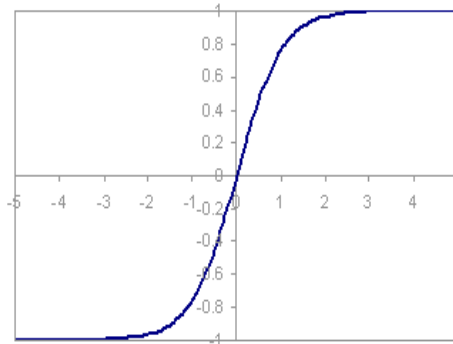
La fonction hyperbolique tangente  $\forall x \in \mathbb{R}, f(x) = x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$



Park S .W, Hwang Y. G , Kang B .C , Yeo S . W , (2001), "Total handle evaluation from selected mechanical properties of knitted fabrics using neural network", International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 13 Iss: 2, pp.106 – 114

<sup>1</sup> : Sivanandam. S. N, Deepa. S. N (2006), Introduction To Neural Net With Matlab 6.0, New Delhi : Tata McGraw-Hill, page25

La fonction sigmoïde exponentielle définie par  $\forall x \in \mathbf{R}, f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$



O'Neill. M (2006), "Neural Network for Recognition of Handwritten Digits",  
<http://www.codeproject.com/Articles/16650/Neural-Network-for-Recognition-of-Handwritten-Digi>

La fonction sigmoïde exponentielle est la fonction la plus utilisée, elle consiste en propriétés très flexibles qui conviennent efficacement avec l'algorithme de rétro propagation. Elle présente l'avantage d'être dérivable par opposition à la fonction de Heaviside qui elle renvoie soit 0 soit 1. Toutefois, les deux fonctions possèdent un seuil. Celui de la fonction de Heaviside est en  $x = 0$  et vaut 1 alors que celui de la fonction sigmoïde est en 0 également mais vaut 1/2.

### 2.2.3. La phase d'apprentissage :

L'utilisation d'un RNA se fait en deux temps. Dans le premier, les paramètres du réseau sont ajustés grâce à la présentation des exemples pour lesquels on connaît la réponse désirée : ce mode de fonctionnement est appelé « phase d'apprentissage<sup>1</sup> ». L'apprentissage consiste soit à établir de nouvelles connexions, soit à en modifier des existantes<sup>2</sup>. Dans le deuxième, une fois l'apprentissage (supervisé ou non) terminé, on présente au réseau une entrée et c'est à lui de nous indiquer en retour sa sortie calculée dans la « phase de généralisation ». On fait fonctionner le réseau sur de nouvelles entrées, qui constituent un *échantillon de test*. Cet échantillon permet de juger l'aptitude du réseau à généraliser à partir des exemples qui ont servi à l'apprentissage. Pour qu'un apprentissage soit considéré comme réussi, il faut, bien

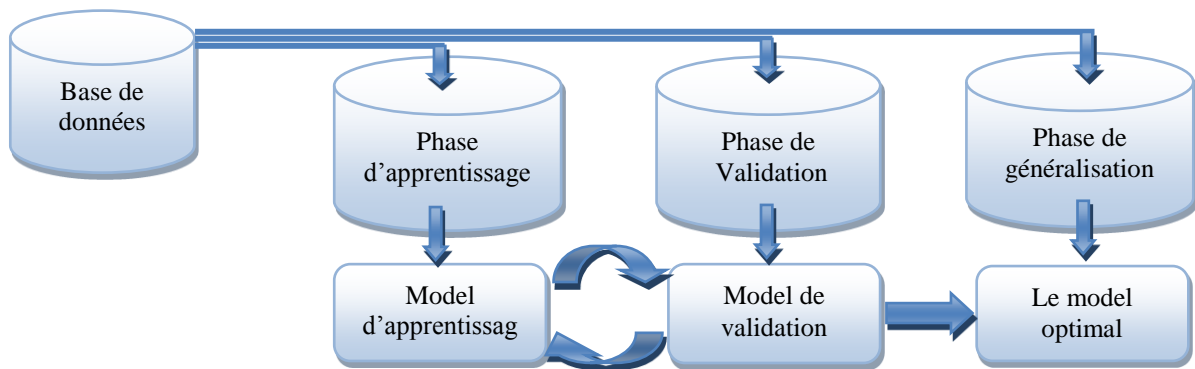
---

<sup>1</sup> : La règle d'apprentissage du Perceptron., développée originellement par Rosenblatt.

<sup>2</sup> : <http://informatique.coursgratuits.net/methodes-numeriques/reseaux-de-neurones-formels.php>.

entendu, que ses performances soient bonnes non seulement sur l'échantillon d'apprentissage, mais aussi en généralisation, et sur l'échantillon de test.

Figure 27: La généralisation d'un modèle



Source : Chapados. N (2010), "Data Mining Algorithms for Actuarial Ratemaking", ApSTAT Technologies page22

### 2.2.3.1. Les types d'apprentissage

L'algorithme d'apprentissage est appliqué pour entrainer le réseau à exécuter des tâches particulières. Afin que le réseau puisse découvrir la forme de la relation entre les variables, il suit en général deux types d'apprentissage [Ner1993]<sup>1</sup> :

- Apprentissage supervisé (Supervised Learning)
- Apprentissage non supervisé (Unsupervised Learning).

#### a. Apprentissage supervisé

L'apprentissage supervisé demande l'intervention de l'extérieure « *Learning through an external teacher*<sup>2</sup> ». En apprentissage supervisé, une donnée de sortie désirée est disponible à l'utilisateur avec une donnée d'entrée. Le système dans ce cas ajuste les paramètres de sorte que sa réponse à l'avenir soit plus proche de la sortie désirée<sup>3</sup>. Quant au fonctionnement du réseau, l'algorithme d'apprentissage aura pour tâche d'évaluer les poids synaptiques qui

<sup>1</sup>: Chamekh. A (16-02-2007), Optimisation Des Procédés De Mise En Forme Par Les Réseaux De Neurones Artificiels ; thèse de doctorat en Génie Mécanique, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir, Tunisie

<sup>2</sup>: Hastie. T J, Tibshirani. R J.J, Friedman. J H. (2001), The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, New York : Springer, page29

<sup>3</sup>:Wang. D (2001), Unsupervised Learning- Foundations of Neural Computation, AI Magazine, vol. 22, pp. 101-102, September, page 102

relient les neurones entre eux. La plupart des algorithmes d'apprentissage des réseaux de neurones formels sont des algorithmes d'optimisation: Ils cherchent à minimiser par des méthodes d'optimisation non linéaire la fonction d'erreur qui constitue une mesure de l'écart entre les réponses réelles du réseau et ses réponses désirées (LI Eldon Y, 1994, page307). ce processus est connu comme l'apprentissage par l'exemple "learning by example" ( Hastie. T J, 2001, page29). S'il y a une erreur le réseau s'occupe de l'ajuster soit en réduisant ou en augmentant les poids synaptiques à un niveau acceptable. Les poids sont initialisés aléatoirement avant l'apprentissage, puis modifiés itérativement jusqu'à l'obtention d'un compromis satisfaisant entre la précision de l'approximation sur l'ensemble d'apprentissage et la précision de l'approximation en fonction du gradient de la fonction d'erreur. Les algorithmes d'apprentissage supervisés les plus utilisés sont dérivés de la méthode de rétro propagation (Victorri. B, 2006, page9). Pour ce type d'apprentissage, il y a également un choix traditionnel entre <sup>1</sup>:

- L'apprentissage *off-line* (*batch learning*): par lequel l'apprentissage se fait simultanément sur une base de données (Hostie et al, 2001, page 355);
- L'apprentissage *on-line*: par lequel les exemples sont présentés les uns après les autres au fur et à mesure de leur disponibilité. L'apprentissage en ligne permet d'obtenir des avantages indicatifs par rapport à l'apprentissage *off-line*, surtout lorsqu'il s'agit du traitement des données à grand échelle<sup>2</sup>.

#### **b. Apprentissage non supervisé**

Dans le cas de l'apprentissage non supervisé, les données d'entrées existent, mais aucune information sur la sortie désirée. Il consiste à modifier les poids en fonction de l'activité même des unités. Ce type d'apprentissage est capable de découvrir la forme à partir des données fournies et sans aide extérieure puisque c'est au réseau de découvrir les ressemblances entre les éléments de la base de données « *uses no external teacher* <sup>3</sup> ». Par exemple, un des algorithmes les plus classiques s'inspire de la loi de Hebb (1949) qui consiste à augmenter le poids d'une connexion si les deux unités qu'elle relie sont toutes deux très

---

<sup>1</sup> : <http://www.grappa.univ-lille3.fr/polys/apprentissage/sortie005.html>.

<sup>2</sup> : Tian. X (17, May 2012), « Apprentissage et Noyau pour les Interfaces Cerveau-machine », Thèse de doctorat en Sciences Mention Informatique l'Institut National des Sciences Appliquées de Rouen, page 70

<sup>3</sup> : Becker, S. (1995), "Unsupervised learning with global objection functions", The handbook of brain theory and neural networks (pp. 997–1000). Page 998

activées et à le diminuer dans le cas contraire (Bernard Victorri, 2006, page9). Par voie de conséquence, le réseau s'auto organise, comme c'est le cas des cartes d'auto organisation de Kohonen.

### **2.2.3.2. Les méthodes d'apprentissage**

Il existe un certain nombre de méthodes d'apprentissage :

#### **a. La loi de Hebb :**

En 1949, l'apprentissage a connu un début de réponse grâce aux travaux du physiologiste canadien Donald Hebb. Il a proposé dans son ouvrage *The Organization of Behavior* une règle qui permet de modifier la valeur des coefficients synaptiques en fonction de l'activité des unités qu'ils relient<sup>1</sup>. Cette règle est aujourd'hui connue par la « Règle de Hebb ». Elle est présente toujours dans les modèles actuels, même les plus sophistiqués. Cette loi définit le processus de renforcement entre les activités mutuelles de deux neurones selon lequel la coopération entre deux cellules crée une modification mutuelle de l'intensité de leurs liaisons.

#### **b. Les algorithmes génétiques (AG)**

Les algorithmes génétiques sont des algorithmes d'optimisation dérivés des caractéristiques de l'évolution biologique<sup>2</sup>: sélection, croisements, mutations. Ces algorithmes sont adaptés à la résolution de problèmes dont l'espace de recherche est caractérisé par un grand nombre de dimensions<sup>3</sup>, où les paramètres interagissent de manière complexe et où très peu d'informations sur la fonction à optimiser sont disponibles<sup>4</sup>. Les AG font des candidates de choix, appelé «population d'individus», alors qu'un «individu» est une solution possible du problème à résoudre<sup>5</sup>. Chaque individu attribue une fonction appelée fonction d'adaptation « fitness » qui permet de mesurer sa qualité ou son poids. Ensuite, les meilleurs individus,

---

<sup>1</sup> : Hassoun. M. H (1995), *Artificial Neural Networks*, MIT Press, Cambridge, Mass, page 90

<sup>2</sup> : David J. Montana, *Neural Network Weight Selection Using Genetic Algorithms*, page 2 <http://davidmontana.net/papers/hybrid.pdf>, Consulté le 25/02/2014

<sup>3</sup> : Boughanem. M, Tamine. L(2004), « Connexionnisme et génétique pour la recherche d'information », *Les systèmes de recherche d'informations*. 77-99, page78

<sup>4</sup>Lassouaoui. N, Hamami. L, Nouali. N (2004), « Les algorithmes génétiques : application a la segmentation des images », *RIST Vol.14 N°02*, Page 28

<sup>5</sup> : Ourdighi. A , Benyettou. A (2007), « L'Intégration des Algorithmes Génétiques dans l'Apprentissage des Réseaux de Neurones à Délais Temporels Adaptatifs », *4th International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Télécommunications*, March 25-29, TUNISIA, page2

subissent des croisements et des mutations pour qu'une nouvelle population de solutions se produise. Ce processus se poursuit, génération après génération, jusqu'à ce que le critère d'arrêt soit atteint, comme par exemple le nombre maximal de générations (Ourdighi. A et al , 2007, page2).

### **c. L'algorithme de rétro propagation du gradient**

Lorsqu'on utilise un *apprentissage supervisé* dans le cas du PMC, les valeurs des poids de connexion sont créées tout d'abord au hasard puis le système cherche par itérations successives à obtenir le poids optimal. À chaque étape, une entrée est présentée au réseau, il propage ces valeurs vers les neurones de sortie. Chaque sortie calculée est comparée avec la réponse attendue pour que le système modifie les poids en conséquence. Cette altération des connexions est obtenue par l'*algorithme de rétro propagation du gradient d'erreur*<sup>1</sup>.

*L'algorithme de rétro propagation du gradient d'erreur est une méthode de calcul des poids pour un réseau à apprentissage supervisé qui consiste à minimiser l'erreur quadratique de sortie : somme des carrés de l'erreur de chaque composante entre la sortie réelle et la sortie désirée*<sup>2</sup>.

Ce calcul est chargé de rétro propager, dans le réseau, les erreurs constatées sur les sorties. Il permet d'éliminer les poids inférieur du seuil déterminé par le réseau formé (Hassibi et al 1993)<sup>3</sup>. En théorie, on ne peut jamais être sûr que cet algorithme finisse par déterminer un ensemble de poids convenable pour tous les couples d'entrées-sorties. En pratique, on ne construit pas un seul RNA, mais plusieurs modèles en jouant sur les paramètres de cet algorithme en cherchant à obtenir un modèle qui colle au mieux aux données. L'ajustement des poids synaptiques en fonction du gradient de rétro propagation minimise la complexité du réseau et augmente sa performance (Weigend et al ,1991)<sup>4</sup>.

---

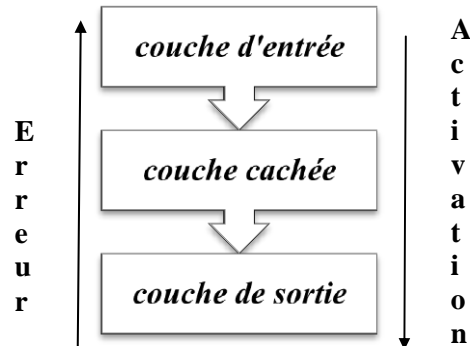
<sup>1</sup> : Werbos, pour sa thèse de doctorat en 1974, développa la théorie de la rétro propagation du gradient de l'erreur. Cet algorithme fut popularisé en 1986 par Rumelhart qui l'utilisa pour la modification des poids et des biais dans les réseaux de neurones multicouches

<sup>2</sup>: Dreyfus. G (2002), « Reconnaissance De Formes Par Réseaux De Neurones », Ecole Polytechnique, Juillet ; page45

<sup>3</sup>: Hassibi, B., Stork, D. G., & Wolff, G. J. (1993). "Optimal brain surgeon and general network pruning". Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks (Volume 1, pp. 293-299).

<sup>4</sup>: Weigend, A. S., Rumelhart, D. E., & Huberman, B. A. (1991). "Generalization by weight-elimination applied to currency exchange rate prediction". Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks (Vol. 3, pp. 2374 -2379)

Figure 28: l'erreur d'un PMC se calcule dans le sens inverse de sa propagation



Dans un réseau du PMC à  $Q$  couches, soit  $Nq$  le nombre de neurone sur la couche  $q$  de sortie avec  $1 \ll q \ll Q$ <sup>1</sup>,

Si  $j$  est l'indice qui représentera toujours le neurone pour lequel on veut adapter les poids,

- Le signal d'erreur à la sortie de ce neurone est (P.J. Braspenning et al, 1995, page46) :

$$e_j = d_j - y_i$$

$$E = \sum_{i=1}^n (d_i - y_i)^2$$

- L'erreur quadratique relative à l'ensemble des neurones de sortie est la somme des fonctions des erreurs correspondante à ces neurones soit :  $E_n = 1/2 \sum_{i=1}^n e^2_j$
- L'erreur quadratique moyenne : pour un problème comportant  $N$  observations, L'erreur quadratique moyenne relative à l'itération  $n$  soit :  $E_m = 1/n \sum_{i=1}^n e^2_j$  et l'objectif de l'apprentissage est d'ajuster les poids synaptiques du réseau à fin de minimiser cette erreur  $E_m$

<sup>1</sup> : Parizeau M (2004), « Le perceptron multicouche et son algorithme de rétro propagation des erreurs », Département de génie électrique et de génie informatique, Université Laval ,10 septembre <http://wcours.gel.ulaval.ca/2009/a/GIF4101/default/8fichiers/retroperceptron.pdf> .



L'algorithme de rétro propagation comporte donc deux phases <sup>1</sup>:

- La première « *forward* » concerne le signal à propager vers l'avant du réseau. Elle commence de la première couche cachée par le calcul du signal de tous les neurones constituant cette couche et se termine à la couche de sortie.
- La deuxième phase « *backward* » concerne le signal d'erreur qui se propage dans le sens contraire.

À la fin et après tous ce qui est présenté là-dessus, on récapitule les trois stations de la conception d'un RNA<sup>2</sup>:

- 1- La première station c'est la construction du réseau de neurones. On y définit la topologie du réseau (nombre de couches de connexion entre neurones) ainsi que les fonctions à associer aux neurones ;
- 2- La deuxième station c'est l'ajustement des différents paramètres. Cette étape est appelée phase d'apprentissage. Elle consiste à apprendre des classes de sortie en fonction d'exemples fournis aux entrées ;
- 3- La troisième station c'est l'exploitation du réseau de neurones. Au cours de cette étape, le rôle d'un réseau de neurones est de reconnaître à quelle classe connue appartient le problème fourni en entrée.

---

<sup>2</sup> : Piechowiak S (2013), « Intelligence artificielle et diagnostic », Techniques de l'Ingénieur, 7200092269 – Cerist, 21pages, page7

## **Section02 : Les réseaux de neurones artificiels comme étant une technique de management des risques**

L'évolution de l'environnement économique et technologique en concomitance impose une innovation permanente des techniques de management et des outils mis en place en parallèle. Puisque l'entreprise est soumise à des changements successifs et rapides, elle doit se mettre à jour face à ces changements, saisir les opportunités et gérer les menaces.

### **1. La puissance des R.N.A en matière de management des risques**

Le management des risques est le processus qui relie l'évolution de la probabilité de succès en fonction d'attente des meilleurs résultats avec une minimisation des coûts et des risques fortement connectés avec le changement et l'incertitude. Le management des risques vise à détecter les risques, les identifier, les cartographier, les analyser, et enfin les traiter en choisissant la décision appropriée. Il fait appel à un nombre très important de méthodes et techniques.

#### **1.1. Les méthodes traditionnelles de management des risques**

Afin d'évaluer les avantages des RNA, la plupart des recherches empiriques les comparent avec les modèles statistiques traditionnels en utilisant l'exactitude comme critère<sup>1</sup>. Parmi les méthodes traditionnelles, on cite entre autres l'Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité, L'analyse par arbre de défaillance et l'analyse par arbre d'événements, les systèmes experts, la méthode HAZOP.

---

<sup>1</sup> : Lin Zhao(2009), "Neural Networks In Business Time Series Forecasting: Benefits And Problems", Review of Business Information Systems – Third Quarter Volume 13, Number 3page 57 ,

### **2.1.1. Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (Failure mode effects and criticality analysis) AMDEC:**

Elle vise essentiellement à trouver ce qui pourrait aller mal avec un système ou un processus. Cette méthode repose sur les concepts de<sup>1</sup> :

- Défaillance : c'est la cessation de l'aptitude d'un système ou d'un élément à accomplir une fonction requise.
- Mode de défaillance : c'est l'effet par lequel une défaillance est observée sur un élément du système.
- Cause de défaillance : c'est un ensemble des événements qui conduisent aux modes de défaillance.
- Effet d'un mode de défaillance : c'est les conséquences associées à la perte de l'aptitude d'un élément à remplir une fonction requise.

Dans le cas des systèmes particulièrement complexes comptant un grand nombre de composants, l'AMDEC peut être très difficile à mener et particulièrement fastidieuse face au volume important des informations à traiter

### **2.1.2. L'analyse par arbre de défaillance et l'analyse par arbre d'événements (Fault tree analysis and event tree analysis)**

Ce sont des méthodes systématiques, leur but est d'examiner les conditions particulières qui pourraient participer à la survenance d'un événement particulier, permettant ainsi d'identifier les causes et les conséquences des événements indésirables (Clifton, J.J, 1990<sup>2</sup>, Ballard, G.M., 1992)<sup>3</sup>. Les analystes qui utilisent ces techniques doivent déterminer la structure du problème et l'importance des différentes branches. Arbres de défaillances et d'événements sont des modèles simplifiés de systèmes qui peuvent donner de précieux renseignements sur la logique du processus.

---

<sup>1</sup> : Debray, B, Chaumette, S, Descouriere S., Trommeter, V. (13/10/2006), formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs- méthode d'analyse des risques générés par une installation industrielle-, rapport d'étude NERIS, p46055-cl47569, page42.

<sup>2</sup> : Clifton, J.J. (1990), "Hazard prediction", in Keller, A.Z. and Wilson, H.C. (Eds), Disaster Prevention, Planning and Limitation, Disaster Prevention and Limitation Unit, University of Bradford and The British Library,

<sup>3</sup> : Ballard, G.M(1992)., "Industrial risk: safety by design", in Ansell, J. and Wharton, F. (Eds), Risk: Analysis, Assessment and Management", John Wiley & Sons, Chichester., Pp 95-104

- L'analyse par arbre de défaillance : Elle a été élaborée au début des années 1960, visant à déterminer l'enchaînement et les combinaisons d'événements qui pourraient conduire à un événement redouté pris comme référence. Elle est également utilisée pour analyser à posteriori les causes d'événements qui se sont produits. L'analyse par arbre de défaillance est une méthode inductive.
- L'analyse par arbre d'évènement : Elle a été développée au début des années 1970. Cette méthode est proche de celle de l'arbre de défaillance. Elle s'applique sur des sous-systèmes bien déterminés. L'analyse par arbre d'évènement apporte une aide précieuse pour traiter des systèmes comportant de nombreux dispositifs de sécurité et de leurs interactions. À l'inverse de l'analyse par arbre de défaillance, l'arbre d'évènement est une méthode déductive, elle vise à déterminer les causes d'un évènement indésirable ou redouté à priori.

Toutefois, l'approche suppose que chaque branche d'un arbre implique des événements mutuellement exclusifs qui sont indépendants les uns des autres. Ce qui signifie que ces méthodes ne permettent pas d'identifier les modes ou les causes communs de défaillances. Elles sont tout aussi inadaptées pour le traitement des échecs partiels, et des retards de temps.

### **2.1.3. La méthode HAZOP (Hazard and Operability Study)**

Cette méthode est utilisée pour identifier les risques principaux des processus ou des problèmes d'exploitation liés à la conception du processus<sup>1</sup>. L'objectif de cette étude est de traiter les indices qui peuvent avoir une incidence sur la sécurité des travailleurs dans le lieu de travail, sur la performance économique, sur l'environnement, le personnel, les équipements, et de la réputation de l'entreprise pour un déploiement efficace des moyens (procédés, équipements) de prévention adéquats.

### **2.1.4. L'analyse par Nœud de Papillon:**

Elle consiste à visualiser concrètement des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des cibles

---

<sup>1</sup> : Bingham. K, Goteti. P, (2004), "Integrating Hazop And Sil/Lopa Analysis: Best Practice Recommendations", The Instrumentation, Systems and Automation Society, 2-4 October, Reliant Center Houston, Texas.

identifiées. Cette méthode est déductive et inductive en concomitance<sup>1</sup>. En revanche, cette analyse représente un outil dont la mise en œuvre peut être particulièrement coûteuse en temps, et son utilisation doit être décidée pour des cas particuliers justifiant effectivement un certain niveau de détail.

Le processus de management des risques constitue un élément très important dans le processus de management dans différents secteurs (domaines). Il est difficile de généraliser un système ou un modèle pertinent à tous les types de situations à cause de la complexité, la diversité et l'incertitude des données cumulées dans un cadre de management. À cet égard, il est préférable d'utiliser une technique, flexible et convertible aux exigences de chaque domaine.

Ceci ouvre le champ à plusieurs méthodes et techniques à intervenir. Les méthodes statistiques et mathématiques sont largement utilisées dans ce genre d'activité sachant que plus les informations fournies sont nombreuses plus les résultats sont exacts et précis, cependant le traitement des données doit être à juste-à- temps. À cet effet, la création d'un système d'information pour le management des risques est indispensable à fin de prendre une décision correcte concernant les risques confrontés. Les méthodes classiques ont montré leurs limites à ce propos. Pour cela, le manager de risques est censé utiliser des techniques exactes et rapides comme celles des nouvelles approches quantitatives et qualitatives qui sont apparues en tant qu'outils efficaces.

Depuis une vingtaine d'années, les algorithmes d'apprentissage statistiques et les techniques d'intelligence artificielle notamment les réseaux de neurones artificiels ont suscité beaucoup d'intérêts dans le milieu académique et au sein d'entreprises de diverses industries.

Dans le cadre du traitement des données, le RNA constitue une méthode d'approximation de systèmes complexes, particulièrement utile lorsque ces systèmes sont difficiles à modéliser à l'aide de méthodes statistiques classiques. Le RNA est une approche radicalement différente des approches conventionnelles, il est construit sur le concept de «machine Learning<sup>2</sup> » qui emploie des processeurs de traitement parallèles et explicites pour reconnaître des modèles de

---

<sup>1</sup> : [www.webdav-noauth.unit-c.fr](http://www.webdav-noauth.unit-c.fr)

<sup>2</sup> : Machine Learning est basée sur des méthodes d'apprentissage inductives capables de créer des programmes informatiques par l'extraction de règles et des modèles regroupant des ensembles massifs de données

données<sup>1</sup>. Le RNA est également applicable dans toutes les situations où il existe une relation non linéaire entre une variable prédictive et une variable prédite. Par sa nature et son fonctionnement, le RNA peut détecter les interactions multiples non linéaires dans une série de variables d'entrée, il peut donc gérer des relations complexes entre les variables indépendantes et les variables dépendantes. Ce gain peut être considérable lorsque le processus à modéliser dépend de plusieurs variables. À ce propos, 40 études ont été avancées entre la technique de réseau de neurones artificiels et autres méthodes traditionnelles sur la période (1990-2003). L'objectif de ces études est de développer un réseau de neurones artificiels flexible qui permettra, de faire un meilleur usage des mesures disponibles que les méthodes d'approximation non linéaires conventionnelles (Moz2000), ainsi, d'accroître l'utilisation des réseaux de neurones artificiels (RNA) dans de nombreuses disciplines (sciences économiques, écologie et environnement, biologie et médecine...).

L'utilisation des méthodes appliquées en matière des sciences de management était très rare (Pitt, Ewing, Carr, (2002), Hubbard et Vetter(1996). Selon Zahedi (1993) le réseau de neurones artificiels représente une méthode qualitative et quantitative beaucoup plus puissante que les méthodes traditionnelles pour les sciences commerciales et économiques (statistiques et économétriques), en raison de l'incapacité de ces dernières à transmettre et traduire des phénomènes en fonctions mathématiques plus exactes<sup>2</sup>.

Medsker et al(1996) a cité les différents domaines en science économique et science de management qui peuvent utiliser les réseaux de neurones artificiels comme un outil d'aide à la décision:

### **En finance**

- L'accès au crédit (Credit authorization screening)
- Management des projets et la planification stratégique (Project management and bidding strategy)
- La prévision économique et financière (Financial and economic forecasting)
- Risque de taux de change (Risk rating of exchange-traded, fixed income investments).

---

<sup>1</sup>: Zuccaro. C, (2010),"Classification and prediction in customer scoring", Journal of Modelling in Management, Vol. 5 Iss: 1 pp. 38 – 53, page 43

<sup>2</sup> : According to Zahedi (1993), expert systems and Artificial Neural Networks offer qualitative methods for business and economic systems that traditional quantitative tools in statistics and econometrics cannot quantify due to the complexity in translating the systems into precise mathematical functions.

- La prévision de la défaillance et de la faillite (Prediction of default and bankruptcy)
- Le management des risques (Risk management)

### **En comptabilité**

- Le renforcement du rôle d'audit en matière de détection d'irrégularités et de fraudes

### **Les ressources humaines**

- La prévision de la performance du personnel, leur comportement et leurs besoins (Predicting employee's performance and behavior)

### **Marketing**

- La classification des exigences des clients (Classification of consumer spending patterns)
- L'analyse des nouveaux produits (New product analysis)
- L'identification des caractéristiques des clients (Identification of customer characteristics)
- La prévision des ventes (Sale forecast).

## **3. Les points de rapprochement et d'adéquation de la technique des réseaux de neurones artificiels avec le processus de management des risques**

Mckim est le premier qui a utilisé les réseaux de neurones artificiels à l'identification des risques (1993). Wenxi <sup>1</sup>(2007) a aussi utilisé l'algorithme de rétro propagation du gradient pour le management des risques des entreprises en Chine. Wenxi et Danyang<sup>2</sup> (2009) ont utilisé la logique floue à l'évaluation des risques des mêmes entreprises, leur travail contribue à la prise de décision en choisissant la solution optimale. Elhag et Wang (2007)<sup>3</sup> ont appliqué les réseaux de neurones au management des risques dans les projets de construction des ponts dont ils ont développé un modèle de rétro propagation de gradient pour la classification et la valorisation des risques .

---

<sup>1</sup> : Wenxi .Z (2007); "Wireless, Communications, Networking and Mobile Computing, 2007. WiCom 2007". International Conference on 21-25 Sept., Shanghai, pp 4618 - 4621

<sup>2</sup> : Wenxi. Z; Cao Dan yang (2009); "Expressway Management Risk Evaluation Based on Fuzzy Neural Networks", Intelligent Computation Technology and Automation., ICICTA'09. Second International Conference, Changsha, Hunan 700 - 703

<sup>3</sup> : Taha M. S. Elhag , Ying-Ming Wang (2007) "Risk Assessment for Bridge Maintenance Projects: Neural Networks versus Regression Techniques", November/December, Issue 6, pp. 383-479

Quatre raisons principales ont conduit les chercheurs à s'intéresser précisément au réseau de neurones artificiels comme une méthode efficace de management des risques. Le premier est que contrairement aux méthodes statistiques classiques les réseaux de neurones artificiels ne nécessitent aucune hypothèse sur les variables. La seconde, est qu'ils sont adaptés pour traiter des problèmes complexes non structurés (des problèmes sur lesquels il est impossible à priori de spécifier la forme des relations entre les variables utilisées) (Paquet. P, 1997). La troisième, est que les méthodes traditionnelles ne peuvent utiliser que les données quantitatives, or, les données qualitatives influent fortement l'évaluation des risques, en revanche le réseau de neurones artificiels a la possibilité de traiter à la fois les données quantitatives et qualitatives<sup>1</sup>. La quatrième est que les réseaux de neurones artificiels ont une capacité d'apprendre à partir des expériences antérieures, de prédire le futur et de s'adapter aux changements et aux nouvelles données. Ils sont universellement appliqués pour résoudre des problèmes de prévision, d'optimisation et de classification (LI Eldon Y, 1994, p308) et bien aussi de reconnaissance des formes (Drew et Monson, 2000)<sup>2</sup>.

La combinaison entre les RNA et le management des risques tente à améliorer la capacité de la machine à résoudre des problèmes complexes comme ceux du management des risques. Le RNA est une technique d'apprentissage qui utilise un modèle de calcul pour traiter un nombre immense de données pour découvrir des tendances cachées qui facilitent la classification et la prédiction (MacKay, 2003)<sup>3</sup>. Or, la classification, la prévision, l'évaluation et l'analyse sont des phases indispensables dans le processus de management des risques, dont le but de ce processus est de servir à prendre une meilleure décision prenant en considération les risques, ses coûts et ses profils et de déterminer le degré d'urgence et de gravité des risques. Dans ce sens, le dit processus doit être accompagné par un outil efficace qui facilite les tâches d'estimation de la probabilité et de classification<sup>4</sup>. Cela justifie l'adéquation du réseau de neurones artificiels avec les fondements du management des risques dont le but, est de concevoir des modèles de prévision et de classification des risques.

---

<sup>1</sup> : Ebrat. M, Reza G (2011), " risk assessment of construction projects using network based adaptive fuzzy systems", International journal of academic research Vol. 3. No. 1. January, , Part II , page 417

<sup>2</sup> : Schmitt. A, Le Blanc B, CORSINI M.M., Lafond. C et Bruzek. J (2001) « Les réseaux de neurones artificiels -Un outil de traitement de données prometteur pour l'anthropologie », Bulletins et mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris tome. 13, 1-2, p. 143 - 150, page1.

<sup>3</sup> : MacKay, D. (2003), Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge

<sup>4</sup> : Wickboldt J. A, Bianchin.L. A, Lunardi .R. C, Granville.L. Z, Gaspary.L. P , Bartolini. C(2011), "A framework for risk assessment based on analysis of historical information of workflow execution in IT systems", Computer Networks 55,p.p 2954–2975, page 2955



### **3.1. En matière de prévision**

Le concept de prévision est fondamental dans le management des risques. La notion de risque se décline avec la notion du hasard, chance, prévision, probabilité et d'éventualité. Au XX<sup>e</sup> Von Neumann et Oskar Morgenstern ont présenté la théorie de la décision en avenir incertain et du comportement face aux risques. Cette théorie a été complétée par les travaux de Kahneman et Tversky.

La prévision est l'une des majeures applications des réseaux de neurones (Sharda 1994). Elle a été dominée par des méthodes linéaires faciles à interpréter, mais ces méthodes sont limitées à cause de leurs inaptitudes à capturer les relations non linéaires dans une base de données. La prévision du risque est définie comme le rendement attendu d'un outil de prévision pour prédire de nouvelles actions<sup>1</sup>.

Puisque la prévision du futur n'est pas forcément la même que celle du passé, le réseau de neurones a besoin de tester les prédictions en recourant à un échantillon de test afin d'assurer la performance du réseau à prédire avec des nouvelles entrées.

En 1998, M. Adya et F. Collopy ont publié un article « How Effective are Neural Networks at Forecasting and Prediction? A Review and Evaluation »<sup>2</sup>, l'article fait l'objet d'un travail récapitulatif mené sur les 48 études scientifiques réalisées entre 1988 et 1994. La recherche s'est réalisée sur deux axes principaux, la validité des RNA et l'efficacité d'application dans les sciences de management. La recherche aboutie aux résultats suivants : Sur les 48 études, ils dénombrent 11 études qui répondent aux critères d'efficacité de la validation et d'implémentation. Sur les 37 qui restent, ils dénombrent 17 études qui représentent une validation efficace mais avec des problèmes d'implémentation. 11 sur les 37 aboutissent à des résultats positifs. Puis, sur les 48 études, 22 études contribuent efficacement à l'implémentation des RNA dans la prévision. Et près de 88% des études utilisent l'algorithme de rétropropagation du gradient.

---

<sup>1</sup> : Moody. J ( 1994), "Prediction Risk and Architecture Selection for Neural Networks », From Statistics to Neural Networks: Theory and Pattern Recognition Applications, NATO ASI Series F, Springer-Verlag, Volume: 136, pp147- 165, page150

<sup>2</sup> : Adya. M, Collopy.F (1998), How Effective are Neural Networks at Forecasting and Prediction? A Review and Evaluation, Journal of Forecasting J. Forecast. 17, 481±495 (1998)

F. Collopy, M. Adya et J. Scott Armstrong ont conclu qu'à fin d'évaluer l'efficacité de validation en matière de prévision, il faut s'appuyer sur trois étapes <sup>1</sup> :

- *La comparaison avec des modèles de références (Comparisons with well-accepted models)* : La prévision doit être effectuée à partir des modèles de référence bien acceptés
- *Utilisation des données hors échantillon de test de validation (Use of ex ante validations)* : La comparaison des résultats de prévision doit être avec les résultats obtenus à partir d'un échantillon différent de celui du test de validation, dans le but de produire des prédictions sur un avenir inconnu ou d'un cas pour lequel les résultats ne sont pas disponibles.
- *L'utilisation d'un échantillon représentatif (Use of a reasonable sample of forecasts)* : La taille de l'échantillon de validation devrait être suffisante pour permettre de tirer des conclusions plus précises. Les modèles de prévision utilisent généralement des échantillons plus larges par rapport aux autres modèles. La plupart des professionnels utilisent 75% de la base de données seulement pour l'apprentissage.

Les RNA représentent un outil alternatif pour les chercheurs et les praticiens, la structure non linéaire qui les caractérise est avantageuse en vue de capturer les relations complexes, ainsi, l'hypothèse dans le traitement des problèmes de prévision est dispensée (Zhang. G.et al, 1998).

Les RNA ont été utilisés à des fins de prévision en exploitant le passé d'une variable en vue d'extraire des relations permettant de prédire sa valeur future, en outre les RNA sont capables de découvrir la forme de ces relations (linéaire ou non linéaire). Ils ont été implantés avec succès pour l'accomplissement de tâches prédictives reliées à des processus statistiques observés pour lesquels on peut identifier plusieurs variables explicatives. Bien que les RNA soient considérés comme une puissante méthode de prévision, basé sur la description, il est difficile d'obtenir des résultats positifs sans une bonne construction de leurs structures que plusieurs chercheurs ont soulignées (Lin Zhao, 2009, page 59).

---

<sup>1</sup> : Collopy. F. Adya. M et Scott Armstrong. J. (1994), Principles for Examining Predictive Validity: The Case of Information Systems Spending Forecasts, *Information Systems Research*, Volume 5, No. 2 (June), pp170-179, p173

### **3.2. En matière de classification :**

La classification est le processus de classer des objets en groupes ou catégories en fonction de la similarité de leurs profils multi variés<sup>1</sup>. Les méthodes conventionnelles de classification notamment la théorie bayésienne de décision<sup>2</sup>, l'analyse discriminante<sup>3</sup>, l'analyse Monté Carlo<sup>4</sup> s'appuient dans leurs estimations sur le calcul de la probabilité à postériori selon le choix de classification. L'une des principales limites de ces méthodes consiste dans leur puissance en matière de classification qu'avec et seulement, la vérification d'un grand nombre d'hypothèses. Mais récemment, les professionnels ont commencé la recherche d'algorithmes alternatifs qui peuvent fournir une meilleure précision pour le traitement des problèmes de classification.

À ce propos l'émergence des RNA représente une méthode alternative. Ils produisent de classification meilleure que l'analyse discriminante et la régression logistique. Beaucoup plus, les RNA produisent moins d'erreurs en classification « mis classification » que les méthodes classiques.

De différents types de réseaux de neurones peuvent être utilisés avec succès et efficacement dans le traitement des données de classification. Le perceptron multi couches est le type qui a pris la grande part d'exploitation dans ce propos (Zhang, 2000, page 452).

La classification des risques est une étape complémentaire à l'identification et la prévision des risques permettant de donner une vision exhaustive sur l'évaluation des risques, et, de distinguer les risques en groupes. Elle vise à analyser l'association entre et au sein des données d'entrée pour extraire les propriétés statistiques de l'ensemble d'apprentissage et développer la phase de généralisation dans laquelle les objets sont classés. Une fois que le

---

<sup>1</sup>: Zuccaro. C, (2010), "Classification and prediction in customer scoring", Journal of Modeling in Management, Vol. 5 Iss: 1 pp. 38 – 53, page39

<sup>2</sup> : *Théorie de la décision bayésienne est la base de méthodes de classification statistiques. Elle fournit le modèle de probabilité fondamentale pour les procédures de classement. Dans la perspective bayésienne, une probabilité n'est pas interprétée comme le passage à la limite d'une fréquence, mais comme la simple traduction numérique d'un état de connaissance (le degré de confiance accordé à une hypothèse*

<sup>3</sup> : *L'analyse discriminante a été proposée par Fisher (1936) comme une technique de classification et Jusqu'à ce jour elle est la plus couramment utilisée dans le traitement des problèmes de classification (Lee et al. 1999). elle vise à décrire, expliquer et prédire l'appartenance à des groupes prédéfinis (d'un ensemble d'observations à partir d'une série de variables prédictives.*

<sup>4</sup>: *La méthode de simulation de Monte-Carlo permet aussi d'introduire une approche statistique du risque dans une décision financière. Elle consiste à isoler un certain nombre de variables-clés du projet, tels que le chiffre d'affaires ou la marge, et à leur affecter une distribution de probabilités. Pour chacun de ces facteurs, un grand nombre de tirages aléatoires est effectué dans les distributions de probabilité déterminées précédemment, afin de trouver la probabilité d'occurrence de chacun des résultats.*

modèle s'est développé, les données d'entrée bruyantes peuvent être corrigées. Ce qui rend les sorties des tâches de classification et de la prédiction beaucoup plus précises que celles produites par les techniques classiques.

La classification à priori trie les entrées en groupes homogène en fonction des critères spécifiques bien déterminés (ex : l'âge, le sexe, la fonction ...). Cette classification ne permet pas d'encadrer tous les éléments du risque<sup>1</sup>, à cet effet, il est nécessaire de faire une classification à postériori pour avoir plus d'efficacité. À ce niveau les sortants du réseau se classifient conformément à l'échantillon de validation.

La classification des risques à priori ou à postériori produit une matrice de classification. Cette matrice nous fournit à la fois la classification globale de notre modèle et la classification de chaque groupe. Elle a pour objectif d'identifier les principaux scénarios du risque et de constituer un portefeuille de risques selon la catégorie de probabilité et de conséquences. Elle permet de déterminer, quand le risque est supportable, et donc s'il peut être accepté par l'entreprise.

D'après une thèse réalisée par Samsul Islam et al en 2009, «Application of Artificial Intelligence (Artificial Neural Network) to Assess Credit Risk: A Predictive Model For Credit Card Scoring<sup>2</sup>», sur un ensemble de données concernant l'utilisation des cartes de crédit en Allemagne. La base de données est extraite à partir du référentiel « UCI Machine Learning ». L'échantillon est de 1000 cas (les candidats) dans la base de données. Sur ces 1000, 700 candidats sont "solvable" et 300 autres sont «non-solvable». Afin d'introduire les coûts de mauvaise classification, il est supposé qu'un "mauvais accepté" engendre des coûts beaucoup plus élevés que un "bon rejeté", parce qu'il y a une chance de perdre la totalité du montant du crédit tout en acceptant une "mauvaise" et seulement de perdre le montant d'intérêts tout en rejetant un «bon». Dans cette analyse, le réseau de neurones effectue une erreur de "mauvais Accepté» (égale à 61) par rapport à l'erreur calculée de l'analyse discriminante qui est égale à 143 et la régression logistique qui est égale à 140. Donc, le réseau de neurones réalise moins d'erreurs de classification. Cette différence revient aux caractéristiques des RNA, ils

---

<sup>1</sup> : Katrien. A, Emiliano. A. V, K.U. Leuven,(2011), «Statistical concepts of a priori and a posteriori risk classification in insurance », 5th Brazilian Conference on Statistical Modeling in Insurance and Finance (SMIF) Maresias, Sao Paulo 10-15 April , page 16.

<sup>2</sup>:Samsul I , Lin Z , Fei L (2009) , «Application of Artificial Intelligence (Artificial Neural Network) to Assess Credit Risk: A Predictive Model For Credit Card Scoring », School of Management Blekinge Institute of Technology

détiennent moins de cas, car une partie des cas est conservée pour l'échantillon du test pour empêcher le réseau de surentraînement. En outre, les autres modèles statistiques n'utilisent pas les échantillons de test. Ainsi, les résultats de la classification sont largement incomparables en raison du nombre inégal de cas utilisés dans tous les modèles. Après l'exécution de la phase de test de validation avec le même nombre de tailles d'échantillons dans tous les modèles, il est à constater que le "mauvais accepté» est encore réduit de 61 à 27 pour les RNA. Le pourcentage global correct est passé de 83,86% à 96%. Donc, pour l'ensemble des données, le RNA donne toujours de bons résultats. Cette étude montre que le réseau de neurones donne des résultats extrêmement meilleurs que l'analyse discriminante et la régression logistique.

La méthode des réseaux de neurones appliquée au management des risques sert à estimer probablement, à priori et à postériori, les résultats attendus en classifiant les priorités et catégorisant les risques. La finalité de cette méthode est de fournir une information fiable au moment opportun et à moindre coût, et donc pour établir un système de veille permanent pour faire face aux risques (Ebrat M, Reza. G 2011, page 411).

#### **4. Les avantages d'utilisation du réseau de neurones en management des risques**

Le RNA représente une technique exhaustive, premièrement, en terme de classification et d'identification des risques, deuxièmement, en terme de la prévision des risques et de leurs impacts sur la réalisation des objectifs de l'entreprise, et troisièmement en terme d'optimisation en maximisant le bénéfice et en réduisant les pertes .

- La première propriété des réseaux de neurones est celle d'approximation universelle que l'on doit à *Hornik et al. (1989)*. Les réseaux de neurones ne sont pratiquement jamais utilisés pour réaliser l'approximation d'une fonction connue. Dans la très grande majorité des applications, les réseaux de neurones sont utilisés pour réaliser une modélisation ou régression non linéaire<sup>1</sup>. À cet effet, on réalise des mesures, en nombre fini, des entrées et des sorties du processus que l'on cherche à modéliser.
- Les RNA sont faciles à construire et à gérer avec de grandes quantités de données bruitées. Ils sont particulièrement adaptés pour résoudre les problèmes non linéaires.

---

<sup>1</sup> : Ajith A , Artificial Neural Networks, Handbook of Measuring System Design, edited by Peter H. Sydenham and Richard Thorn. John Wiley & Sons , 2005, page 901.

- Ils fonctionnent bien pour des problèmes où les experts du domaine sont indisponibles, et où, il n'y a pas de règles connues. Cette technique permet de traiter des problèmes non structurés, c'est-à-dire des problèmes sur lesquels on ne dispose d'aucune hypothèse à priori sur la distribution et / ou de la cartographie des données (Vellido. A et al, 1999, page58). Les RNA sont également de nature adaptative, cela les rend particulièrement utiles dans des domaines tels que la finance où l'environnement est potentiellement explosif et dynamique (Clarence N W Tan, 1997).
- La parcimonie est la propriété mathématique qui donne aux réseaux de neurones tout leur intérêt pratique. La parcimonie des réseaux de neurones a une conséquence pratique très important pour obtenir une précision de modélisation donnée, un modèle non linéaire par rapport à ses paramètres (un réseau de neurones par exemple) nécessite un nombre plus petit de mesures qu'un modèle linéaire par rapport à ses paramètres. Contrairement à une idée reçue, les réseaux de neurones ne sont donc pas des modèles sur-paramétrés bien au contraire, ils sont parcimonieux en nombre de données. ils peuvent être appliqués sur des données incomplètes ou bien bruitées (Vellido. A et al, 1999, page58). Casta et Prat (1994) montrent que des architectures spécifiques peuvent traiter les problèmes d'incomplétude des données (Paquet. P, 1997, page12).
- Les RNA sont capables d'ajuster des modèles pertinents avec la base de données, sans avoir des spécifications explicites sur le modèle à établir (G.P.Zhang, 2000, page 451) en fonction de leur capacité non-linéaire (Zuccaro. C, 2010, page 41). Ce caractère leur confère la validité dans les sciences qui se caractérisent par la dynamique et l'incertitude. Ils ont été introduits efficacement pour résoudre des problèmes économiques et de gestion. Cette technique est tout à fait adaptée pour traiter des problèmes non linéaires éminemment complexes, en découvrant elle-même les dépendances de haut niveau entre les variables.
- Contrairement aux techniques traditionnelles qui permettent d'atteindre la même solution à chaque fois qu'elles sont appliquées à un ensemble de données, les réseaux

de neurones signalent généralement des solutions différentes en fonction des valeurs d'entrées<sup>1</sup>.

- L'utilisation des méthodes statistiques par les chercheurs nécessite une forte connaissance en matière des statistiques et des mathématiques. En revanche, dans ce domaine, les chercheurs peuvent utiliser les réseaux de neurones sans avoir une très grande connaissance en matière d'algorithme d'apprentissage. Les restrictions imposées par de nombreux modèles sont probablement moins attrayantes pour de nombreux chercheurs n'ayant pas une solide formation statistique. Le RNA est donc un progiciel relativement facile à utiliser, il peut être utilisé avec succès sans exiger la pleine compréhension des algorithmes d'apprentissage. Cela les rend plus accessibles à un plus large éventail d'utilisateur et de domaine d'application.
- Les réseaux de neurones artificiels possèdent une mémoire distributive (distributive Memory), qui ne garde pas les informations acquises dans une centrale de stockage mais plutôt le stockage se fait sous forme d'un modèle dans l'étendue de la structure. L'ajout d'une nouvelle information engendre l'ajustement des interconnexions sans omettre les anciennes informations<sup>2</sup>. Dans le livre du fondateur du groupe PDP, McClelland et Rumelhart (1986)<sup>3</sup> présentent un modèle connexionniste de la mémoire, dont la principale caractéristique est d'être *distribuée* : chaque information mémorisée n'est pas localisée dans un élément précis du système, mais elle est répartie dans tout le système servant à coder simultanément toutes les informations. Pour cela, ils utilisent un réseau entièrement récurrent avec un mécanisme d'apprentissage non supervisé, proche de la règle de Hebb.
- La structure parallèle des réseaux de neurones et la mémoire distributive leur confèrent une tolérance aux pannes (*fault tolerance ability*). Elle joue un rôle très important dans les résultats obtenus (Lin Zhao, 2009, page 59). L'échec d'une partie du réseau peut affaiblir sa performance mais n'engendre pas un arrêt du processus de traitement. Le réseau est alors susceptible de s'arrêter immédiatement qu'en cas d'un

---

<sup>1</sup>: Sexton. R.S., Dorsey. R.E, (2000), "Reliable classification using neural networks: a genetic algorithm and backpropagation comparison", Decision Support Systems 30 ,pp11–22, page 12

<sup>2</sup> : Yegnanarayana. B (2004), Artificial Neural Networks, New Delhi : Prentice-Hall of India, page 20

<sup>3</sup>: Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., and the PDP research group. (1986). Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition. Volume I. Cambridge, MA: MIT Press.

échouement total<sup>1</sup>. Faraway & Chatfield (1998)<sup>2</sup> ont indiqué que sans un choix optimal, d'architecture, des fonctions d'activation et des valeurs d'entrée, le RNA peut conduire à des prévisions ridicules. En outre, un RNA sans couches cachées donne les mêmes résultats que les méthodes conventionnelles.

- Les algorithmes d'apprentissage sont généralement connus par leur puissance en matière d'optimisation (Kamruzzaman, Begg et al. 2009<sup>3</sup>). Deux propriétés doivent être assurées pour permettre de mesurer la performance d'un réseau de neurones. La première concerne la détermination de la structure du RNA et la deuxième concerne l'ajustement des poids de connexion à fin de minimiser les erreurs en optimisant la performance du réseau.
- Les réseaux de neurones artificiels sont moins sensibles aux spécifications qu'aux méthodes paramétriques<sup>4</sup>.
- La technique permet la prise en compte de variables quantitatives et qualitatives en concomitance<sup>5</sup>, étant donné qu'il y a des neurones qui admettent des valeurs binaires (George S. Swales Jr et al 1992, page78). Les données d'entrée peuvent être des données exactes paramétriques comme elles peuvent être des données portées sur des jugements, des perceptions ou bien des indicateurs de sentiments (Hossein Hakimpour et al, 2011, p.1013)

Les différentes caractéristiques et les avantages du RNA cités ci-dessus montrent sa flexibilité et son aptitude à traiter de divers problèmes dans diverses natures. Plus particulièrement en matière de management des risques.

Il faut signaler que les réseaux de neurones peuvent interpoler entre les données. Bien entendu, les RNA ne font pas de miracles, ils ne peuvent pas extrapoler valablement, puisqu'ils résultent d'un calcul statistique et le modèle qu'ils constituent n'a de validité qu'aux domaines propres au modèle ajusté. Ainsi, ils peuvent prévoir des événements futurs à

---

<sup>1</sup>:Eldon Y. Li(1994), "Artificial Neural Networks and Their Business Applications", Information & Management 27(5), 303-313,

<sup>2</sup>: Faraway, J & Chatfield, C. (1998). "Time series forecasting with neural networks: a comparative study using the airline data". Applied Statistics, 47, 2, 231-250.

<sup>3</sup>: Kamruzzaman, J., Begg, R. K. & Sarker, R. A. (2006), Artificial Neural Networks in Finance and Manufacturing , Idea Group Publishing, page 23.

<sup>4</sup> Vaisla. K. S, Bhatt. A. K,( 2010), "An Analysis of the Performance of Artificial Neural Network Technique for Stock Market Forecasting ", (IJCSE) International Journal on Computer Science and Engineering Vol. 02, No. 06,pp. 2104-2109 page 2104

<sup>5</sup> : George S. Swales Jr. and Young Yoon(1992), "Applying Artificial Neural Networks to Investment Analysis" Financial Analysts Journal Vol. 48, No. 5 Sep. - Oct., , pp. 78-80, page 78



condition que ces évènements soient influencés par des évènements passés (à partir desquels on a calculé les poids des réseaux) par contre, si un nouveau facteur inconnu dans le passé fait apparition, les réseaux de neurones créés à partir des données anciennes ne répondent plus (mais on peut les réajuster)<sup>1</sup>. Les transformations des valeurs d'entrée en valeurs de sortie à l'échelle du réseau ne peuvent pas être explicitées facilement, car le réseau est constitué de la superposition de toutes les fonctions de chaque neurone.

### **Section 03 : Les réseaux de neurones artificiels appliqués au management des risques, un outil pour l'audit**

Les auditeurs doivent prendre part aux nouvelles technologies pour faire face aux nouveaux défis. Dans une économie fondée sur la connaissance, et les critères d'élimination sur le marché, l'entreprise est sensée utiliser de nouvelles ressources et promouvoir les capacités d'innovation.

#### **1. L'audit et l'outil informatique**

La croissance de l'entreprise à l'échelle informatique présente de nombreux nouveaux défis pour l'audit. Si les méthodes traditionnelles de tests des contrôles continuent d'être utilisées, des risques importants peuvent passer inaperçus. Lorsque l'entreprise accomplit ses travaux avec des systèmes d'information avancés, l'auditeur peut ne pas être en mesure de réduire le risque de détection à un niveau acceptable en s'appuyant uniquement sur des tests de conformité (Bierstaker J. et al, page 161). Il doit passer à un autre stade, du contrôle de conformité vers l'audit d'efficacité ou l'audit stratégique. Son champ d'intervention s'élargit et ses objectifs s'étendent.

L'auditeur a la possibilité de développer un modèle informatique permettant d'évaluer les capacités opérationnelles. La modélisation et la simulation sont devenues des outils de prise de décision particulièrement populaires. Par la modélisation et la simulation du système de l'entité contrôlée ou d'un procédé, un auditeur peut être en mesure d'identifier les lacunes et détecter les actions nécessitant des corrections avant même l'émergence de sérieux

---

<sup>1</sup> : Dreyfus. G (1997), « Les réseaux de neurones une technique opérationnelle pour le traitement des données industrielles économiques et financières », école supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI) laboratoire d'électronique ; mesure n 699 ; novembre

problèmes. Les modèles de simulation assistée par ordinateur, permettent d'effectuer les opérations plus efficacement avec un moindre coût<sup>1</sup> (Zacchea. N. M., 1995, page26).

Avec les nouvelles tendances, les auditeurs d'aujourd'hui se rendent compte de la nécessité à utiliser des techniques sophistiquées pour prendre des décisions. Ces techniques peuvent les aider à s'assurer que la gestion des politiques, les plans et les décisions sont pertinents et appropriés avant qu'ils ne soient mis en œuvre. Glower et Ramney (1998) ont prévu que l'utilisation des logiciels pour effectuer un audit va connaître un très grand saut au futur en s'adaptant avec l'avancement des clients en termes des technologies de l'information<sup>2</sup>. Ils sont susceptibles de sélectionner et analyser, en très peu de temps, un grand nombre d'informations, c'est ainsi qu'ils participent à l'amélioration de l'efficacité et de l'efficience de l'audit.

En reconnaissant l'importance de l'environnement émergent et l'obligation d'effectuer des tâches d'audit efficaces, la technologie va continuer à avoir un impact direct sur, pratiquement, toutes les phases du processus d'audit. Un simple logiciel est en mesure de tester l'ensemble de la population des données d'un client. Les principales raisons conduisant les auditeurs à utiliser ce genre d'outil sont<sup>3</sup>:

- S'adapter pour gagner en performance et compétence.
- Améliorer les décisions de l'entreprise en utilisant des données traitées.
- Améliorer l'efficacité de l'audit.
- Réduire les tâches de routine pour donner plus de temps pour l'analyse créative et commerciale.
- Identifier les causes profondes des problèmes quantitatifs et qualitatifs.
- Réduire la fraude et les abus.
- Engendrer de nouveaux profits au fournisseur, client, ressources humaines, informatique et gestion d'entreprise.

---

<sup>1</sup> : Zacchea. N. M, (1995), "The use of computer modeling and simulation in the audit process", Managerial Auditing Journal, Vol. 10 Iss: 1 pp. 25 – 30, page 29

<sup>2</sup> :Glower. S.M.,Ramney .M.B (1998), " the next generation , internal audit", 55(5): 47-55

<sup>3</sup> : Krishna. M. M , Seetharaman A. Z. M , Meyyappan. G and Lee. H. S (2011), "The impact of information technology on internal auditing", African Journal of Business Management Vol. 5(9), pp. 3523-3539, 4 May, page 3524

L'introduction de l'intelligence artificielle dans la profession d'audit est apparue vers les années 1980 (Abdolmohammadi, 1987)<sup>1</sup>. Elles (Les techniques de l'intelligence artificielle) ont été appliquées avec un certain succès sur des tâches spécifiques pour l'élaboration des rapports financiers, comme en audit (Hansen and Messier, 1982)<sup>2</sup>.

Ces dernières années, les scandales et les échecs sont toujours présents, ce qui amène les auditeurs à être dynamiques. Ils doivent évoluer et s'adapter simultanément avec l'évolution des activités des tiers et de leurs besoins. Les normes professionnelles et la nouvelle approche axée sur les risques imposent l'obligation aux auditeurs d'inclure les techniques les plus appropriées disponibles pour mener à bien la mission d'audit (Zacchea. N. M., 1995, page26). De même, ces techniques sont également nécessaires pour signaler les incidents critiques tels que la fraude de gestion, la continuité de l'exploitation, et les problèmes qui pourraient, s'ils ne sont pas détectés, faire déliner un audit<sup>3</sup> et l'entreprise.

L'objectif d'utiliser ces techniques en audit est d'aider les auditeurs à émettre une meilleure décision sans tomber dans des biais potentiels<sup>4</sup>. Nombreuses sont les entreprises et les cabinets d'audit qui adoptent l'approche d'audit par le management des risques (business risk audit). Ces derniers ont développé des logiciels dans le but d'évaluer les risques de leurs clients indépendamment de l'approche d'audit par le management des risques. Prenant comme titre d'exemple les grands cabinets internationaux (Big four) qui ont installé des logiciels d'analyse des données et de management des risques exposés dans le tableau ci-dessous.

---

<sup>1</sup> : Abdolmohammadi MJ. (1987), "Decision support and expert systems in auditing: a review and research directions", Accounting and Business Research (Spring): 173–185.

<sup>2</sup> : Hansen JV, Messier Jr WF. (1987). « Expert systems in auditing: the state of the art". Auditing: A Journal of Practice and Theory 7(1): 94–105, page94

<sup>3</sup> : Calderon. G. T , Cheh1. J. J. (2002), A roadmap for future neural networks research in auditing and risk assessment, International Journal of Accounting Information Systems 3, p.p 203–236, page204

<sup>4</sup> : Abdolmohammadi. M. J , Usoff. C (2001) , The Assessment of Task Structure, Knowledge Base, And Decision AIDS for a comprehensive inventory of audit tasks , British Library Cataloguing, USA, Page 43

**Tableau 8: Exemples des softwares (logiciels) utilisés dans les grands cabinets d'audit internationaux**

Logiciels	Synopsis
Horizon , (J.P. Morgan and Ernst & Young )	Un logiciel pour évaluer et gérer le risque opérationnel. Le programme évalue le risque opérationnel au sein d'une firme bancaire d'investissement. Le package fournit à la direction une vue consolidée des risques dans les secteurs d'activités, ce qui donne à la direction une puissante capacité à prendre de meilleures décisions stratégiques.
La carte, KPMG	Un logiciel qui permet de tracer toutes les facettes des opérations des clients. Chaque zone peut être détaillée sur une carte informatisée. Sur le chemin, ils évaluent les risques, identifient les problèmes, attribuent les responsabilités et hiérarchisent les domaines d'action.
Le logiciel de maîtrise des risques  (PricewaterhouseCoopers)	Une approche globale des risques et du contrôle des données d'une organisation, tout en éliminant la montagne de paperasse qui enterre beaucoup d'autres programmes de gestion des risques. Le logiciel de maîtrise des risques aide les entreprises à identifier et à évaluer les risques à tous les niveaux de l'organisation. Il donne des outils pour concevoir et utiliser des mesures de contrôle de manière cohérente. Le programme permet aux utilisateurs de suivre leur propre voie et de sauter dans le processus d'évaluation ou de gestion à tout moment. Il guide les utilisateurs à travers un processus qui commence avec la cartographie de leur exposition au risque et se termine par la mise en œuvre de plans d'action prêts à éliminer les procédures de contrôle inefficaces.

**Source:** Bierstaker. J. L, Burnaby. P and Thibodeau. J (2001), “The impact of information technology on the audit process: an assessment of the state of the art and implications for the future”, *Managerial Auditing Journal* 16/3 159-164, page161

Les RNA, par leur propriété qui caractérise les RNA du traitement des problèmes complexes et non linéaires, deviennent la meilleure façon de procéder (Hakimpoor. H et al, 2011, p.1013)<sup>1</sup>. Ils peuvent être introduits dans la profession d'audit en raison de la complexité des champs d'intervention de l'audit. Cette complexité affecte la qualité de son opinion, pour cela, il est nécessaire d'utiliser des outils d'aide à la décision pour améliorer la qualité du rapport, des évaluations et des jugements apportés.

Dans la même sphère, la complexité nécessite une longue durée d'apprentissage, d'expérimentation et de compétence ce qui coûte très chère aux entreprises. Alors les RNA vont jouer un rôle primordial dans la résolution de ce type problème par conséquent ils sont au service de la profession d'audit et de l'intérêt de l'organisation, une bonne qualité d'audit avec le moindre coût "cost reduction and increase of auditing quality"<sup>2</sup>. Les RNA Rassemblent des données cloisonnées pour les analyser et s'adaptent rapidement aux changements des processus opérationnels sous-jacents.

### **1.1. Panorama des applications des réseaux de neurones artificiels en audit**

Le challenge de l'auditeur est de déterminer la phase et la tâche qui peuvent bénéficier de ces techniques ainsi d'en choisir la meilleure en terme d'avantage (Abdolmohammadi. M. J, Usoff. C, 2001, page 44). Plus de 400 occupations confiées à l'audit nécessitant l'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle, ont été identifiées. Plusieurs études ont été publiées et synthétisées en six catégories : évaluation préliminaire des risques d'information, la fraude, l'évaluation des risques du système de contrôle interne, l'opinion d'audit en matière de la continuité de l'exploitation, de la détresse financière, et la faillite.

Ramamoorti et al. (1999) suggèrent que leur application à l'audit interne va augmenter la capacité des vérificateurs internes de faire des recommandations sur la commande de processus et de réingénierie. Fanning et al. (1995) utilise les réseaux neuronaux pour évaluer le risque de fraude. Chiu et Scott (1994) également incitent l'utilisation des réseaux de neurones pour l'évaluation des risques. Koh (2004) suggère l'utilisation des réseaux de

---

<sup>1</sup> : Maia.T.T, Braga. A. B (2010), "Introduction into computational intelligence business applications", European symposium on artificial neural networks - Computational Intelligence and Machine Learning. Bruges (Belgium), 28-30 April, ISBN 2-930307-10-2, p.p 31-39

<sup>2</sup> :Hussein Taha R. O (2012), "The Possibility of using Artificial Neural Networks in Auditing -Theoretical Analytical Paper", European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences - Issue 47pp.43-56, page49.

neurones et le data mining pour la continuité de l'exploitation, il constate qu'ils sont des outils puissants pour l'analyse des relations complexes, non linéaires et interactives impliquées dans la continuité de l'analyse. Koskivarra (2000) les utilise pour modéliser les soldes mensuels pour une entreprise industrielle (Baldwin. A. A et al, 2006, page82). L'utilisation des RNA s'est introduite dans les opérations de planification et de contrôle par Garetti .M et Taisch .M<sup>1</sup> (1999). Ils peuvent être employés comme un instrument de diagnostic et d'amélioration de la qualité du contrôle<sup>2</sup>.

Parmi les tâches discutées jugées majeures <sup>3</sup>:

- La classification
- L'évaluation du système de contrôle interne et ses risques
- Détection des fraudes
- Le contrôle des comptes
- Continuité d'exploitation et la prévision de la défaillance

### **1.1.1. La classification**

La classification est l'une des préoccupations de l'auditeur. Elle vise à classer les risques en zones ou à prioriser les activités qui nécessitent une amélioration. En général, les RNA, qui sont des classificateurs par nature comme il a été approuvé dans la section précédente, offrent la capacité de tenir compte simultanément de plusieurs types d'éléments de preuve et peuvent aider les auditeurs à évaluer les risques afin de porter des jugements qualifiés (Coakley and Brown, 1993; Lenard et al, 1995; Davis et al, 1997; Green and Choi, 1997; Fanning and Cogger, 1998; Calderon and Green, 1999; Ramamoorti et al, 1999).<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> : Garetti M, Taisch. M (1999), "Neural networks in production planning and control". Production Planning and Control 10(4):324-39

<sup>2</sup> : Smith. K.A, Gupta. J.N.D(2000)., "Neural networks in business: techniques and applications for the operations researcher", Gupta / Computers & Operations Research 27 1023-1044, page 1038

<sup>3</sup> : Baldwin A. A, Brown. C. E, TRINKLE. B (2006), "Opportunities for artificial intelligence development in the accounting domain: the case for auditing", Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, **14**, pp .77-86, page 78

<sup>4</sup> : Calderon. T. G, Chehl J. J. (2002), "A roadmap for future neural networks research in auditing and risk assessment", International Journal of Accounting Information Systems 3, p.p 203-236

### **1.1.2. L'évaluation du système de contrôle interne et ses risques**

Les normes internationales d'audit rendent l'évaluation du système de contrôle interne inévitable et indispensable dans la démarche d'audit. Le management des risques est introduit comme l'un des composants principaux du SCI (voir chapitre 02).

Davis (1996, page17) a mené une recherche sur l'application des RNA dans les jugements des auditeurs. L'objectif de cette étude est de fournir une moyenne d'aide à la décision aux auditeurs seniors lors de l'évaluation des risques du système de contrôle interne. Le modèle est développé sur la base d'un échantillon de six entreprises d'audit. Les enquêtés sont des auditeurs juniors et seniors. Les variables d'entrées prises en compte dans cette étude sont les suivantes: les réactions des auditeurs, le temps de la mission, l'exactitude des jugements, les risques de contrôle interne les plus appréciés. Cependant, les résultats de cette étude n'ont pas apporté de nouveau pour aider les auditeurs juniors, et ceci à cause de l'incrédibilité des jugements des auditeurs choisis. À noter que Davis a constaté que les auditeurs juniors font plus d'effort et de contrôle que les auditeurs seniors.

Ramamoorti, Bailey et Traver (1999) ont réalisé une étude sur l'application des RNA dans le management des risques dans le cadre d'un audit interne. Des données qualitatives et quantitatives ont été prises en compte dans cette étude. L'échantillon objet d'étude dispose d'un ensemble de risque à propos de 141 départements administratifs à l'université de l'Illinois à Chicago. Les chercheurs ont distingué 45 variables d'entrées au début, puis ils ont diminué le nombre jusqu'à 10 entre données qualitatives et données quantitatives en accordant plus d'importance aux données qualitatives. Les mêmes données d'entrées ont été classifiées par des auditeurs en s'appuyant sur le langage Delphi, à fin de tester la pertinence des RNA par rapport au Delphi. Les données qualitatives sont prédéfinies dans un intervalle de 0 à 9, 0 signifie non applicable, 1 signifie risque faible et 9 signifie risque élevé. Le RNA est développé à base de l'algorithme de rétro propagation avec un échantillon d'apprentissage couvrant 70% de l'ensemble des départements (100 départements) et un échantillon de test de 30% (41 départements). Le Delphi et les RNA ont prouvé leur puissance en matière de classification des départements audités, ils ont détecté 25 entreprises en danger, avec plus de souplesse aux RNA qu'aux Delphi. Les résultats de cette recherche indiquent que des auditeurs internes pourraient utiliser les RNA pour classer les risques des unités auditées. Nous devrions noter que des modèles de RNA sont actuellement utilisés par l'office d'Audits

Universitaires à l'Université de L'Illinois pour exécuter l'évaluation des risques à fin de soutenir le processus d'amélioration continue.

### **1.1.3. Détection des fraudes**

La détection de la fraude est généralement une affaire d'être au bon endroit et au bon moment, en examinant les documents. Souvent, la détection des fraudes se produit par accident. Nombreux chercheurs ont conduit des études dans ce contexte. Bell et Carcello (2000) ont développé un modèle de RNA au service des clients d'audit à fin de prévoir la fraude. L'échantillon du modèle comprend 77 états de fraude et 305 états sans fraude. En se basant dans la base de données sur certains éléments qui ont vocation d'augmenter le risque de fraude tel que l'environnement faible du contrôle interne, croissance de société rapide, rentabilité relative incohérente. Les résultats de L'étude indiquent que le modèle était significativement bien précis dans l'évaluation du risque de fraude pour les 77 engagements, tandis qu'aucune différence significative n'a été signalée pour les 305 engagements<sup>1</sup>.

### **1.1.4. Le contrôle des comptes**

Cinq études ont été conduites pour étudier la possibilité d'utiliser les RNA dans le contrôle des comptes. Coakly et Brown (1991), Coakly et Brown (1993), Coakly (1995) ont testé la performance des RNA dans ce contexte en terme de prévision. Le développement du réseau a été effectué sur un ensemble de données comptables mensuelles d'une entreprise de distribution de moyenne taille d'une durée de 4 ans. Les trois premières années représentent l'échantillon d'apprentissage et la quatrième année représente l'échantillon de test. Le tableau suivant représente le design des RNA développés et les résultats de chacun.

---

<sup>1</sup> : Bell, T. B., & Carcello, J. V. (2000). "A decision aid for assessing the likelihood of fraudulent financial reporting". Auditing: A Journal of Practice and Theory, 19(1), 169–182.



**Tableau 9: Les études de Coakly sur l'application des RNA dans le contrôle des comptes**

	Type de données	Nombre de données	Nombre des neurones d'entrée	Nombre des couches/none cachés	Nombre des neurones de sortie	Fonction d'activation	Méthode d'apprentissage	résultats
Coakly et Brown (1991) <sup>1</sup>	E. distribution Valeurs comptable mensuelle	48 36/1 2	11	2 :	10	Sigmoïde	BP	62%
(1995) <sup>2</sup>	E. distribution Valeurs comptable mensuelle	36/1 2	5	2 : 11/11	3	Hyperbolique tangente	BP	90%

Quant à l'étude de Koskivaara (2000, pp.1060-1069) l'objectif est de fournir l'évidence additionnelle concernant la capacité d'un modèle de RNA en fait de prévision et d'identification des modèles lorsqu' il s'agit de l'audit des comptes. Elle examine la capacité prédictive d'un RNA par le back propagation en utilisant la balance mensuelle d'une entreprise. Les équilibres mensuels sont considérés comme une série temporelle et la cible est d'observer la dynamique non linéaire et les rapports entre les comptes. Koskivaara a collecté 72 balances mensuelles de janvier 1990 à décembre 1995 d'une entreprise industrielle finlandaise de taille moyenne (Hussein Taha R. O., 2012, page 52). L'échantillon d'apprentissage du réseau se compose de 60 balances mensuelles et l'échantillon de test comprend les 12 derniers mois. Deux modèles de réseau de neurones multicouches artificiels

<sup>1</sup> : Coakly J.R., Brown C.E (1991), "Neural networks applied to ratio analysis in the analytical review process", In . proceedings of the fourth international symposium on expert systems in accounting finance and management , university of southern California, Pasadena California, USA, October 30 Novembre1, 1991, pp: 1-36

<sup>2</sup> : Coakly J.R (1995), "using pattern analysis methods to supplement attention-directing analytical procedures", expert systems with application 9(4), pp:513-528

ont été construits. Pour le premier modèle, Koskivaara a pris la balance de deux mois pour prévoir la balance du troisième mois. Pour le deuxième modèle, la balance de quatre mois est choisie pour prévoir la balance du cinquième mois. Le chercheur a changé le nombre de neurones dans chaque couche jusqu'à ce qu'il atteigne le modèle optimal avec le minimum d'erreur quadratique. L'étude a montré que les deux modèles étaient bien capables à prévoir la balance des mois suivants. Cependant, le deuxième modèle est relativement meilleur que le premier.

Pour déterminer la convenance du RNA avec la décision de la révision de comptes, le modèle de réseau a été examiné pour trouver les erreurs significatives en mettant des ventes fausses dans le cinquième mois. Par conséquent, l'erreur quadratique augmente simultanément avec la nouvelle donnée (l'écart entre les sorties désirées et les sorties du réseau est devenu inacceptable). Ce dernier signale une alarme d'avertissement à l'auditeur pour rechercher les causes de cet écart<sup>1</sup>.

#### **1.1.5. Continuité d'exploitation et la prévision de la défaillance (*Going-concern decisions and Predicting Bankruptcy*)**

La continuité de l'exploitation est une opinion de l'auditeur destinée à l'entreprise auditée quand elle est susceptible de faire faillite, ou, si elle s'expose à d'autres signes de détresse qui menacent sa capacité à continuer. Les recherches sur l'emploi des RNA dans ce contexte ont été lancées depuis les années 90, citant par exemple les recherches d'Altman et autres, 1994, pp505-529 et de Yang et autres, 1999, pp67-74. L'une des plus importantes études est de Wilson et Sharda (1990, pp557-545), ils visent à comparer l'aptitude de prévision des RNA avec d'autres méthodes. De ce fait, cinq ratios financiers se sont déterminés comme données d'entrée au réseau, par conséquent, le modèle se compose de cinq neurones dans la couche d'entrée.

L'échantillon de l'étude comprend 129 entreprises américaines de 1975 à 1982. Ces entreprises sont subdivisées en deux groupes : un groupe d'apprentissage (qui comprend 74 entreprises dont 38 entreprises défaillantes et 36 entreprises saines), avec un échantillon de test de 55 entreprises dont 27 en faillite et 28 en stabilité financière.

---

<sup>1</sup> : Koskivaara. E (2000), "Artificial neural network models for predicting patterns in auditing monthly balances", *Journal of The Operational Research Society - J OPER RES SOC*, vol. 51, no. 9, pp. 1060-1069

Après construction du modèle de réseaux, les chercheurs ont constaté que le modèle de réseau pouvait prévoir exactement la situation de 22 entreprises dans l'ensemble de 27 entreprises en faillite, alors que les autres méthodes prévoient correctement seulement la position de 16 entreprises. Les résultats des tests ont montré que les RNA sont plus efficaces que les autres méthodes pour détecter les problèmes financiers dans des entreprises à un stade précoce: "Les modèles des RNA prédirent toujours correctement les résultats des experts ».

Une comparaison statistique des résultats montre que les RNA sont toujours les meilleurs pour identifier les entreprises en difficulté<sup>1</sup> comme l'indique le tableau suivant :

**Tableau 10: Des études réalisées sur l'opinion de l'auditeur en matière de continuité d'exploitation et de prévision de la défaillance<sup>2</sup>**

Modèle	Tâches	Type de modèle	Nombre de variables d'entrées	Résultats
Udo (1993)	Prévision de la défaillance	RNA	16 variables	<i>Test du RN par rapport à l'échantillon d'apprentissage:</i> Entreprise défaillante 84% Entreprise saines 82%
Klersey et Dugan (1995)	Décision de la continuité de l'exploitation	RNA	7 variables	Continuité d'exploitation 67,6% Non-Continuité de l'exploitation 79,4%
Koh and Tan (1999)	Décision de la continuité de l'exploitation	RNA	6 Variables	non-continuité d'exploitation 100% Continuité d'exploitation 100% <i>l'opinion des auditeurs:</i> non-continuité de l'exploitation 54,37%

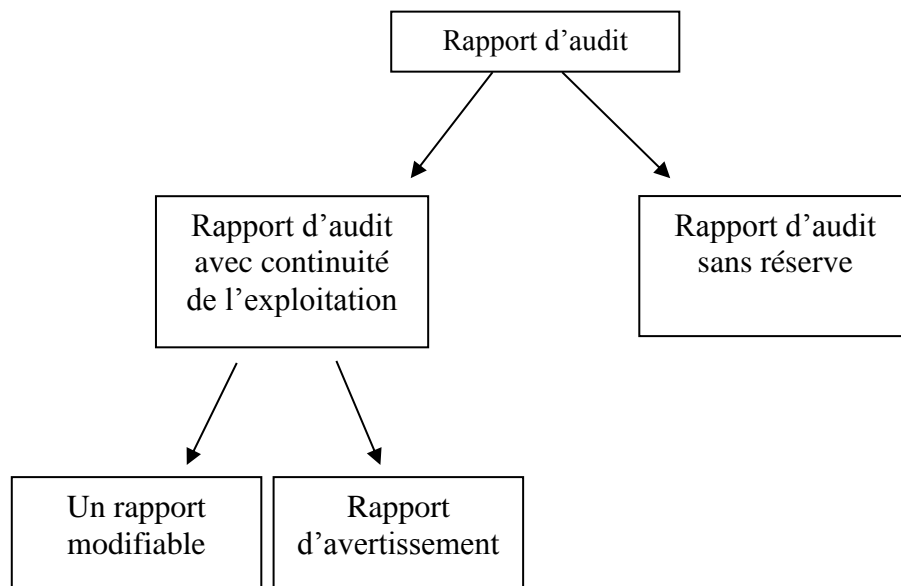
**Source:** Macguire. T (1997), "Neural Networks and the Auditor ", Computer Audit, October, pp 20-24, page21

<sup>1</sup> : Macguire T. (1997), "Neural Networks and the Auditor ", Computer Audit October, pp 20-24, page21

<sup>2</sup> : Bellovary. J, Giacomino. D, Akers. M (2007), "A Review Of Going Concern Prediction Studies: 1976 To Present", Journal of Business & Economics Research – May Volume, Number 5, pp: 8-26, page 22

Une autre recherche a mis l'accent sur l'opinion de l'auditeur en matière de la continuité de l'exploitation et de prévision de la défaillance c'est celle de M. Anandarajan et al (1999). Les chercheurs ont distingué deux niveaux de la continuité de l'exploitation qui n'ont pas été pris en compte dans les études antérieures.

**Figure n° 26: L'étude de M. Anandarajan et al (1999).**



**Source:** Anandarajan. M, Anandarajan. A(1999), "A comparison of machine learning techniques with a qualitative response model for auditor's going concern reporting" Expert Systems with Applications 16, pp. 385–392, page38

L'étude de M. Anandarajan et al (1999) dispose d'un échantillon de 90 entreprises, dont 45 entreprises ont reçu un rapport d'audit modifiable et les autres 45 ont reçu un rapport d'avertissement. De cet échantillon 61 entreprises ont été choisies aléatoirement pour constituer la base de données du réseau développé dénombrant 37 entreprises pour l'échantillon d'apprentissage et 24 entreprises pour l'échantillon de test<sup>1</sup>. Les résultats de cette étude ont été les suivants :

---

<sup>1</sup> : Anandarajan M., Anandarajan A. (1999), "A comparison of machine learning techniques with a qualitative response model for auditor's going concern reporting" Expert Systems with Applications 16, pp. 385–392, page386

- Non continuité de l'exploitation 90%.
- Rapport modifiable 80%.
- Rapport d'avertissement 83,2%.

Les réseaux de neurones ont été proposés comme une bonne application pour toute une gamme de tâches d'audit (Calderon et Cheh, 2002). En raison de leur capacité à modéliser les relations non linéaires et de manipuler des données incomplètes, les réseaux de neurones peuvent être particulièrement utiles pour des tâches de management des risques. À partir de ces principales fonctionnalités des réseaux de neurones, on conclut que cette technique fournit un substrat solide et représente un acquit pour le management des risques. On dénombre trois principaux avantages alloués à cette technique<sup>1</sup> :

- L'implantation d'un système de veille permanent pour faire face aux risques.
- La réactivité devant les risques.
- L'allocation des ressources nécessaires en vue du traitement des risques.

## **2. La démarche d'une approche d'audit par les risques à l'aide des RNA**

L'audit est l'action de collection d'un ensemble d'informations intensives, d'évaluation et de traitement des données en vue de la production d'une opinion d'audit fiable et qualifiée<sup>2</sup>. La démarche de la mission d'audit consiste à exprimer une opinion indépendante sur une situation déterminée à partir d'un référentiel préétabli et sur la base d'investigations techniques, réalisées par des professionnels compétents assumant des responsabilités civiles et pénales<sup>3</sup>. La bonne réalisation de la mission d'audit est conditionnée par la participation des audités tout au long du processus.

La conduite d'une mission d'audit consiste à la mise en œuvre d'une démarche méthodologique participative et progressive, qui s'est développée au fur et à mesure avec l'évolution des exigences d'audit. En 2000, la mission d'audit comportait six principales étapes à savoir :

---

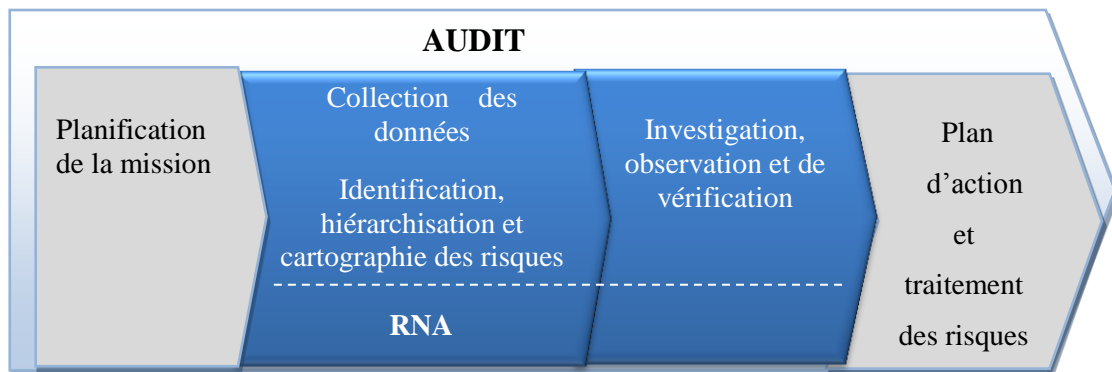
<sup>1</sup> : Ebrat. M, Ghodsi. R (2011), "risk assessment of construction projects using network based adaptive fuzzy system , International Journal Of Academic Research ,Vol. 3. No.1. January, , Part II, , p.p ( 411-417) ,page 411  
<sup>2</sup> : Omoteso. K (2012), "The application of artificial intelligence in auditing: Looking back to the future", Expert Systems with Applications 39 8490–8495, page 8490  
<sup>3</sup> : Dubois. C.P.R, (1995),"The information audit: its contribution to decision making", Library Management, Vol. 16 Iss: 7 pp. 20 – 24, page21

- L'acceptation du mandat
- L'orientation et planification de la mission
- L'appréciation du contrôle interne
- L'obtention d'éléments probants
- Les travaux de fin de mission
- Les rapports et communications

En 2010 la démarche d'audit a été modifiée, elle comprend actuellement cinq principales étapes qui sont les suivantes<sup>1</sup> :

- L'acceptation de la mission ;
- L'évaluation des risques et planification ;
- Les réponses à l'évaluation des risques ;
- Les travaux de fin de mission ;
- Les rapports et communications.

**Figure 29: La mission d'audit par le management des risques à l'aide des RNA**



**Source :** Etablie par le chercheur

D'après cette démarche de la conduite d'un audit par le management des risques, et après l'exposition des points de rapprochement de la technique des réseaux de neurones artificiels comme un outil efficace, on essayera d'établir le schéma ci-dessous, pour montrer exactement à quelle étape et comment on doit les introduire?

Les étapes citées là-dessus s'englobent dans quatre phases exhaustives:

---

<sup>1</sup> : Alain . M (2011), « Les NEP ont-elles réduit le risque d'audit ? », Comptabilités, économie et société, Montpellier : France, page4

- La phase de planification ;
- La phase de collecte de données et d'évaluation
- La phase d'investigation, d'observation ou de vérification ;
- La phase finale, ou de conclusion et de traitement

Avant tout audit, trois acteurs essentiels doivent être présents (Bertin E, page39) :

- L'auditeur : C'est celui qui conduit la mission d'audit. Un professionnel indépendant de l'émetteur et du récepteur qui intervient pour certifier une information ou évaluer les performances.
- L'audité : C'est celui qui fait l'objet de l'audit. La personne ou l'entité qui doit « rendre des comptes ». Sous le terme « entité » peut figurer, une entreprise, une administration, une collectivité territoriale, un service, un département...
- Le prescripteur d'audit: C'est celui qui donne l'ordre à l'auditeur de réaliser la mission d'audit. La personne ou l'entité à qui l'on « rend des comptes », c'est-à-dire celle qui requiert l'information. Elle peut appartenir à la même entité (supérieurs hiérarchiques, élus, ...) ou se situer à l'extérieur (investisseurs, créanciers, gouvernement,...) (Poisson. M, 1989, page371)

De plus, le document d'appel à mission d'audit est indispensable que ce soit pour réaliser un audit interne ou externe. L'ordre de mission pour un audit interne ou la lettre de mission pour un audit externe constituent l'appel, le mandat, et l'autorisation de la direction d'une entité pour effectuer un audit. L'obtention d'un ordre de mission/ lettre de mission permet d'accéder à toutes les informations et les documents nécessaires, et, d'accéder sans restriction aux personnes au sein de l'entité auprès desquelles l'auditeur estime nécessaire pour l'obtention des éléments probants. C'est là, le véritable point de départ d'une mission d'audit.

- Dans le cadre d'un audit interne, l'auditeur remet à la direction une demande d'audit soit pour effectuer sa mission ponctuelle ou en cas d'un besoin exprimé et c'est à la direction de valider cette demande sous forme d'un ordre de mission (Schick. P et al 2010, page 81).
- Pour un audit externe, il est dans l'intérêt de l'auditeur de remettre une lettre de mission. Cette dernière confirme l'acceptation de l'auditeur externe de sa

nomination. La nomination peut ne pas être renouvelée chaque fois sauf dans le cas d'apparition de nouvelles conditions (ISA210, 2010, A29-A33) surtout lorsqu'il s'agit d'un audit légal.

## **2.1. La phase de planification**

La démarche d'audit commence toujours par une planification effectuée après la compréhension des objectifs de l'organisation tenant compte des risques internes et externes probables et du contrôle interne (Bierstaker. J. L, et al, 2001, page 160). Il est important que les membres clés de l'équipe d'audit doivent être en mesure de comprendre la dynamique et la logique de l'organisation dans son ensemble tout en ayant une expertise professionnelle (Dubois. C.P.R, 1995, page21). Le plan d'audit varie selon l'objet, le but et le statut, il doit être préparé nécessairement (Russell. J. P 2003, page 26). Il est à l'auditeur de mettre son énergie au bon endroit et au bon moment et de s'intéresser aux activités clés (Mitonneau. H, 2006, page 30).

La phase de planification d'un audit interne nécessite moins de formalisme que de celle d'un audit externe à cause de la connaissance préalable des auditées<sup>1</sup>. La durée de la prise de connaissance varie en fonction de différents éléments: complexité d'objet, profil de l'auditeur, existence d'audits antérieurs, bien aussi, la taille et les qualités de l'équipe d'audit dépendra de la taille de l'organisation ou du service audité et de l'échantillon de l'enquête. Les documents à consulter par l'auditeur dans cette phase sont :

- Les processus et procédures ;
- Le contexte structurel de l'entité auditée ;
- La structure et l'organisation internes de l'entité auditée ;
- L'organigramme (établissement ou obtention et vérification) et les relations hiérarchiques;

Le travail de prise de connaissance donne lieu à la rédaction d'un rapport d'orientation qui permet de préciser et de valider, avec le directeur ou le responsable de la direction, les objectifs de contrôle à exécuter dans la phase suivante. Le rapport d'orientation doit être

---

<sup>1</sup> : Jonquières. M (2006), Manuel de l'audit des systèmes de management- à l'usage des auditeurs et des auditées, Edition AFNOR, Page 37



approuvé avant la mise en œuvre de la mission et après l'ordre de mission<sup>1</sup>. Il précise le champ d'intervention, les objectifs, la date, la durée de la mission ainsi que les ressources allouées pour déterminer les procédures à appliquer pour trouver, analyser et évaluer les documents et les informations lors de la mission (Russell. J. P, 2003, page27).

## **2.2. La phase de collecte des données et d'évaluation**

Cette phase est l'une des plus importantes phases dans la conduite d'une mission d'audit. Les auditeurs, à ce stade, évaluent un nombre considérable de données en appréciant l'efficacité d'un système de contrôle interne. Lors de cette évaluation, l'auditeur combine entre les normes directives d'audit et l'heuristique acquise par son expérience de tester et juger les faits et détecter les risques (Calderon. T. G, Cheh. J.J, 2002, page 220).

La nature des anomalies/faiblesses, leur caractère restreint ou généralisé, ainsi que la gravité des conséquences et des risques, sont autant de facteurs à prendre en compte pour déterminer si l'ensemble du dispositif est efficace ou inefficace et s'il existe des risques inacceptables.

Cette phase a pour but de :

- Avoir dès le départ une bonne vision de l'ensemble des contrôles internes et de l'environnement d'affaire de l'entreprise auditée;
- Identifier les problèmes essentiels ;
- Eviter d'omettre des questions et des préoccupations importantes ;
- Ne pas tomber dans des considérations abstraites ;

Il faut signaler qu'il n'existe pas de contrôle interne parfait, il ne peut y avoir qu'un contrôle interne perfectible<sup>2</sup>. Trois éléments clés sont à prendre en compte pour son évaluation:

- Les travaux d'audit ont-ils mis en évidence des anomalies ou des faiblesses significatives?
- En cas de réponse positive, des corrections ou améliorations ont-elles été apportées après constatation des anomalies ou faiblesses?

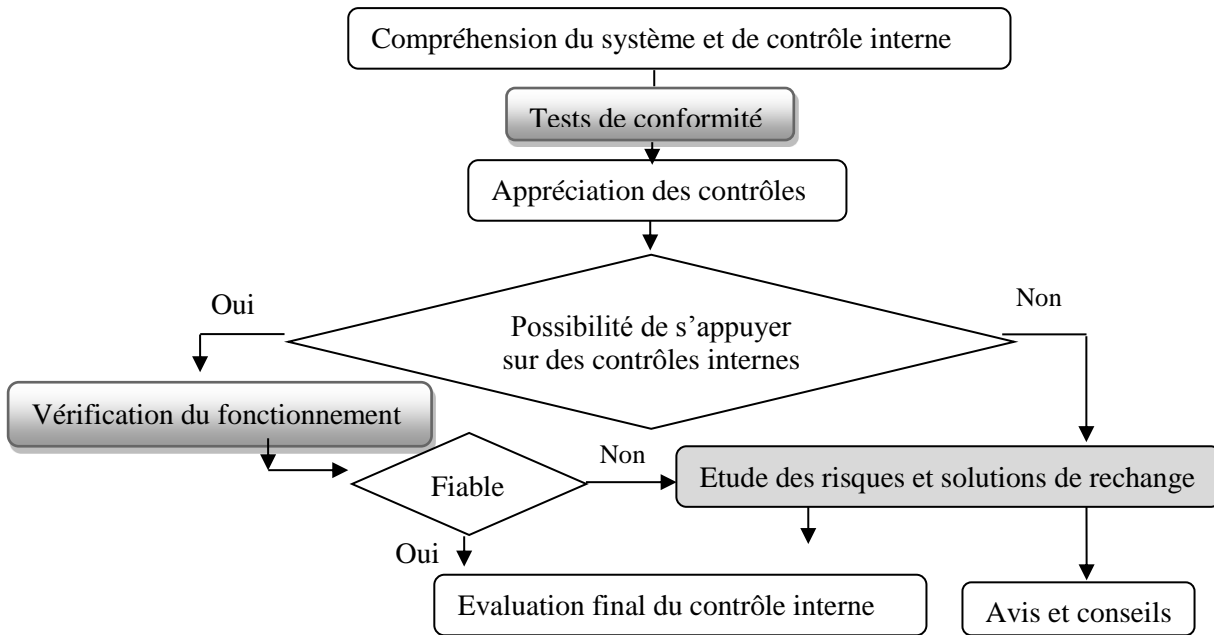
---

<sup>1</sup> :Henry Pierre, Madrs, Jean Luc Masselin(2004), Contrôle interne des risques, Edition d'organisation, Paris, Page185.

<sup>2</sup> : Renard. J (2002), Audit interne: ce qui fait débat, Paris : Maxima, page 168

- Ces anomalies ou faiblesses et leurs conséquences sont-elles vraisemblablement généralisées et entraînent-elles de ce fait un degré inacceptable de risque ?

Figure 30: Evaluation du risque lié au contrôle interne



Source : Carassus. D (2011), Principe d'audit et de contrôle interne, Edition IAE, Page 33

Pour une approche pertinente d'audit par le management des risques, les deux facteurs de risques qualitatifs et quantitatifs doivent figurer en bonne place dans l'évaluation des risques auxquels l'entreprise est confrontée (Green and Choi, 1997; Ramamoorti and Honey, 1998).

Les données quantitatives s'appuient principalement sur l'analyse des données comptables et financières<sup>1</sup>. Toutefois, ces informations financières peuvent dans certains cas ne pas représenter parfaitement la situation réelle des entreprises, parce que les entreprises essaient parfois d'avancer ou de retarder la comptabilisation de certaines charges ou produits pour modifier le niveau de résultat présenté (Lelogeais. L, 2004, page 2). De plus, un certain nombre de facteurs externes ou internes affecte la survie de l'entreprise, sans être dénoncé dans les comptes. C'est dans cette perspective, qu'apparaît l'intérêt majeur des données qualitatives. Les informations récoltées peuvent être regroupées en différents thèmes :

<sup>1</sup> : Lelogeais. L (2004), " Le rôle des variables qualitatives dans La détection précoce du risque de défaillance, 13eme conférence de l'AIMS (association internationale de management stratégique). Normandie. Vallée de Seine 2, 3 et 4 juin 2004, p.p. 1-26, page 2

- Risques internes et externes ;
- Problèmes passés ou en cours ;
- Réformes en cours ou prévues.

L'influence des facteurs qualitatifs dans l'évaluation des risques dans une mission d'audit renforce le point de vue qui incite à la combinaison des outils d'élaboration de scénarios et de la technologie des réseaux neuronaux. Cette combinaison peut aider à identifier toutes sortes de risques (Ramamoorti et al, 1999, page176). Les données citées dans le tableau ci-dessous sont celles largement utilisées dans les études antérieures (Ramamoorti et al, 1999, page163).

**Tableau 11: Les variables des études antérieures**

<i>Variables d'entrée dans la base de données qualitatives</i>	<i>Variables d'entrée dans la base de données quantitative</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Matériel informatique</li> <li>▪ Autres éléments du risque d'actif</li> <li>▪ Nombre d'employés</li> <li>▪ Relations d'achat</li> <li>▪ Impact de la réglementation</li> <li>▪ Dernier audit</li> <li>▪ Subventions et contrats</li> <li>▪ procédures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inventaire</li> <li>▪ Les Salaires</li> <li>▪ Les ventes</li> <li>▪ Les remboursements et réduction</li> <li>▪ Le budget</li> <li>▪ Le turn-over</li> <li>▪ Les décaissements</li> <li>▪ Les paiements de location</li> <li>▪ Total des subventions et des contrats</li> <li>▪ Les ratios.</li> </ul>

**Source :** Etabli par le chercheur

L'utilisation du questionnaire est nécessaire parce que c'est une partie intégrante du processus d'acquisition de connaissances. Les questions prennent six formes, *quoi, qui, comment, pourquoi, où* et *quand*. De plus, le questionnaire fournit aussi une base de données d'apprentissage et de test aux réseaux de neurones artificiels.

Le questionnaire permet de distinguer quatre catégories de risque conformément au SAS<sup>1</sup> No:55 du Guide d'audit: majeur; modéré, acceptable, et, limité.

Les interdépendances complexes entre les variables rendent pratiquement impossible pour un auditeur d'examiner l'ensemble des données. Ces interdépendances servent pour illustrer la complexité du domaine et la tâche faisant face à un auditeur. Ce niveau de complexité met aussi en évidence le rôle que les RNA joueront dans la structuration de ces relations<sup>2</sup>.

L'auditeur dresse ensuite une synthèse de données recueillies qu'il fait valider par l'entreprise auditée. Il dispose ainsi d'une cartographie des risques auxquels l'entreprise est exposée. En plus de la réponse catégorique, l'auditeur peut présenter et cerner ces risques en zones<sup>3</sup> dans un intervalle de 0 à 100 (Davis. J.T et al, 1997, page 356).

- Limité (0-25)
- Acceptable (26-50)
- Modéré (51-75)
- Majeur (76-100)

C'est ici, que s'introduisent les RNA, ils sont appliqués à classer les différents risques selon leur degré d'importance et de gravité. Le réseau neuronal formé est capable de prédire les risques avec un haut degré de fiabilité. Pour cela, il est recommandé, que les données tirées dans cette phase doivent être transférées à une structure de base de données appropriée pour faciliter l'analyse (C.P.R. Dubois, 1995, page22). Une estimation à la qualité du système de contrôle interne doit être présentée au RNA pour s'introduire comme donnée d'entrée ( exp : 0 pour un système non efficace et 1 pour un système efficace (J.T. Davis, A. P. Massey, page362).

Le processus est effectué comme suit<sup>4</sup> :

---

<sup>1</sup> : Statements on Auditing Standards, commonly abbreviated as SAS, provide guidance to external auditors on generally accepted auditing standards (abbreviated as GAAS) in regards to auditing an entity and issuing a report

<sup>2</sup> : Davis J.T., Massey A. P, Lovell R. E.R (1997),” Supporting a complex audit judgment task: An expert network approach”, European Journal of Operational Research 103 350-372, page356

<sup>3</sup> : Emmanuel. D (2011), Gérer le risque pénal en entreprise, Wolters Kluwer, France.

<sup>4</sup> : Ung S.T, Williams. V, S. Bonsall, Wang. J (2006) “Test case based risk predictions using artificial neural network”, Journal of Safety Research 37 245–260page 256

- L'acquisition des données qui est le sujet de cette phase de la composition et les termes linguistiques associés décrivant les circonstances de chaque paramètre.
- La conversion de chaque paramètre ou variable à une valeur ou à un intervalle
- L'introduction des données numériques dans le réseau neuronal formé.
- L'ajustement de l'erreur quadratique à un niveau acceptable.
- Et en conséquence, un classement des risques sera établi en fonction des données d'entrée

Les nouvelles données alimenteront ensuite le processus d'audit. Un classement des risques sera par conséquent fourni pour l'auditeur. La sortie du système est la base sur laquelle s'appuie la décision de l'auditeur. Les données d'entrée du système devront être soigneusement sélectionnées.

### **2.3. La phase d'investigation d'observation ou de vérification des données**

Cette phase ne peut pas être séparée de la phase précédente, celles-ci peuvent être réalisées simultanément, autrement dit, en collectant les données, en s'assurant de leur validité et exactitude. C'est ici que l'auditeur examine et analyse les données collectées. À ce niveau, il doit faire valoir toutes ses compétences et expériences pour justifier, analyser et mesurer les anomalies, les non-conformités, les risques et les dysfonctionnements, de même les points forts et les opportunités de l'organisation<sup>1</sup>.

Conformément à la norme<sup>2</sup> : ISA500 : « *l'auditeur doit recueillir des éléments probants suffisants et appropriés pour parvenir à des conclusions raisonnables sur lesquelles il doit fonder son opinion* »

La méthodologie de l'enquête devrait alors être mise en place avec un échantillon de répondants identifiés. La composition des répondants peut varier entre le recours à des sources d'informations externes ou du personnel interne ou les deux à la fois.

En raison de l'importance des contrôles et des mesures mises en œuvre pour l'évaluation des risques, l'auditeur utilise les éléments probants provenant de sources non traditionnelles,

---

<sup>1</sup>: Mills. D (1993), Auditing, Edition Chapman et hall, Great Britain

<sup>2</sup> : International Standard On Auditing 500 , Audit evidence (effective for audits of financial statements for periods Beginning on or after December 15, 2009)

dont, l'analyse des preuves touche les indicateurs de performance financière et non financiers (Eilifsen. A, 2001, page 196). Parmi les techniques les plus utilisées par les auditeurs, on cite les méthodes d'analyse de processus, les enquêtes, les observations directes et physiques, les méthodes de sondages, les rapprochements et les contrôles de vraisemblance ( Schick. P et al, 2010, page 118).

- L'observation directe qui soulève souvent des problèmes inconnus, ou qui ne peuvent pas être détectés dans l'information écrite.
- Les confirmations des tiers, le contrôle de vraisemblance et les rapprochements: permettent d'obtenir des informations sur des opérations effectuées auprès des tiers (clients, fournisseurs, avocats, banques, conservation des hypothèques) (Dubuisson. S. T, 2004; page 83). c'est le fait d'exécuter des contrôles sur documents.
- Le contrôle arithmétique : C'est l'examen analytique des ratios mis en place, tableau de bord ou de faire des estimations sur les calculs de coût de revient, les amortissements..., pour permettre aux auditeurs de détecter les failles et les risques probables et d'identifier et évaluer l'efficacité et l'efficience d'une opération.
- Les sondages et l'échantillonnage : Il convient de préciser que l'auditeur est soumis à des limites d'échantillonnage, de plus l'échantillon doit être représentatif pour tirer des conclusions raisonnables<sup>1</sup>. Le sondage est effectué sur une partie de documents de la façon suivante (Madr P. H et al 2004, page43),
  - Déterminer le degré de confiance et la précision souhaitée pour le résultat ;
  - Sélectionner l'échantillon physique à l'aide d'une table de nombre au hasard ou par division, généralement l'échantillon comprend 80% de l'ensemble des données;
  - Réaliser l'observation et analyser les résultats.

---

<sup>1</sup> : Sohrab(1996), quality audit: Allied, , New Delhi, page 125

- l'interview : vise à aboutir à l'information précise sur des hypothèses émises à priori, et permet à l'auditeur de percevoir les nuances dans l'expression de l'audité et donc de comprendre en profondeur une situation donnée et d'enrichir l'analyse (Madr. H. P, 2004, page41)

Ces outils peuvent être utilisés à divers moment de la mission selon les besoins de l'auditeur et pas uniquement dans cette phase.

Simultanément à ce processus et conformément aux normes, tous les travaux devraient être documentés. *La norme ISA230: « toutes les informations importantes relatives à la mise en place et au déroulement d'une mission d'audit doivent être consignées dans un dossier »*. Ces documents sont à la disposition de L'auditeur pour qu'il puisse constituer ses deux dossiers (Valin. G et al, 2006, page174) Un dossier permanent pour l'ensemble des informations de base de l'entreprise (l'activité, l'organigramme, le cadre juridique, fiscal, social, les rapports des exercices antérieurs. Et, un dossier annuel ou courant pour les papiers de travail de l'exercice et des éléments probants recueillis afin de justifier l'opinion.

#### **2.4. La phase de conclusion et de traitement (la phase finale)**

Dans cette phase et à la fin d'intervention, l'auditeur établit son rapport et exprime son opinion. Elle a pour objectif de formuler des propositions de pistes de solutions appropriées visant à la mise en œuvre des mesures correctives (Isidore Feujo, 2004, page 130). Le rapport d'audit symbolise la marque de l'intégrité professionnelle, de l'indépendance et du sérieux de l'audit<sup>1</sup>. Il s'agit d'un document d'information pour la hiérarchie, et, d'un outil de travail pour les audités.

Les recommandations de l'auditeur devront s'appuyer sur des critères déterminés en coopération avec le ou les responsables de l'entreprise auditée. Ce pourrait être l'urgence des résultats, l'économie des ressources engagées, la formation du personnel.....

Bien que l'auditeur doive s'assurer que les recommandations découlent toujours des preuves recueillies, la crédibilité de l'auditeur peut être sérieusement mise à mal si les données non testées s'avèrent néfastes pour les activités de l'entité auditée en comparaison les données

---

<sup>1</sup> :Gonthier- Bescacier. M (2006), « Le rapport d'opinion des auditeurs : une revue de littérature », La Revue du Financier, n° 162, novembre-décembre, pp 6-23, page7

observées et rapportées. Le caractère relativement rapide de sa mission peut conduire à des erreurs ou à des omissions, tout ceci justifie de la nécessité de faire en sorte que les conclusions devront être discutées avec les audités en élaborant un projet de rapport avant l'élaboration du rapport final (Weill. M, 2011, page54). On distingue le projet de rapport du rapport final en fonction de:

- L'absence de validation définitive des constats des auditeurs ;
- L'absence de réponse des audités aux recommandations;
- L'absence de plan d'action.

Pour combler ces lacunes et élaborer un rapport final sur la base d'un support solide, l'auditeur engage une réunion de validation et de clôture. Lors de cette dernière, tous les éléments découverts doivent être présentés et validés par l'audité. Tout doit être compris et les audités doivent reconnaître les constats. Pour chaque recommandation, l'audité doit clairement exprimer sa position (Acceptation ; Acceptation partielle ; Refus) (Madr. H.P, 2004, page166) pour fixer les modalités pratiques relatives au plan d'action et au suivi de la mission.

Cependant, l'auditeur n'a ni l'autorité ni la responsabilité de mettre en place les recommandations proposées, il est censé élaborer des plans d'action en vue de mettre en œuvre les recommandations dans le but d'éviter la réapparition des risques identifiés. Il mentionne qui fera quoi et quand. En cas d'acceptation partielle, l'audité doit expliquer pourquoi l'acceptation n'est pas totale. En cas de refus, l'audité doit également en expliquer les raisons. Un refus peut être le reflet d'un manque de qualité ou de réalisme de la recommandation.

Même en cas de conclusions positives, un rapport doit être rédigé. Le rapport final doit être complet, constructif, objectif, technique et clair. C'est pourquoi, il doit comporter un exposé général et une synthèse. La signature du rapport par le responsable reflète la responsabilité absolue, le responsable de l'audit assume toutes les conséquences des travaux de ses subordonnés.

Le rapport devrait également recommander la mise en place de mécanismes permettant de s'assurer que les données révélées dans le plan doivent continuer à être surveillées. Ce point est particulièrement important car, non seulement il va aider à obtenir les ressources nécessaires à la vérification, mais aussi permet de mettre en place des canaux de



communication à l'avenir. Pour ce faire, un certain nombre de bases de données transactionnelles peuvent être nécessaires. Si cela est fait, la répétition du processus de l'audit à grande échelle peut ne pas être nécessaire sauf s'il y a une survenance de restructuration organisationnelle ou un changement général dans les objectifs et la stratégie de l'entreprise (C.P.R. Dubois, 1995, page22). D'ici et encore une fois, les RNA fournissent une autre fonctionnalité à l'audit. Ils permettent d'assurer une surveillance et une évaluation permanente à l'évaluation des variations et des changements subits par l'entreprise à l'aide de leur mémoire associative (voir la section précédente). Par conséquent, les recommandations peuvent être modifiées et révisées, testées et refaire, le tout sans perturber les opérations des entités auditées (Nicholas M. Zacchea, 1995, page29). Ainsi, ils permettent d'assurer à l'organisation des gains d'efficacité significatifs, de mettre en œuvre une meilleure gestion des données<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> : Jones, S., Ross, S., and Ruusalepp, R (2009), Data Audit Framework Methodology, draft for discussion, version 1.8, (Glasgow, HATII, May, page 10

## **Conclusion**

Dans le présent chapitre, nous avons présenté les différents aspects d'un réseau de neurone artificiel, son architecture, fonctionnement et utilité. Ainsi nous avons mis l'accent sur le besoin de l'auditeur en conduisant une approche d'audit par le management des risques. Pour combler ce besoin nous avons essayé d'introduire les réseaux de neurones artificiels. Pour ce fait, nous avons présenté en premier lieu les caractéristiques des réseaux de neurones artificiels. En deuxième lieu, nous avons tenté de déterminer la phase qui nécessite l'appel à une technique qui se caractérise par les spécificités des réseaux de neurones artificiels.

D'après cette requête, nous avons conclu que les caractéristiques des réseaux de neurones, leur permette d'être introduite à partir de la deuxième phase d'une démarche d'audit par le management des risques. Ils servent, à cette étape, de classifier les risques et de les prévoir. Cette déduction permet de valider notre première hypothèse et puis ouvre l'éventail pour tester la deuxième dans le chapitre suivant.

## **Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques**

### **Introduction**

À la lumière de ce qui a été développé précédemment, ce chapitre vient de renforcer notre approche théorique ou bien de la remettre en cause. Dans le cadre de notre étude empirique, nous allons tenter de tester la performance et l'efficacité du logiciel de réseau de neurones artificiel en tant qu'outil d'aide aux professionnels d'audit tout en ayant à l'esprit la question de savoir comment les réseaux de neurones artificiels peuvent contribuer à la conduite d'une mission d'audit .

Pour répondre à cette question, on a passé par plusieurs étapes partant de la collecte des données jusqu'à l'aboutissement aux résultats. Le chapitre dispose de deux sections, la première décrit :

- La méthodologie suivie pour la collecte des données ;
- L'échantillon sur lequel on a porté un jugement et les arguments de notre choix ;
- La matière première de notre étude
- Les contraintes qu'impose la réalité du marché d'audit en Algérie.
- Les données collectées et les indicateurs estimés significatifs

Dans la deuxième section, nous essayerons de démontrer à travers des étapes successives comment lancer une analyse à base des RNA, pour ensuite discuter les résultats obtenus.

## **Section 01 : Présentation de l'étude**

Des contraintes nous empêchent d'appliquer les réseaux de neurones artificiels sur terrain puisque c'était difficile voire impossible de trouver des auditeurs qui l'utilisent lors de leurs missions. Ainsi, lors de notre passage dans les différents cabinets d'audit et de commissariat aux comptes auprès de qui nous avons recueilli les données, nous avons constaté que cet outil et quasiment inconnue. De plus, c'était difficile de l'essayer par nous-même dans le cadre d'une mission d'audit pour des raisons qu'on va les citer ci-après. À cet effet, on a cerné nos tests sur les tâches qui lui sont pertinente et compatible avec les tâches d'audit, ceux sont celles de classification et de prévision comme s'est déjà montré dans la partie théorique (voir chapitre 03).

### **1. L'obtention des données**

Pour l'obtention des données, notre choix d'échantillon s'est porté sur les commissaires aux comptes (CAC) en raison, premièrement, de leur objet de mission, et deuxièmement, de leurs connaissances d'un nombre important d'entreprises. C'est la réalité du marché d'audit en Algérie qui nous mène à avancer le premier argument, car le commissariat aux comptes représente la catégorie d'audit externe la plus reconnue.

Le facteur commun qui caractérise nos interviewés, c'est le métier de commissaire aux comptes. Les autres charges diffèrent entre expert-comptable, professionnel d'audit, et conseiller en organisation et fiscalité de l'entreprise. Sur l'échantillon retenu (en l'occurrence, 7 répondants sur 9) nous dénombrons 6 commissaires aux comptes exerçant l'activité d'audit légal et un seul professionnel cumule également les activités d'audit et de conseil en organisation et fiscalité de l'entreprise. Les éléments de notre échantillon opèrent dans la wilaya de Tlemcen et de ses environs (Tlemcen centre, Remchi et Maghnia).

L'outil de collecte des données, utilisé dans tous nos contacts est le questionnaire ouvert, et la question principale posée est : « *Comment voyez-vous la profession d'audit en Algérie et son évolution ?* ». Nos enquêtés nous ont fourni près de 60 rapports utilisés pour les besoins de notre étude, 49 rapports sur les 60 sont des rapports de commissariat aux comptes, parfois deux ou trois rapports sont d'une même entreprise mais pour des années différentes. Le reste concerne des rapports relatifs à des plans de développement d'entreprises, des plans de

sauvetage et des études technico- économiques. Sans oublier 6 autres rapports financiers tirés de l'internet à propos de trois grandes entreprises algériennes cotées en bourse (Sonatrach, Sonelgaz, Naftal). Donc l'ensemble de rapports étudiés et analysés est de 55. Ainsi, notre étude a porté sur 39 entreprises. Les entreprises objet de notre étude relève des secteurs d'activité de l'industrie et de service, de caractère juridique privé et public, de taille petites et moyennes entreprises(PME) et grandes entreprises.

## **2. Aperçu sur les données de l'étude**

Ce passage est consacré pour évoquer les principaux constats et obstacles auxquels nous avons été confrontés. Ainsi, nous essayons de donner un jugement sur la qualité des données recueillies.

### **2.1. Opinions, constats et obstacles de l'étude**

«C'est confidentiel » une expression souvent entendue lors de nos entretiens avec certains commissaires aux comptes qui ont refusé de mettre à notre disposition des documents ou informations au besoin de notre étude. Alors que les états financiers des entreprises doivent être publiés sur internet pour garantir et fournir plus de transparence aux tiers.

Notre travail de recherche et de collecte des données n'a pas été très satisfaisant. Car de nombreux rapports de commissariat aux comptes peuvent être classés, à notre avis, comme de simples rapports de révision comptable, ou tout au plus, de contrôle de conformité. Plus des 2/3 des rapports collectés ne portent pas de jugement ni sur le système de contrôle interne ni sur le management de l'entreprise. Ce qui est bien loin de ce que peut être des rapports d'audit par le management des risques.

Nous avons également pu consulter des rapports d'audit sur la période 2004 - 2013 dont on a constaté le passage du PCN (plan comptable national) au SCF (système comptable et financier).

Une autre catégorie de rapport a répondu à nos attentes, il s'agit des études technico-économique, des plans de développement, et des plans de sauvetage. Ce sont des rapports qui font l'objet d'une analyse approfondie de l'entreprise du côté stratégique, économique, et opérationnel. Ces rapports répondent ainsi parfaitement à l'approche d'audit par le

management des risques dans la partie réservée à l'examen de la situation générale de l'entreprise.

Même les cabinets d'audit spécialisés dans des audits plus performants et plus vastes que celle de la conformité sont généralement sollicités seulement pour des missions d'audit financier et comptable.

Les bilans déclarés dans les états financiers ne sont pas toujours représentatifs, il ressort, à travers des entretiens tenus avec certains professionnels d'audit, que de nombreuses entreprises algériennes, en particulier celles du secteur privé, pratiquent des dissimulations du chiffre d'affaires ainsi que d'autres procédés qui leur permettent d'échapper autant que possible de l'imposition fiscale. D'un autre côté, le rapport de commissariat aux comptes n'apporte pas de valeur ajoutée puisqu'il est focalisé sur le contrôle des comptes, alors que ces derniers ne sont pas sincères pour la majorité des entreprises assujettis à un audit financier et comptable légal. Par conséquent, l'étude des bilans de ces entreprises ne peut pas être exhaustive.

Par ailleurs, on note que la majorité des entreprises publiques économiques touchées par notre échantillon démontre l'existence du système de contrôle interne, sans pour autant qu'il soit efficace dans la majorité des cas. En effet, l'audit pratiqué par nos commissaires aux comptes est le plus souvent un contrôle de conformité, bien que cette approche soit plutôt basique et dépassée de nos jours.

Nous avons également constaté que sur 55 rapports de commissariats aux comptes, 16 rapports seulement présentent des conclusions sur l'efficacité du système de contrôle interne. L'évaluation du système de contrôle interne n'est pas exigible pour les très petites entreprises de type EURL et SARL selon une déclaration d'un commissaire aux comptes. Ces entreprises sont généralement de type familial, or l'entreprise familiale représente la grande majorité des entreprises privées Algériennes. D'autre part ces entreprises dites familiales se caractérisent par l'unité de commandement où le dirigeant prend toutes les décisions de gestion en amont comme en aval. Donc, le principe de séparation des fonctions n'est pas évident, car il signifie un surcoût inutile. Cela justifie l'incompatibilité des tâches même en cas d'existence d'un système de contrôle interne préétabli. D'un autre point de vue, l'Etat n'exige pas l'évaluation du SCI pour les entreprises privée puisque ses performances de

gestion reviennent purement au profit de ses propriétaires et ce qui intéresse l'institution fiscale c'est la levée de l'impôt, bien qu'elle (l'état) ait proposé à ces entreprises des aides financières pour leur mise à niveau en matière de gestion. C'est un raisonnement logique, mais il faut signaler qu'une mauvaise gestion peut entraîner des licenciements, et même une faillite, et donc une baisse des ressources du pays, entraînant par conséquent des problèmes d'ordre social et économique. À cet égard, c'est de l'intérêt de l'état et de l'entreprise de même d'adopter une approche d'audit par le management des risques.

Sur les 55 rapports objet de notre étude, 39 rapports concernent des entreprises en difficulté, affichant des indicateurs de risques catastrophiques. Ces entreprises représentent 70% de l'ensemble de notre échantillon. Ce taux est très significatif, il est considéré comme un indicateur d'alarme pour l'état qui devrait prendre des mesures correctives à l'effet de sauver ces entreprises.

## **2.2.La description des données**

Les ratios sont les outils d'analyses des équilibres financiers de l'entreprise les plus répandus, c'est un rapport entre deux postes ou groupes de postes soit du bilan d'actif ou du passif soit de tableau de compte de résultat. Ils sont donc utilisés pour mesurer et interpréter les caractéristiques économiques, financières et de gestion d'une entreprise. Ces indicateurs de l'état de santé de l'entreprise intéressent de nombreux utilisateurs tels que les actionnaires, les banquiers, les clients, les fournisseurs et le personnel.

Dans le tableau ci-dessous, nous présentons les principaux ratios que nous avons utilisés pour comprendre et apprécier la situation des entreprises qui font l'objet de notre étude

**Tableau 12: présentation des indicateurs d'analyse**

<b>Les données (Qualitatives / Quantitatives)</b>		
<b>Les données qualitatives servir à nous renseigner</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sur l'existence du risque : cette situation est identifiée par « 1 »</li> <li>- Sur l'inexistence du risque : cette situation est identifiée par « 0 »</li> </ul>		
Risque de mauvaise gestion des ressources		
Risque de liquidité		
Risque du système de contrôle interne		
Risque d'insolvabilité		
<b>Données quantitatives</b>		
<b>Désignation du ratio</b>	<b>Paramètres de ratio</b>	<b>Interprétation du ratio</b>
Ratio de rentabilité commerciale	Excédent brut d'exploitation/Chiffre d'affaires	Indicateur pour déterminer la marge obtenue sur le coût de revient de la production
Ratio de rentabilité financière	résultat net/ fond propre	La rentabilité financière mesure la capacité des capitaux investis par les actionnaires et associés (capitaux propres) à dégager un certain niveau de profit.
L'autonomie financière	Total des dettes/ Capitaux propres	Le ratio d'autonomie financière (endettement net par rapport aux capitaux propres) donne une indication sur



Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques

		le niveau d'endettement de la société. Supérieur à un, il peut traduire un recours trop important à l'emprunt.
Ratio d'endettement	Total des dettes/ Actifs non courant	
<b>Autres indicateurs</b>		
Fond de roulement	Capitaux permanents - actifs immobilisés	<p>Le FR correspond au surplus des capitaux permanents (capitaux propres et emprunts LMT) par rapport aux immobilisations. C'est l'argent dégagé de l'exploitation (réserves, ..) afin de financer les investissements et les emplois nets du cycle d'exploitation.</p> <p>Si le fonds de roulement net est négatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une partie des immobilisations est financée par des dettes à court terme.</li> <li>- Situation dangereuse car les lignes de crédit à court terme auprès des fournisseurs et des établissements de crédit peuvent être modifiées voire supprimées</li> <li>- Situation entraînant des problèmes de liquidité et de</li> </ul>

		trésorerie
Besoin de fond roulement	Actifs circulants d'exploitation - passif circulant d'exploitation	<p>Le besoin en fonds de roulement net va mesurer la part des actifs circulants financés par des dettes à court terme non financières</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si le <b>BFR est positif</b>, l'entreprise a un besoin de financement supérieur aux ressources d'exploitation. Elle doit trouver un moyen pour financer ce besoin pour pérenniser son activité.</li> <li>• Si le <b>BFR est négatif</b>, l'entreprise a un besoin de financement inférieur aux ressources d'exploitation. L'entreprise n'a donc pas besoin d'utiliser ses excédents de ressources à long terme.</li> <li>• Si le <b>BFR est nul</b>, l'entreprise a un besoin de financement égale aux ressources d'exploitation. Le passif circulant est tout juste suffisant pour financer l'actif circulant.</li> </ul>
Trésorerie	Fond de roulement - Besoin de fond roulement	

**Source :** Etabli par le chercheur

*Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre  
d'une approche d'audit par le management des risques*

---

Après cette présentation des indicateurs d'alarme que nous avons choisis, nous allons présenter le tableau récapitulatif des données recueillies lors de notre étude. Ces données ont été calculées à partir des rapports d'audit collectés

Tableau 13: La base de données

Entreprise	Rentabilité commercial	Rentabilité financière	l'endettement	L'autonomie financière	Fond de roulement	Besoin de fond de roulement	La trésorerie	gestion des ressources	risque de mauvaise	risque de liquidité	Absence du SCI	risque d'insolvabilité	Zone des risques
<b>E1</b>	.....	145%	1224%	6703%	-177291095,8	-143808534,3	-33482561,5	1	1	1	1		zone dangereuse
<b>E2</b>	30%	12%	218%	196%	714580,64	-300036,34	1014616,98	1	0	1	1		zone dangereuse
<b>E3</b>	152%	30%	165%	64%	25689668,46	-926046,37	26615714,83	1	0	1	0		zone modérée
<b>E4a</b>	51%	5%	32%	7%	6985431,48	6985431,48	0	0	1	1	0		zone modérée
<b>E4b</b>	52%	54%	607%	84%	9971942,09	9971941,09	1	0	0	1	0		zone modérée
<b>E5</b>	13%	18%	375%	93%	4024501,49	2598373,78	1426127,71	1	0	1	0		zone modérée
<b>E6</b>	6%	50%	6245%	1895%	420890,49	-5730441,51	6151332	1	0	1	1		zone modérée
<b>E7a</b>	50%	5%	27%	29%	-2197548,11	-1666714,61	-530833,5	1	1	1	0		zone dangereuse
<b>E7b</b>	47%	2%	21%	24%	-5474697,63	-2966364,23	-2508333,4	1	1	1	0		zone dangereuse
<b>E8</b>	6%	78%	pas d'actif	757%	1382723,19	-6179444,73	-6179444,73	1	1	1	1		zone

*Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques*

			non courant									dangereuse
<b>E9</b>	1247%	58%	94%	211%	-46818549,51	-68734378,78	21915829,27	1	0	1	1	zone dangereuse
<b>E10</b>	30%	205%	151%	363%	-5321830,37	10798686,68	-16120517,05	1	1	1	1	zone dangereuse
<b>E11</b>	3%	275%	195%	6543%	-12400341,18	-9700138,44	-2700202,74	1	1	1	1	zone dangereuse
<b>E12</b>	11%	30%	357%	206%	2700585,23	2700585,23	0	1	1	1	1	zone dangereuse
<b>E13</b>	10%	84%	444%	242%	1790951,04	-7286277,36	9077228,4	1	0	1	1	zone dangereuse
<b>E14</b>	486%	34%	71%	108%	-29581796,47	-49114262,78	19532466,31	1	1	1	1	zone dangereuse
<b>E15</b>	20%	24%	257%	1880%	-853331932,3	3578940033	-4432271965	1	1	1	1	zone dangereuse
<b>E16</b>	5%	30%	308%	110%	19838709	-415189000	435027709	1	0	1	1	zone dangereuse
<b>E17a</b>	2%	4%	181%	66%	9228133,8	-2835973	12064106,8	1	0	1	0	zone modérée
<b>E17b</b>	-46%	3%	81%	27%	9246868,89	2559244,17	6687624,72	1	0	1	0	zone modérée
<b>E18a</b>	13%	6%	94%	73%	36094097,02	-61137675,01	97231772,03	1	0	1	0	zone modérée

*Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques*

<b>E18b</b>	13%	6%	75%	63%	23867571,45	-41865932,02	65733503,47	1	0	1	0	zone modérée
<b>E19a</b>	20%	13%	56%	73%	-49926080	-59977373	10051293	1	0	1	0	zone dangereuse
<b>E19b</b>	16%	7%	82%	129%	-76720121	-130816093	54095972	1	0	1	1	zone dangereuse
<b>E20a</b>	1%	63%	80%	264%	-6944326,52	-6 096 738,00	-847 588,52	1	1	1	1	zone dangereuse
<b>E20b</b>	5%	35%	88%	259%	-7558722,65	-8 406 311,17	847 588,52	1	0	1	1	zone dangereuse
<b>E21</b>	571%	-282%	148%	2208%	-79639277,44	-93 040814,64	13401537,2	0	0	1	1	zone dangereuse
<b>E22</b>	14%	4%	124%	86%	11473014,13	-4027273,97	15500288,1	1	0	1	0	zone modérée
<b>E23</b>	6%	0%	123%	2458%	-155 251 375,68	4622496,99	-159873872,7	1	1	1	1	zone dangereuse
<b>E24</b>	8%	8%	350%	142%	15532043,83	13068316,43	2463727,4	1	0	1	1	zone dangereuse
<b>E25a</b>	14%	10%	41%	36%	45 229 459,53	53 017 868,65	-7 788 409,12	1	1	1	0	zone modérée
<b>E25b</b>	14%	8%	106%	120%	-45573454,22	-88 066874,80	42493420,58	1	0	1	1	zone dangereuse
<b>E26a</b>	14%	14%	22%	8%	26 444 147,46	20 765 957,46	5 678 190,00	1	0	1	0	zone modérée

*Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques*

<b>E26b</b>	25%	32%	1%	1%	23 017 698,02	21 060 997,90	1 956 700,12	1	0	1	0	zone modérée
<b>E27a</b>	6%	1%	65%	519%	-23 751 000	4 111 000,00	-27 862 000,00	1	1	0	1	zone dangereuse
<b>E27b</b>	-20%	-25%	73%	70%	978000	-339000	1317000	1	0	0	0	zone modérée
<b>E27c</b>	-2%	-7500%	107%	128%	-4 203 000,00	-5688000	1485000	1	0	0	1	zone dangereuse
<b>E27d</b>	-7%	0%	5%	5%	-3567000	-4 240 000,00	673 000,00	1	0	0	0	zone modérée
<b>E28</b>	20%	-35%	256%	85%	-112 561 951,05	627793676,5	-740355627,6	1	1	0	0	zone dangereuse
<b>E29a</b>	9%	4%	4%	4%	-38215881,46	452900369,5	-491116251	1	1	0	0	zone dangereuse
<b>E29b</b>	21%	12%	14%	12%	140 115 069,31	456210944,8	-316095875,5	1	1	0	0	zone modérée
<b>E30</b>	9%	0%	8530%	65%	399 114 694,77	-143793554,5	542908249,3	1	0	0	0	zone modérée
<b>E31</b>	45%	-12%	-54%	100%	-543 885 000	-470 625 000	-73260000	0	1	0	0	zone dangereuse
<b>E32a</b>	-2%	6%	110%	4%	-4203	-5688000	5683797	1	0	0	0	zone dangereuse
<b>E32b</b>	-7%	17%	100%	3%	-3567	-4240000	4236433	1	0	0	0	zone dangereuse

*Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques*

<b>E33</b>	45%	11%	1482%	192%	-461159000	-535577000	74418000	0	0	0	1	zone dangereuse
<b>E34</b>	41%	27%	29%	172%	140280000	139457000	823000	0	0	0	1	zone modérée
<b>E35</b>	82%	8%	60%	102%	3082000	1276000	1806000	0	0	0	1	zone modérée
<b>E36</b>	56%	12%	106%	151%	-313891518,4	-149853108,4	-164038410	0	1	0	1	zone dangereuse
<b>E37a</b>	34%	17%	68%	58%	771 129	771 129	0	0	0	0	0	zone modérée
<b>E37b</b>	30%	8%	64%	51%	831 633	831 633	0	0	0	0	0	zone modérée
<b>E38a</b>	0%	9%	177%	190%	12901000000	14877000000	-12900999998	1	1	0	1	zone dangereuse
<b>E38b</b>	0%	11%	188%	179%	16203000000	18916000000	-16202999998	1	1	0	1	zone dangereuse
<b>E39</b>	35%	22600%	121%	339%	70000000000	55000000000	15000000000	1	1	0	1	zone modérée

**Source :** Etabli par le chercheur

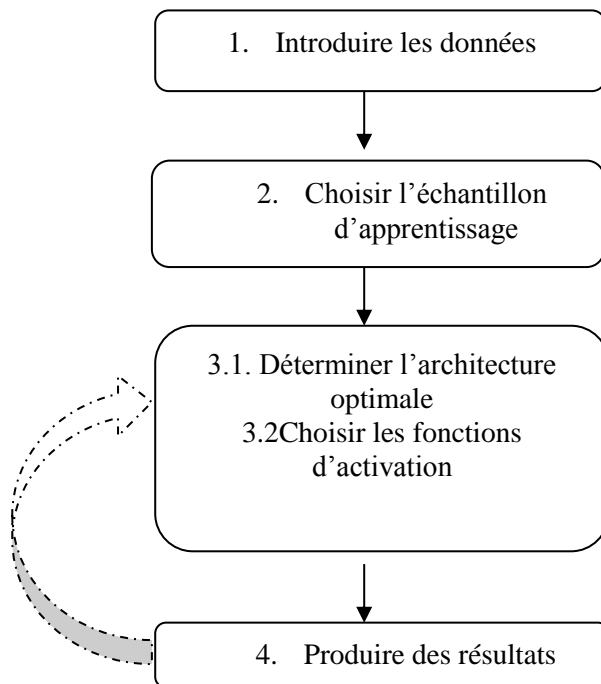


## **Section 02 : La classification à l'aide du réseau de neurones artificiel**

La classification représente la deuxième phase dans une conduite d'audit par le management des risques. Dans cette section, nous allons tenter d'examiner l'aptitude des RNA à accomplir la tâche de classification, étant donné que l'introduction des RNA dans cette approche correspond à la capacité de mener cette opération.

Pour répondre à cette problématique, notre étude sera conduite selon les étapes démontrées dans la figure ci-dessous. Ces dernières vont être exposées au fur et à mesure du développement de cette section.

**Figure 31: Le plan de l'étude**



**Source:** Etablie par le chercheur

N.B : Pour aborder cette étude, nous avons utilisé le logiciel de traitement des données le SPSS V20 qui offre l'application des réseaux de neurones artificiels comme l'une de ses méthodes d'analyse des données accessibles. Pour ce faire, le développement de cette partie sera élaboré suivant les commandes du SPSS, sachant que certaines étapes peuvent être décalées en fonction de la conception de chaque logiciel, notamment pour ceux de Statistica, Neuro One, Tanagra, Excel Neuro Solution, Alyuda Forecaster et autres.

## 1. Lancement de l'analyse et choix des paramètres d'étude

### 1.1. L'introduction des données :

L'introduction des données dans l'outil représente la première phase avant de lancer tout traitement et analyse (Notre échantillon et nos données sont clairement présentés dans la première section de ce chapitre). Cette opération a un très grand impact sur l'efficacité du modèle choisi et touche fortement les étapes qui viennent de suite. Pour ce faire, nous devrions choisir les critères qui caractérisent chaque entrée (variable) comme il est démontré dans la fenêtre suivante :

**Image 1: Le codage des données**

	Nom	Type	Largeur	Décimales	Etiquette	Valeurs	Manquant	Colonnes	Align	Mesure	Rô
1	Entreprise	Chaîne	4	0	Entreprise	Aucun	Aucun	4	Gauche	Nominales	Entr
2	Rentabilitéc...	Numérique	8	2	Rentabilité com...	Aucun	Aucun	8	Droite	Echelle	Entr
3	Rentabilitéf...	Numérique	11	4	Rentabilité fina...	Aucun	Aucun	11	Droite	Echelle	Entr
4	lendettement	Numérique	11	4	l'endettement	Aucun	Aucun	11	Droite	Echelle	Entr
5	Lautonomief...	Numérique	11	4	L'autonomiefina...	Aucun	Aucun	11	Droite	Echelle	Entr
6	Fondderoule...	Numérique	11	4	Fond de roulem...	Aucun	Aucun	11	Droite	Echelle	Entr
7	Besoindefon...	Numérique	11	4	Besoin de fond ...	Aucun	Aucun	11	Droite	Echelle	Entr
8	Latrésorerie	Numérique	11	4	La trésorerie	Aucun	Aucun	11	Droite	Echelle	Entr
9	risquedema...	Numérique	11	0	risque de mauv...	Aucun	Aucun	11	Droite	Nominales	Entr
10	risquedeliqu...	Numérique	11	0	risque de liquidité	Aucun	Aucun	11	Droite	Nominales	Entr
11	risquedinsol...	Numérique	11	0	risque d'insolva...	Aucun	Aucun	11	Droite	Nominales	Entr
12	leszones	Numérique	11	0	les zones	Aucun	Aucun	11	Droite	Nominales	Entr
13	Zonedesrisq...	Chaîne	17	0	Zone des risques	Aucun	Aucun	17	Gauche	Nominales	Entr
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

Source : Etablie à base du SPSS V20

Par conséquent, le réseau de neurones va étudier les données d'entrée en fonction d'une matrice d'entrée de dimension X (55,10) pour un vecteur colonne de sortie de dimension 55 :

- La matrice d'entrée X est

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1i} & \dots & x_{1\ 10} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & & x_{2i} & \dots & x_{210} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & & x_{3i} & \dots & x_{310} \\ x_{41} & x_{42} & x_{34} & \dots & x_{4i} & \dots & x_{410} \\ x_{i1} & x_{i2} & x_{i3} & \dots & x_{ii} & \dots & x_{ii} \\ x_{551} & x_{552} & x_{553} & \dots & x_{55i} & \dots & x_{5510} \end{pmatrix}$$

Le vecteur de sortie Y:

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{55} \end{bmatrix}$$

La description précisée là-dessus permet à logiciel de reconnaître les données, à ce moment-là nous pouvons les insérer dans la fenêtre qui suit:

**Image 2: L'introduction des données**

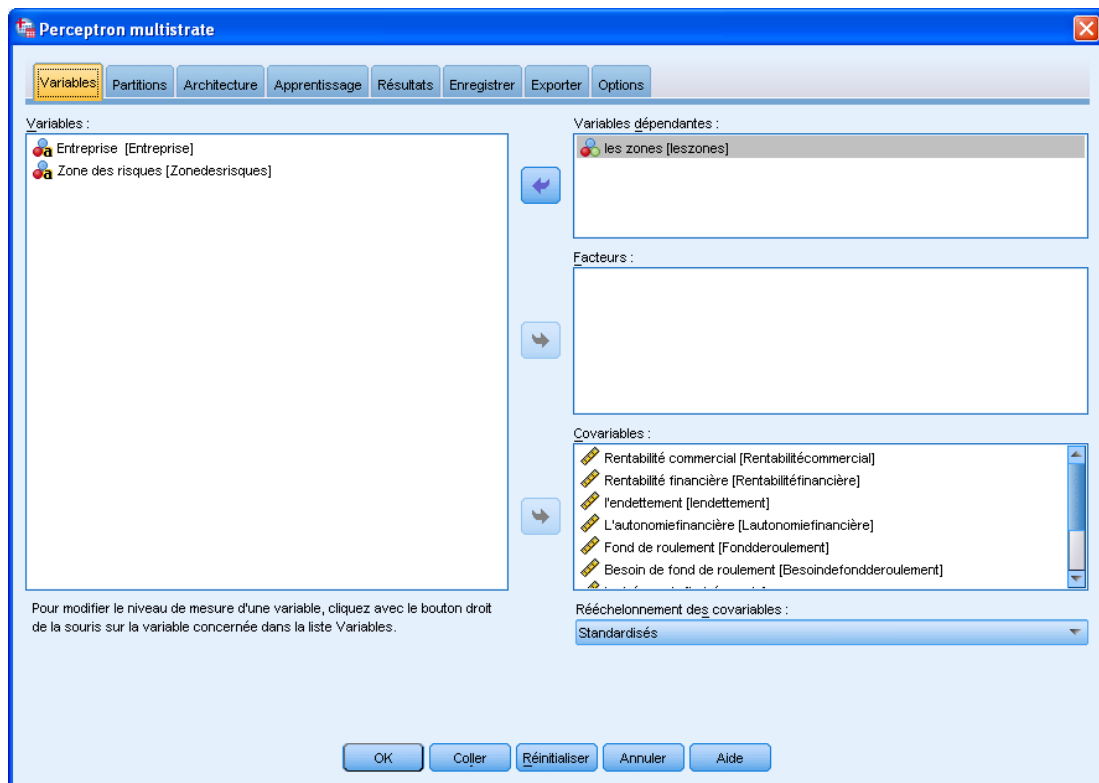
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	
1	Entreprise	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zone des r
2	E1	.00	145.00	1,224.00	6,703.00	-177291096.00	-143,808,534.00	-33,482,562.00	1,00	1,00	1,00	1,00	zone dang
3	E2	30.00	12.00	218.00	196.00	714,581.00	-300,036.00	1,014,617.00	1,00	.00	1,00	1,00	zone dang
4	E3	152.00	30.00	165.00	64.00	25689668.00	-926,046.00	26,615,715.00	1,00	.00	.00	.00	zone modé
5	E4a	51.00	5.00	32.00	7.00	6,985,431.00	6,985,431.00	.00	.00	1,00	.00	.00	zone modé
6	E4b	52.00	54.00	607.00	84.00	9,971,942.00	9,971,941.00	1.00	.00	.00	.00	.00	zone modé
7	E5	13.00	18.00	375.00	93.00	4,024,501.00	2,598,374.00	1,426,128.00	1,00	.00	.00	.00	zone modé
8	E6	6.00	50.00	6,245.00	1,895.00	420,890.00	-5,730,442.00	6,151,332.00	1,00	.00	1,00	.00	zone modé
9	E7a	50.00	5.00	27.00	29.00	-2,197,548.00	-1,666,715.00	-530,834.00	1,00	1,00	.00	1,00	zone dang
10	E7b	47.00	2.00	21.00	24.00	-5,474,698.00	-2,966,364.00	-2,508,333.00	1,00	1,00	.00	1,00	zone dang
11	E8	6.00	78.00	.	757.00	1,382,723.00	-6,179,445.00	-6,179,445.00	1,00	1,00	1,00	1,00	zone dang
12	E9	1,247.00	58.00	94.00	211.00	-46818550.00	-68,734,379.00	21,915,829.00	1,00	.00	1,00	1,00	zone dang
13	E10	30.00	205.00	151.00	363.00	-5,321,830.00	10,798,687.00	-16,120,517.00	1,00	1,00	1,00	1,00	zone dang
14	E11	3.00	275.00	195.00	6,543.00	-12400341.00	-9,700,138.00	-2,700,203.00	1,00	1,00	1,00	1,00	zone dang
15	E12	11.00	30.00	357.00	206.00	2,700,585.00	2,700,585.00	.00	1,00	1,00	1,00	1,00	zone dang
16	E13	10.00	84.00	444.00	242.00	1,790,951.00	-7,286,277.00	9,077,228.00	1,00	.00	1,00	1,00	zone dang
17	E14	486.00	34.00	71.00	108.00	-29581796.00	-49,114,263.00	19,532,466.00	1,00	1,00	1,00	1,00	zone dang
18	E15	20.00	24.00	257.00	1,880.00	-853331932.00	3,578,940,033.00	-4432271965.00	1,00	1,00	1,00	1,00	zone dang
19	E16	5.00	30.00	308.00	110.00	19838709.00	-415,189,000.00	435,027,709.00	1,00	.00	1,00	1,00	zone dang
20	E17a	2.00	4.00	181.00	66.00	9,228,134.00	-2,835,973.00	12,064,107.00	1,00	.00	.00	.00	zone modé
21	E17b	-46.00	3.00	81.00	27.00	9,246,869.00	2,559,244.00	6,687,625.00	1,00	.00	.00	.00	zone modé
22	E18a	13.00	6.00	94.00	73.00	36094097.00	-61,137,675.00	97,231,772.00	1,00	.00	.00	.00	zone modé

**Source:** Etablie à base du SPSS V20

Signalant que, pour qu'un RNA puisse lire et classifier nos sorties, on devrait coder ces dernières en données binaires soit 1 soit 0. À ce propos, nous avons confié, la valeur « 0 » à la zone modérée et la valeur « 1 » à la zone dangereuse.

Après l'introduction des données, nous démarrons notre traitement en cliquant sur « analyse » et choisissant l'application « réseaux neuronaux ». Ce clic fait apparaitre un menu qui permet de déterminer, et, de trier les données d'entrée et les données de sortie, pour que le logiciel puisse les reconnaître. L'image n°3 permet d'effectuer cette tâche en saisissant les données d'entrée en tant que « Covariables » et des données de sortie en tant que « variables dépendantes ».

Image 3: L'identification des variables



Source: Etablie à base du SPSS V20

## 1.2. Le sous-échantillonnage

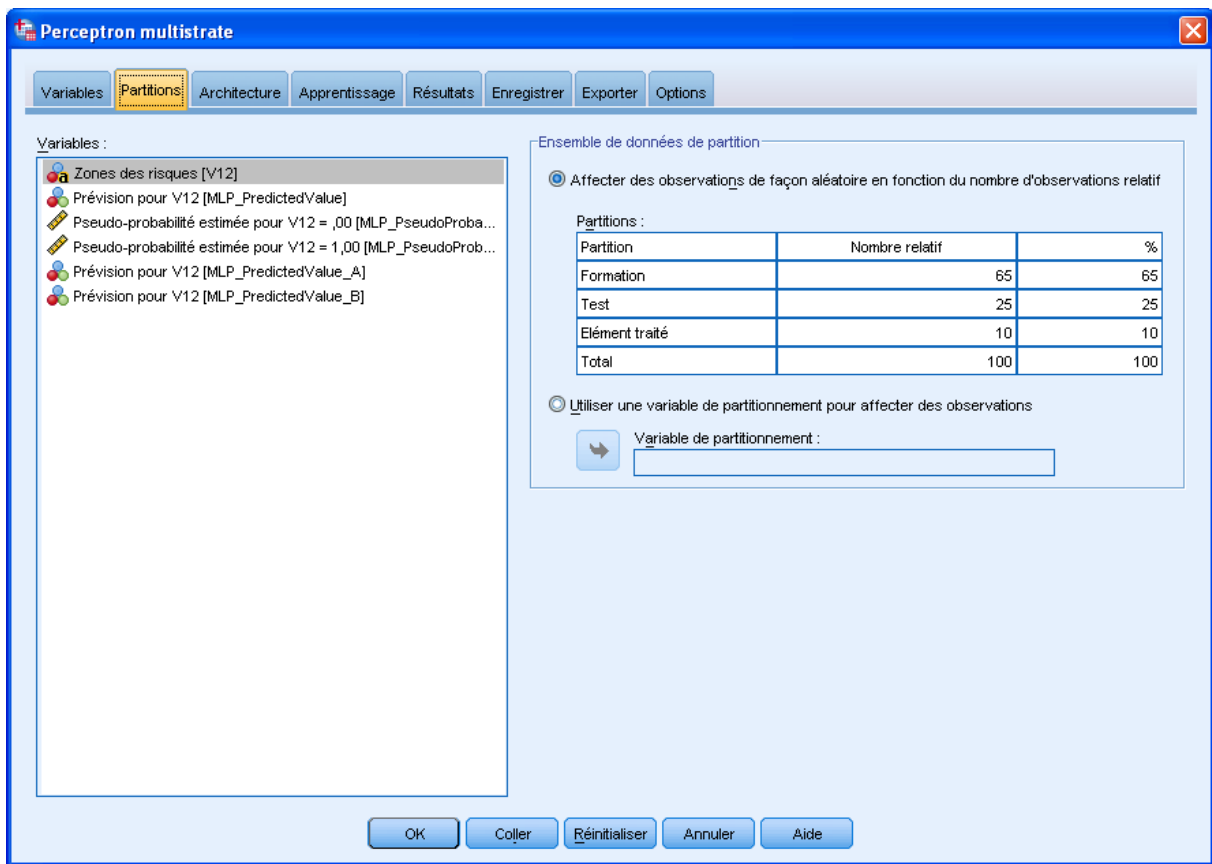
Pour une classification d'une base de données telle que la nôtre, le RNA nécessite l'emploi d'un apprentissage supervisé (voir chapitre3) pour permettre de reconnaître les groupes de classes auxquels appartient une catégorie de rapport. Dans le but de développer notre modèle, nous devons procéder à un sous échantillonnage en construisant trois sous échantillons :

- Le premier sous-échantillon est celui d'apprentissage. Il doit être important en termes de nombre par rapport aux deux autres. Cet échantillon fournit au RNA une base solide pour apprendre, et, sur laquelle il produit des résultats. Il occupe près de 65% de l'ensemble de notre base de données.
- Le deuxième sous-échantillon est celui de validation, nommé sur SPSS comme l'échantillon de test. Il représente près de 25% de l'ensemble de nos données. Cet échantillon permet de tester l'aptitude du réseau à lire des données hors l'échantillon d'apprentissage.

- Le troisième sous-échantillon est celui de test dans la littérature, nommé sur SPSS comme l'échantillon traité. Il représente près de 10% de l'ensemble de nos données. Cet échantillon évalue la capacité de réseau à donner des résultats généralisés sans avoir eu la sortie correspondante.

Cette opération est permise lorsqu'on clique sur la commande de partition, voir image n°04

**Image 4: Sélection des sous échantillons**



**Sources :** Etablie à base du SPSS V20

**N.B.** Le logiciel lui-même ajuste ces sous-échantillons, à postériori, dans le but de réaliser les meilleurs résultats.

Le tableau suivant récapitule les différents sous-échantillons ajustés accompagnés du nombre exact des données.

**Tableau 14: Récapitulatif du traitement de données**

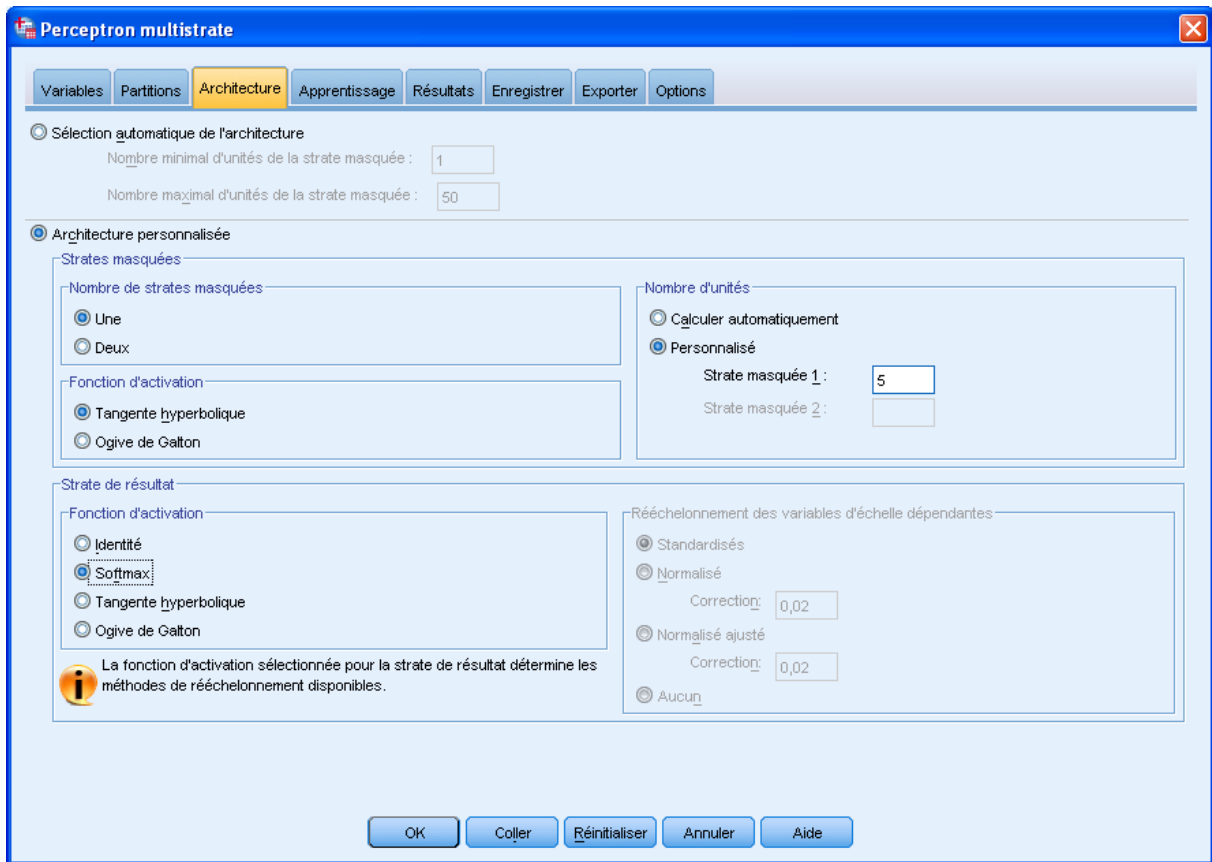
	N	Pourcentage
Apprentissage	36	66,7%
Echantillon Test	14	25,9%
Traité	4	7,4%
Valide	54	100,0%
Exclus	1	
Total	55	

Source : Etabli à base du SPSS V20

### **1.3. La sélection de l'architecture optimale et les fonctions d'activations**

Nous devons, à cette étape, choisir l'architecture optimale et les fonctions d'activations. Ce procédé consiste à choisir, premièrement, le nombre des couches cachées et le nombre des neurones dans chaque couche cachée, deuxièmement, les fonctions d'activation des couches cachées et de la couche de sortie. Pour en décider et déterminer celles qui sont optimales, on devrait comparer entre les résultats de différents modèles construits par itération, en jouant sur les paramètres d'architecture et de fonctions d'activation. Dans notre étude, nous avons privilégié les paramètres démontrés dans l'image n°05 après la construction de près de 18 modèles. Ces derniers ont aussi donné des résultats notables en dépassant dans l'ensemble 80% de performance. Relevant que le type du modèle sélectionné fait partie des perceptrons multicouches.

**Image 5: Le choix de l'architecture**

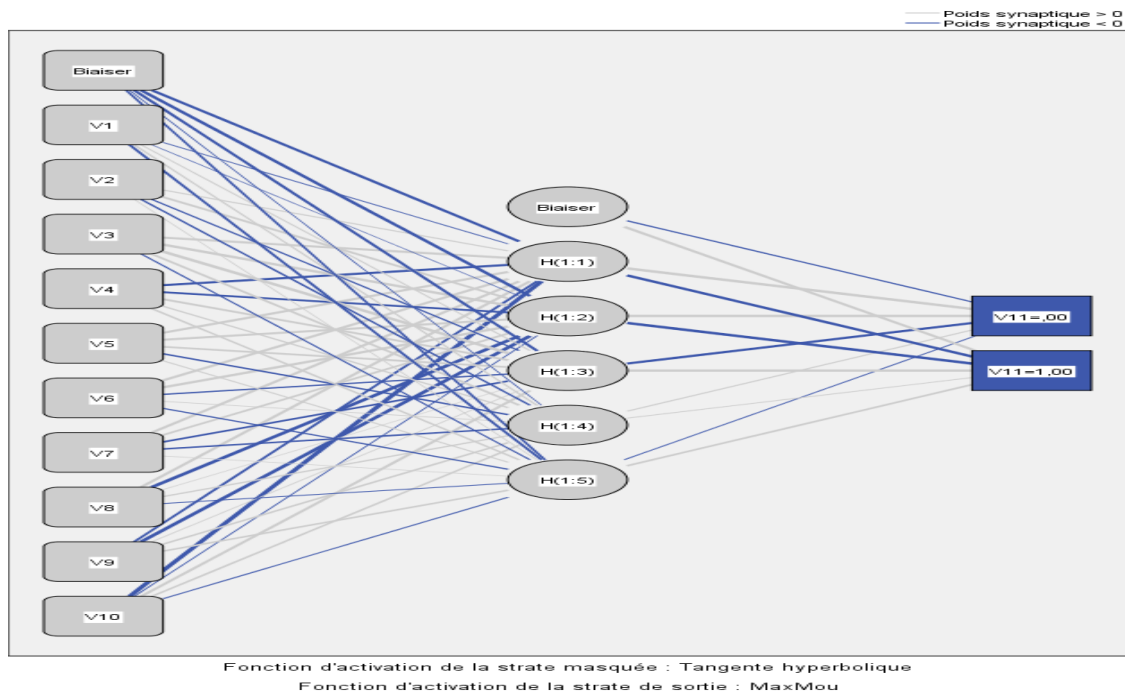


**Sources :** Etablie à base du SPSS V20

Ces choix nous ont permis de construire un réseau de neurones de trois couches, une couche d'entrée, une couche de sortie et une couche cachée (voir la figure n°32).



Figure 32: Le réseau de neurone artificiel propre à notre étude



Sources : Etablie à base du SPSS V20

Le nombre des neurones dans la couche d'entrée est similaire au nombre des variables de notre échantillon qui est de dix. Et, le nombre des neurones dans la couche de sortie indique le nombre de nos sorties qui est de deux, 0 et 1. Pour ce qui est de la couche cachée, notre choix s'est porté sur cinq neurones. En parallèle, les fonctions d'activations utilisées dans la couche cachée et de sortie sont respectivement, la fonction tangente hyperbolique et la fonction Soft max. De plus, l'erreur d'ajustement des poids synaptiques est calculée sur la base de l'entropie croisée<sup>318</sup>, une fonction généralement utilisée dans les modèles de classification. Ces paramètres sont récapitulés dans le tableau n°15.

<sup>318</sup> L'entropie croisée, comme l'erreur quadratique moyenne est issue du principe du maximum de vraisemblance. Comme l'hypothèse sous-jacente pour l'utilisation de l'erreur quadratique est erronée pour les problèmes de classification

**Tableau 15: Les paramètres du réseau de neurones artificiels propre à notre étude**

<i>Couches d'entrée</i>		1	Rentabilité financière
		2	l'endettement
		3	L'autonomie financière
		4	Fond de roulement
		5	besoin de fond de roulement
	Covariables	6	La trésorerie
		7	Risque de mauvaise gestion des ressources
		8	Risque de liquidité
		9	Absence du SCI
		10	Risque d'insolvabilité
	Nombre d'unités		10
<i>Couches cachées</i>	Nombre de strates masquées		1
	Nombre d'unités dans la strate masquée 1 <sup>a</sup>		5
	Fonction d'activation		Tangente hyperbolique
<i>Couche de sortie</i>	Variables dépendantes	1	Zones des risques
	Nombre d'unités		2
	Fonction d'activation		Soft max
	Fonction d'erreur		Entropie croisée

**Sources** : Etabli à base du SPSS V20

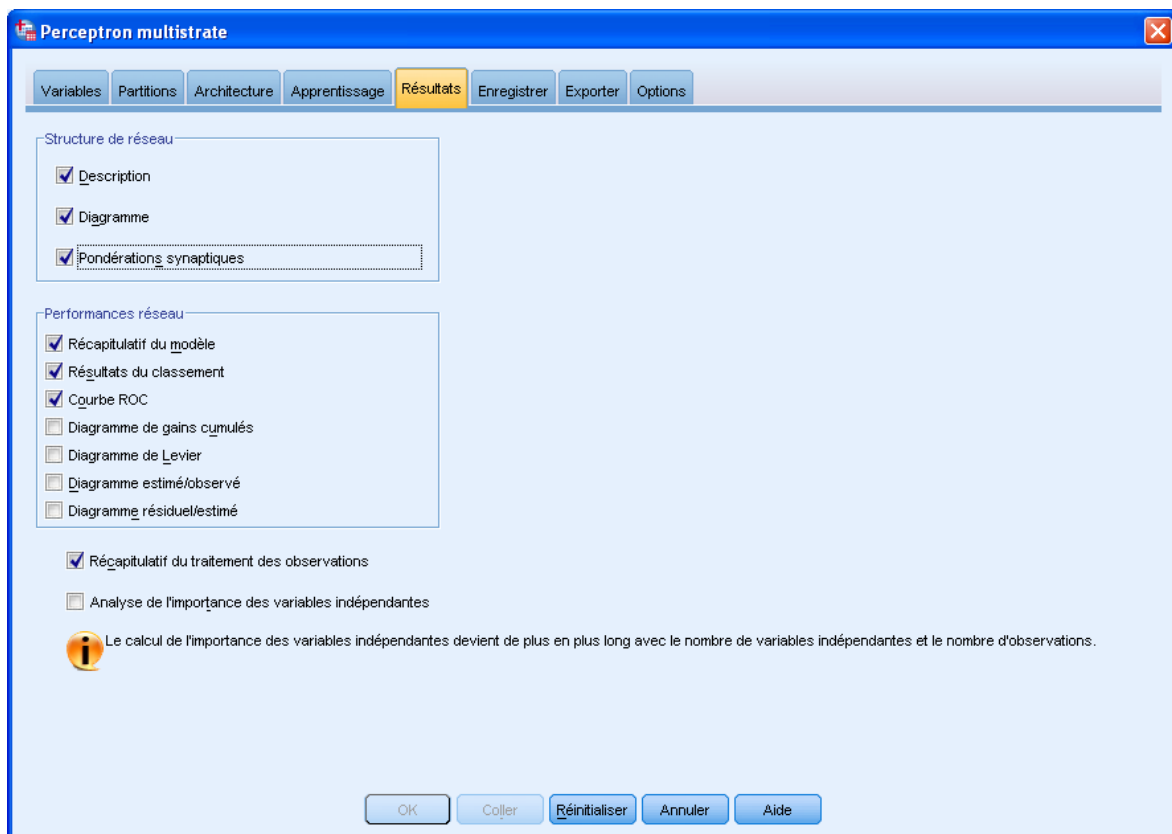
## 2. Les résultats de l'étude

Arrivant à ce stade, nous allons percevoir le taux de classement réalisé par le réseau de neurones artificiel en donnant une opinion sur son niveau d'efficacité à savoir s'il est performant ou pas.

### 2.1. Résultats de la classification

Pour finaliser ce traitement, nous devons cliquer sur la commande « résultat ». Cette action permet d'accéder et d'afficher toutes les informations dont on a besoin.

**Image 6: L'obtention des résultats**



**Source:** Etablie à base du SPSS V20

Les tableaux et les graphes qui suivent sont les produits de notre traitement. Le tableau n°16 mentionne exactement le temps consacré pour la réalisation de cette analyse, ainsi que les taux d'erreurs.

**Tableau 16: récapitulatif des modèles**

Apprentissage	Erreur d'entropie croisée	7,909
	Prévisions de pourcentage incorrectes	11,1%
	Arrêt de la règle utilisée	1 étape(s) consécutive(s) sans diminution dans l'erreur
	Durée de formation	0:00:00,08
Test	Erreur d'entropie croisée	3,618
	Prévisions incorrectes	7,1%
Traité	Prévisions incorrectes	0,0%

**Sources** : Etabli à base du SPSS V20

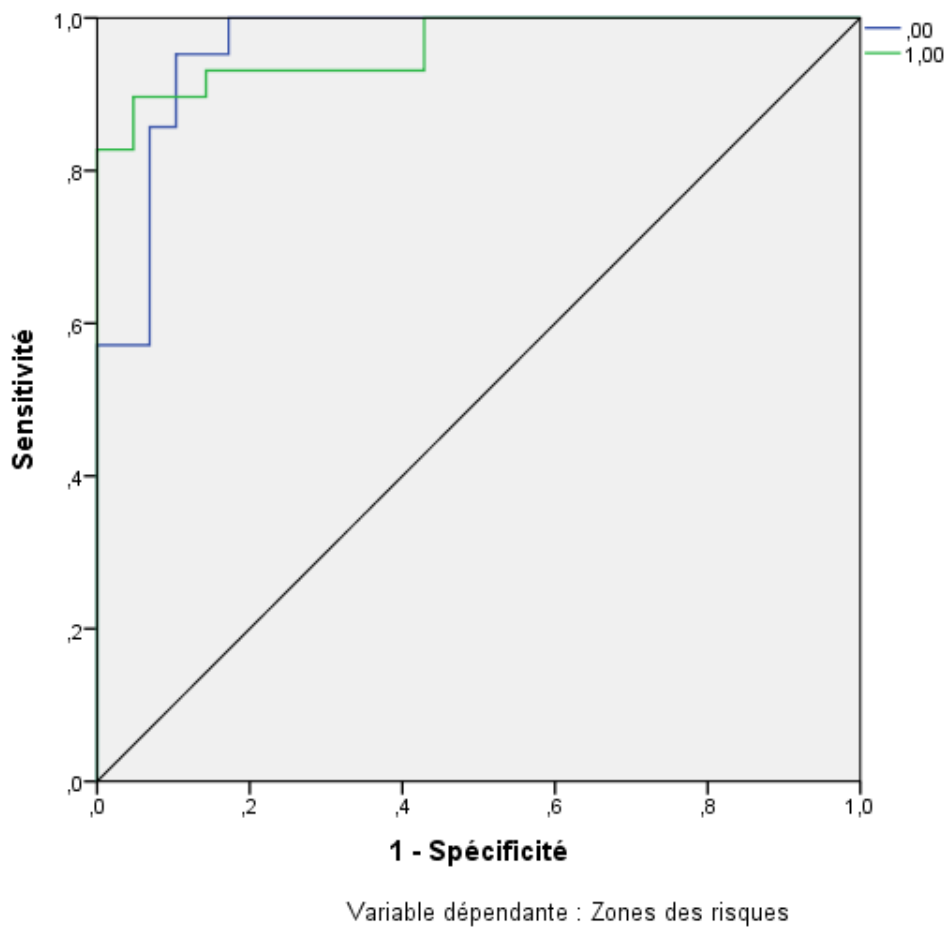
Pour vérifier la solidité de notre modèle, nous observons que l'erreur est réduite de 7,9 dans la phase d'apprentissage à 3.61 dans la phase de test. Cette baisse est aussi un indicateur qui nous a amené à choisir ce modèle, car, le taux d'erreur de test est un facteur déterminant dans l'architecture du modèle optimal. De plus, la durée de traitement n'a pas dépassé une seconde.

La courbe de ROC (*Receiver Operating Characteristic*), présentée dans la figure n°33, de même corrobore notre choix, puisqu'elle joue un rôle primordial pour la sélection du meilleur modèle. Du fait qu'un réseau est relativement meilleur en fonction de deux critères, d'une sensibilité<sup>319</sup> élevée et d'un complément de spécificité<sup>320</sup> aussi élevé qui est de (1 – la spécificité). Donc, on estime qu'un modèle est meilleur lorsque la courbe ROC se situe en haut près du coin gauche, comme c'est le cas de notre modèle.

<sup>319</sup> La sensibilité d'un test mesure sa capacité à donner un résultat positif lorsqu'une hypothèse est vérifiée

<sup>320</sup> La spécificité mesure le nombre de non-détections correctes (NC). Elle est donc égale au taux de bonnes non-détections et quantifie la capacité du processus de détection à apporter une réponse juste quand l'hypothèse n'est pas vérifiée.

Figure 33: La courbe de ROC



Zone sous la courbe

		Zone
Zones des risques	,00	,962
	1,00	,962

La zone sous la courbe ROC reflète le niveau de performance du modèle sélectionné, elle doit être comprise entre 0 et 1. Pour que la courbe représente une meilleure performance, elle doit se situer entre 0.5 et 1 et tant qu'elle se rapproche de « 1 » plus qu'elle est meilleure. Cette explication atteste que notre modèle est performant étant donné que la zone sous la courbe est de 0.962.

Pour ce qui est des résultats de classification, le tableau n°17 partage les proportions de classification correctes faites par les réseaux de neurones. Ils nous ont fourni un excellent classement qui atteint les 100% d'exactitude.

**Tableau 17: La classification des données**

Echantillon	Observations	Prévisions		
		,00	1,00	Pourcentage correct
<i>Apprentissage</i>	,00	13	2	86,7%
	1,00	2	19	90,5%
	Pourcentage global	41,7%	58,3%	<b>88,9%</b>
<i>Test</i>	,00	6	0	100,0%
	1,00	1	7	87,5%
	Pourcentage global	50,0%	50,0%	<b>92,9%</b>
<i>Traité</i>	,00	1	0	100,0%
	1,00	0	3	100,0%
	Pourcentage global	25,0%	75,0%	<b>100,0%</b>

**Source** : Etabli à base du SPSS V 20

Le réseau de neurones artificiel a assimilé correctement près de 89% des données de l'ensemble d'apprentissage. Dont, il a détecté 86,7% d'entreprises en zone dangereuse et 90.5% entreprises en zone modérée. En ce qui concerne l'échantillon de test, il a détecté correctement la situation de 87,5% entreprises en zone dangereuse, dont l'ensemble est près de 93% des données de test. Quant à l'ensemble des données traitées à but de généralisation, 100% de classification est accomplie correctement, il est arrivé à détecter la zone appropriée de chaque entreprise.

## **2.2. Interprétation des résultats**

Reprenons maintenant les principaux résultats dégagés par cette étude à fin de les mettre en relief avec notre objet de recherche :

- Premièrement, le réseau de neurones arrive à classifier correctement toutes les entreprises, chacune dans la zone qui lui convient. Ce fait valide fortement notre deuxième hypothèse qui indique que les réseaux de neurones artificiels représentent un outil très efficace pour l'accomplissement des tâches de classification dans le cadre d'une mission d'audit par le management des risques. Cette technique pourra être introduite avec succès dans la démarche d'audit en offrant des avantages multiples. Elle peut fournir un classement satisfaisant aux risques en zone, ce qui permet à l'auditeur d'émettre des opinions pertinentes, ainsi, de tracer des plans d'actions vigoureuses et en temps opportun. Par conséquent, la qualité d'audit va s'améliorer. Le réseau de neurones artificiel répond avec succès aux besoins de la démarche d'audit par le management des risques. Il peut jouer un rôle très important pour la classification des risques en zones.

- Deuxièmement, le taux de classification réalisé par le réseau de neurones, représente un résultat extrêmement intéressant non seulement pour l'approche d'audit par le management des risques, mais même par rapport aux résultats des recherches antérieures qui n'ont pas abouti à un taux équivalent à celui de 100% de classification correcte. Presque toutes les recherches antérieures, en matière de tâches de contrôle, ont pratiquement subi un taux de mauvaise classification (miss classification) quel que soit son importance. Ce fait nous accorde une autre valeur ajoutée par rapport aux recherches à ce propos.

- Troisièmement, le temps imparti à l'analyse est surprenant, le réseau fournit des résultats dans un temps record, moins d'une seconde. C'est vrai que la base de données n'est pas immense mais malgré ça le temps estimé sera très bénéfique au lieu de consacrer un très grand temps pour établir les corrélations entre différentes variables pour dresser un classement raisonnable. En effet, le réseau de neurone a vocation d'aider les auditeurs à effectuer des prévisions et des classifications dans un très peu de temps et au temps opportun. Prenant cet avantage à travers une autre vision, le fait de réaliser des classements très rapidement diminue logiquement le temps accordé pour conduire une mission d'audit, par suite, les honoraires des auditeurs peuvent en conséquence diminuer simultanément. En revanche, si les frais d'une acquisition d'un logiciel de réseau de neurones artificiels puissant vont augmenter, automatiquement les honoraires d'audit augmenteront. Mais pour les deux cas, le grand bénéficiaire est l'entreprise, elle va profiter d'une bonne qualité de service.

- Quatrièmement, comme notre étude le montre, l'utilisation du réseau de neurones artificiels n'est pas aussi difficile qu'elle ne le paraît. Il faut juste suivre quelques commandes pour accomplir la tâche de classification avec succès. Il est conçu pour des professionnels, son utilisation ne nécessite pas une connaissance approfondie en la matière des sciences statistiques et mathématiques.

### **2.2.1. Recommandations :**

Le travail accompli dans le cadre de cette thèse nous mène à proposer et à recommander les faits et les actions suivants :

- La profession de commissariat aux comptes en Algérie est appelée à faire un saut qualitatif en élargissant son périmètre d'action à l'audit par le management des risques, et ainsi dépasser quelque peu le contrôle de conformité. Il s'agit de cette profession à répondre aux besoins des entreprises soucieuses de se prémunir contre les risques.
- La profession d'audit en Algérie est donc, plus que jamais, sollicitée à évoluer en se dotant des nouvelles techniques et méthodes à fin d'être en mesure de faire face aux changements, risques et aux nouvelles exigences. Dans cette étendue, les auditeurs algériens ont besoin d'une information permanente et des formations ponctuelles pour renforcer et enrichir leur compétence pour se mettre à niveau.
- L'acceptation des réseaux de neurones artificiels comme outil d'aide à la décision dans le cadre d'une démarche d'audit par le management des risques, peut apporter un grand intérêt à l'auditeur et particulièrement aux entreprises pour qui le temps est un facteur de coût qu'il faut absolument maîtriser.
- Le réseau de neurones artificiel est une nouvelle technique très mal connue par les auditeurs. C'est pourquoi qu'il est nécessairement recommandé de suivre une formation pour acquérir ses fondements de base, comprendre son mode de fonctionnement, et apprendre son utilisation.
- Dans notre travail de recherche, nous avons été très souvent confrontés au problème de disponibilité de l'information. Cet obstacle nous pousse à proposer l'établissement d'une banque de données en permettant aux chercheurs et aux professionnels d'accéder à un nombre important des données, dans le but de leur faciliter la tâche, et



de faire des progrès considérable. C'est une manière de capitaliser l'expérience pour favoriser la recherche.

## **Conclusion**

L'approche d'audit par le management des risques reste une nouvelle pratique à l'échelle internationale et est très mal connue en Algérie, tenant compte que notre échantillon soit formé d'un nombre des commissaires aux comptes compétents et bien réputés. Cette situation est la conséquence des lacunes de la réglementation Algérienne d'un côté, et d'un autre côté du manque d'information et de formation qui sont deux facteurs majeurs au besoin de tout progrès dans tous les domaines d'activité.

L'approche d'audit par le management des risques nécessite essentiellement le passage par une identification et classification des risques à fin de savoir quels sont les risques qui doivent être pris en considération et en urgence et les risques qui peuvent être acceptés. Pour cela, on a cerné l'introduction des RNA précisément dans cette phase.

Malgré qu'on se soit heurté à la réalité du terrain qui nous a empêché d'avoir un nombre important de données sur une seule entreprise dans le but de détecter et de classifier ses risques en zones, on a réussi de collecter 55 rapports sur 39 entreprises. Ces derniers nous ont permis de disposer d'une base de données pour réaliser des résultats raisonnables et satisfaisants. Le RNA a réussi de classifier les entreprises en zones appropriées avec un taux de 100%. Ce qui fait que les RNA ont répondu avec succès aux besoins de la démarche d'audit par le management des risques.

Finalement, il faut signaler que l'utilisation de RNA devrait être précédée par une bonne formation qui puisse permettre une remise à niveau des compétences des professionnels en audit. À ce moment-là, le RNA peut être introduit efficacement et pertinemment dans la conduite d'une mission d'audit caractérisée par des quantités de données considérables nécessitant des traitements et des classifications complexes.

## **Conclusion générale**

Dans le contexte économique actuel, l'entreprise à l'échelle internationale se trouve inévitablement face à une explosion en matière de techniques, outils et méthodes de plus en plus sophistiqués. Elle doit donc adopter une stratégie concurrentielle pour assurer sa pérennité dans un environnement très hostile. C'est dans ce sens que l'audit peut être utilisé, comme un moyen ou mécanisme, pour aider à définir les orientations stratégiques d'une entreprise. De même, la profession d'audit ne cesse pas de se développer et évoluer face à une accélération de la complexité. Elle est devenue incontournable, ses pratiques tendent verticalement et horizontalement à la fois, sur le plan de statut et sur le plan de l'objet de mission.

Ainsi, l'évolution de cette profession et une des conséquences des événements survenus depuis son apparition. Les scandales financiers ont participé fortement à la naissance des nouvelles approches, notamment, ceux d'Enron, Parmalat. C'est alors que l'affaire du cabinet d'audit Anderson qui a déclenché des débats sérieux sur les attentes, d'une entreprise, d'un audit. C'est à ce moment-là, que la recherche sur l'approche d'audit par le management des risques s'est accélérée.

Dans l'approche d'audit par le management des risques l'auditeur cherche à mettre en évidence, les risques, les enjeux, les vulnérabilités, les opportunités manquées, mais aussi les synergies ou les dysfonctionnements associés à une stratégie, une politique, à des capacités ou incapacités spécifiques de managers. C'est une démarche qui examine l'entreprise sous tous ses aspects au niveau macro comme au niveau micro, et apporte des recommandations et des plans d'action dans le domaine opérationnel et stratégiques.

Étant donné que l'approche d'audit par le management des risques se caractérise par une complexité et une difficulté en termes de volume d'informations à traiter et du niveau de compétences acquis. Elle manque d'une technique pertinente et d'un outil d'aide qui facilite la tâche du professionnel d'une part, et s'adapte aux besoins de l'auditeur. De par-là, notre recherche vient de résoudre ce problème, en essayant d'introduire l'application des réseaux de neurones artificiels comme un outil d'aide dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques. Dont les réseaux de neurones artificiels sont des processeurs, des logiciels et des applications inspirés du fonctionnement du cerveau humain. Ils sont appliqués

depuis longtemps dans les sciences appliquées et introduites récemment dans les sciences économiques et de management.

Comme une première étape, nous avons essayé de mettre en évidence les points de convergence entre cette technique et l'approche d'audit par le management des risques. Ceci est d'après une revue de littérature des différentes recherches et études réalisées autour de ces deux grandeurs. Puis, on a essayé de déterminer la phase, dans la démarche d'audit, qui fait appel à ce genre de technique.

Dans cette étendue, nous avons conclu que la tâche qui nécessite l'intervention du logiciel des réseaux de neurones artificiels est celle de la deuxième phase dans une démarche d'audit. À ce stade, l'auditeur devrait identifier les risques et les classer en catégories, en fonction, de leur impact et de leur probabilité de survenance. C'est sur la base de cette classification que l'auditeur émet des recommandations et élabore des plans d'action. Alors, le réseau de neurones artificiel vient d'aider l'auditeur à classer ces risques dans un temps minime et avec une très grande performance.

Cette thèse est passée de la théorie au concret, dont nous avons examiné l'aptitude de réseau de neurones artificiel à la classification en zones de risque. Pour accomplir cet objectif, nous avons envisagé de collecter un ensemble de rapport d'audit d'une seule entreprise, mais ce n'était pas le cas à cause de quelques obstacles. C'est pourquoi qu'on s'est dirigé à rassembler un ensemble de données par l'intermédiaire d'un certain nombre de cabinets de commissariats aux comptes. Ces derniers ont mis à notre disposition 55 rapports d'audit légal obtenus. De ces rapports, nous avons calculé un ensemble d'indicateurs qui peuvent être des signes précurseurs de risques. La majorité des rapports que nous avons collectés n'ont pas été à la mesure de nos attentes, ils ne portent pas de jugements ni sur l'efficacité du système de contrôle interne ni sur la gestion de l'entreprise ni sur son environnement des affaires. Ils font l'objet d'une simple révision comptable.

On conclut donc que la profession d'audit en Algérie est encore loin de ce qu'elle devrait être. Selon les professionnels d'audit, l'audit en Algérie, n'a pas connu une grande évolution. On pense que seule la fonction financière et comptable est concernée par le contrôle. Cette situation de retard en termes de connaissance de nouvelles méthodes d'audit résulte du manque d'information, de communication, et des lacunes de formation. En Algérie, il n'en demeure pas moins de gros efforts restent à réaliser pour mettre à niveau le métier d'audit.

À l'issue du lancement de l'analyse dans le réseau de neurones artificiels, ce dernier a réussi de classer correctement les données traitées avec un taux de 100%. Ce taux représente des résultats extrêmement satisfaisants pour les professionnels d'audit, puisque, la classification est une étape indispensable dans l'approche d'audit par le management des risques. À cet effet, nous avons conclu que le réseau de neurones artificiels répond avec succès aux besoins de l'auditeur qui conduit l'approche d'audit par le management des risques. Ce fait a été prouvé par une approche théorique, ce qui nous permet d'affirmer qu'il y a bien une convergence entre cette technique et l'approche d'audit par le management des risques. Ainsi, cette approche théorique est accompagnée par une application empirique qui a approuvé la manière par laquelle les réseaux de neurones artificiels peuvent contribuer à un bon déroulement de la mission d'audit en bénéficiant d'une meilleure classification des risques. En fonction de cette classification, l'auditeur aura la possibilité de distinguer les situations dangereuses des situations jugées acceptables. À ce stade, l'auditeur peut émettre ses recommandations et construire ses plans d'action, dans un temps record.

Parmi les recommandations que l'on pourrait avancer, certaines nous paraissent déterminantes, en l'occurrence :

- Premièrement, l'amélioration des pratiques de l'audit en Algérie.
- Deuxièmement, la nécessité d'installer un centre de développement des réseaux de neurones artificiels suivant les besoins des auditeurs.
- Troisièmement, le besoin à un centre de données pour se renseigner sur les entreprises dans le but de faciliter la recherche dans ce domaine.
- Quatrièmement, la conduite des formations en parallèle pour permettre aux auditeurs d'acquérir les fondements de base des réseaux de neurones et pour faire apprendre leur utilisation.
- Cinquièmement, plusieurs institutions peuvent se doter de cette technique. Les caractéristiques des réseaux de neurones permettent de les introduire dans beaucoup d'autre activité que de celle de la profession d'audit. Ils peuvent être utilisés dans les travaux de gouvernement dans le but de recenser les entreprises saines ou en difficulté, c'est la même chose pour les SGP société de gestion des participations, ceci est dans le but de classer leurs filiales pour prendre part de la situation de ces entreprises et pour prendre des mesures de correction avant les dégâts et au temps opportun.

Bien que les résultats aient été très satisfaisants, le travail ne demeure pas d'être limité. D'une part, la méthode originale que nous avons proposée n'est qu'un outil au service de l'auditeur, elle ne pourrait jamais remplacer le rôle de ses réseaux de neurones formels. On considère les outils d'intelligence artificielle adoptés par des auditeurs comme de simples "agents" étant embauchés pour l'accomplissement d'une tâche particulière. Ils ne constituent pas le remède miracle, mais ils représentent une alternative possible aux approches statistiques courantes qui ne sont pas toujours adaptées à nos problématiques. Toute la responsabilité revient à l'auditeur pour assurer la pertinence, la fiabilité et l'efficacité de tels outils à sa faveur.

D'autre part, l'approche d'audit par le management des risques est encore en plein essor, elle n'est pas encore adoptée dans les pratiques d'audit en Algérie. Ce qui rend le fait d'émettre une opinion sur cette approche très difficile.

Par ailleurs, le SPSS est un logiciel qui est mis à la disposition des statisticiens établissant des courbes destinées à leur profit et qui sont difficiles d'être interprétées par des auditeurs spécialistes en sciences économiques et de gestion. Ce fait, nous mène à proposer la construction des logiciels des réseaux de neurones artificiels en fournissant des courbes aisément interprétables par les professionnels d'audit.

En fin, il faut signaler que la recherche sur le développement d'une technique au service de la profession d'audit ne s'arrêtera pas à ce stade. Une nouvelle technique apparait récemment, elle représente une hybridation entre les réseaux de neurones artificiels et la logique floue, en donnant le Neuro-Fuzzy ou le neuro-floue. Bref, les réseaux de neurones ont aujourd'hui un impact considérable et leur importance ira grandissant dans le futur. Les chercheurs sont en train d'extraire des règles de la technique des réseaux de neurones, en combinant cette dernière avec d'autres techniques intelligentes comme les algorithmes génétiques, la logique floue et les systèmes experts. De plus, nous allons essayer sans cesse d'appliquer ce logiciel dans le cadre d'une mission d'audit par l'approche de management des risques comme on a envisagé dès le début.

## Références

### Articles, ouvrages et thèses

- Abdolmohammadi. M.J, Usoff. C (2001), The Assessment of Task Structure, Knowledge Base, And Decision AIDS for a comprehensive inventory of audit tasks, British Library Cataloguing, USA
- Abdolmohammadi. M.J. (1987), “Decision support and expert systems in auditing: a review and research directions”, Accounting and Business Research (Spring): 173–185.
- Adya. M, Collopy.F (1998), How Effective are Neural Networks at Forecasting and Prediction? A Review and Evaluation, Journal of Forecasting J. Forecast. 17, 481±495
- Airmic. A (2010), Structured approach to Enterprise Risk Management (ERM) and the requirements of ISO 31000.
- Ajith A (2005), Artificial Neural Networks, Handbook of Measuring System Design, edited by Peter H. Sydenham and Richard Thorn. John Wiley & Sons.
- Akerlof. G (1970), “The Market for ‘lemons’: Quality Uncertainty and the Market Mechanism” Quarterly Journal of Economics, August, Vol. 84, 488-500.
- Alain. M (2011), « Les NEP ont-elles réduit le risque d'audit ? », Comptabilités, économie et société, Montpellier : France.
- Allinson. C (2001), Information Systems Audit Trails in Legal Proceedings as Evidence Computers & Security Vol.20, No.5, pp.409-421.
- Al-Saba. T, El-Amin. I (1999), « Artificial neural networks as applied to long-term demand forecasting”, Artificial Intelligence in Engineering 13 189–197
- Alvin A. A, Elder. R. J, Beasley. M. S (2010), Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach, Thirteenth Edition,, Prentice Hall. New Jersey.
- Abdullah Amin K, Al-Araj. R S (2011) « Traditional Audit versus Business Risk Audit: A Comparative Study - Case of Jordan », European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences Issue 40, pp74-91.
- Anandarajan. A, Kleinman. G <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1052045712000197> - aff2 , Palmon. D (2012), “Is non-audit services a suitable proxy for auditor independence in the post-SOX period?”, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1052045712000197> - aff1 Research in Accounting Regulation 24 105–111.
- Anandarajan. M, Anandarajan. A (1999), “A comparison of machine learning techniques with a qualitative response model for auditor’s going concern reporting” Expert Systems with Applications 16, pp. 385–392.

- Andrew W. Lo (1999), "The Three P's of Total Risk Management", *Financial Analysts Journal*, January/February.
- Assens C (1997), « Les réseaux normale et réseaux d'entreprise revus française de gestion », Mars –Avril-Mai, n °=113.
- Bailey. A. D. Jr, Gramling. A. A, Ramamoorti. S (2003), *Research Opportunities in Internal Auditing*, The Institute of Internal Auditors, Altamonte Springs, Florida.
- Bainbridge. S. M (2008), *The New Corporate Governance in Theory and Practice*, Oxford University Press, New York
- Bainbridge. S. M(2008), *The New Corporate Governance in Theory and Practice*, Oxford University Press, New York,
- Baker, M.(2008), *The Strategic Marketing Plan Audit*, Cambridge Strategy Publication Ltd
- Baker. C. R (2006), "The Contested Concept of Auditor Independence", Cheryl R. Lehman, in (ed.) *Independent Accounts (Advances in Public Interest Accounting, Volume 12)*, Emerald Group Publishing Limited, pp. 17 – 26
- Baldwin A. A, Brown. C. E, Trinkle. B (2006), "Opportunities for artificial intelligence development in the accounting domain: the case for auditing", *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 14, pp .77–86
- Ballard, G.M(1992), "Industrial risk: safety by design", in Ansell, J. and Wharton, F. (Eds), *Risk: Analysis*,
- Barbier. E (1999), *Mieux piloter et mieux utiliser l'audit : l'apport de l'audit aux entreprises et aux organisations* : Edition, Maxima Presses Universitaires de France, Paris,
- Beasley. M. S, Carcello.J. V (2008), *GAAS Guide 2009 A Comprehensive Restatement of Standards for Auditing, Attestation, Compilation, and Review*, IL : CCH Inc, Chicago.
- Beattie. V, Brandt. R, Fearnley. S (1999), « Perceptions of auditor independence: U.K. evidence », *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, Volume 8, Issue 1, Pages 67-107.
- Becker.S (1995), "Unsupervised learning with global objection functions", *The handbook of brain theory and neural networks* (pp. 997–1000).
- Bécour. J. C, Bouquin. H (2008), *Audit opérationnel, entrepreneuriat, gouvernance et performance*, 3ème édition, édition Economica, paris.
- Bel Aiboud. M, *Guide pratique d'audit financier et comptable*, Edition Maison des Livres, Alger.
- Bel Haj Ali. S (2008), "Les facteurs explicatifs du jugement éthique en audit : un état de l'art », *La Comptabilité, Le Contrôle Et L'audit Entre Changement Et Stabilité*, France.
- Bell, T. B., & Carcello, J. V. (2000). "A decision aid for assessing the likelihood of fraudulent financial reporting". *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, 19(1), 169–182.

- Bellovary. J, Giacomino. D, Akers. M (2007), “A Review Of Going Concern Prediction Studies: 1976 To Present”, Journal of Business & Economics Research – May Volume, Number 5, pp: 8-26.
- Bénard. A, Fontan. A .L (1994), La gestion des risques dans l'entreprise : management de l'incertitude, Edition Eyrolles, paris.
- Bertin .É (2007), Audit interne: enjeux et pratiques à l'international, Groupe Eyrolles Edition d'Organisation, Germain.
- Besson B et Possin. J. C (2006), « L'intelligence des risques », Market Management, /3 Vol. 6, p. 104-120. DOI : 10.3917
- Beumer, H. (2006), “A Risk – oriented Approach”, Internal Auditor, pp. 72-76.
- Bierstaker J. L, Burnaby. P, Thibodeau. J (2001), “The impact of information technology on the audit process: an assessment of the state of the art and implications for the future Managerial Auditing Journal 16/3 159±164.
- Bingham. K, Goteti. P, (2004), “Integrating Hazop and Sil/Lopa Analysis: Best Practice Recommendations”, The Instrumentation, Systems and Automation Society, 2-4 October, Reliant Center Houston, Texas.
- Boughanem. M, Tamine. L(2004), « Connexionnisme et génétique pour la recherche d'information », Les systèmes de recherche d'informations. 77-99.
- Braspenning. P. J, Thuijsman .F, Weijters. A.J.M.M (1995), Artificial Neural Networks: An Introduction to ANN Theory and Practice, Springer, Berlin.
- Braul. J. C, Carpenter. J. T (2012),” Small-Firm Uniqueness And Signaling Theory”, Journal of Business, Economics & Finance), Vol.1 (1), p.p 50-63.
- Brownlie D (1996), “The conduct of marketing audits: A Critical Review and Commentary”, Volume 25, Issue 1, January, Pages 11-22.
- Bruynseels. L, Knechel. W. R and Willekens. M (2006), « Do Industry Specialists and Business Risk Auditors Enhance Audit Reporting Accuracy? », DTEW-AFI\_0610
- Bruynseels. L, Willekens. M (2005), “Strategic Viability and Going-Concern Audit Opinions”, Annual Congress of the European Accounting Association. Göteborg (Sweden), 18 - 20 May 2005.
- Cai Chun (1997), "On the functions and objectives of internal audit and their underlying conditions", Managerial Auditing Journal, Vol. 12 Iss: 4 pp. 247 – 250
- Calderon. G. T, Cheh1. J. J. (2002), A roadmap for future neural networks research in auditing and risk assessment, International Journal of Accounting Information Systems 3, p.p 203–236.
- Cappelletti L (2007), « L'audit et le contrôle au centre de l'éthique d'entreprise », Économie Et Management I n° 123 I Avril.
- Cappelletti. L (2006), « Vers une institutionnalisation de la fonction contrôle interne? », (Tome 12), Comptabilité - Contrôle – Audit, Association Francophone de Comptabilité, pp.27- 43



- Carassus. D (2011), Principe d’audit et de contrôle interne, Edition IAE
- Carter. J R, Sanden. B. I. (1994), “Ada Design of a Neural Network”, ACM Ada Letters, May/Jun Volume XIV, Number 3, pp.61-73.
- Casta. J.f., Mikol. A (1999), “ vingt ans d’audit: de la révision des comptes aux activités multiservices », comptabilité – contrôle- audit, mai pp(107-121).
- Chamekh. A (16-02-2007), Optimisation des procédés de mise en forme par les réseaux de neurones artificiels ; thèse de doctorat en Génie Mécanique, Ecole Nationale d’Ingénieurs de Monastir, Tunisie
- Chandler A. Roy (1999),"Critics' use of satire against the auditing profession: a short historical note", Accounting, Auditing & Accountability Journal, Vol. 12 Iss: 1 pp. 129 - 133
- Chapados. N (2010), “Data Mining Algorithms for Actuarial Ratemaking”, ApSTAT Technologies.
- Chapman. R J. (2011), Simple tools and techniques for enterprise risk management, 2nd edition, Wiley publisher, England.
- Charreaux. G (2000), «Le conseil d’administration dans les théories de la gouvernance », Pôle d’économie et de gestion (Iae-Latec).
- Chekkar. R, Zoukoua. E. A (2009) « Comportement des audites dans le processus d’audit : le cas du contrôle des associations par les financeurs publics », "La place de la dimension européenne dans la Comptabilité Contrôle Audit, Strasbourg : France.
- Chen. L, Hachey. K, Jhaveri. P, Perry. C (1994), “Menon & Williams: The Insurance Hypothesis and Market Prices", The Accounting Review, Vol. 69, No. 2 (April), pp. 327-342.
- Chenhall. R. H (2003) , “Management control systems design within its organizational context: findings from contingency-based research and directions for the future”, Accounting, Organizations and Society 28 127–168
- Cheryl R. Lehman, in (ed.) Independent Accounts (Advances in Public Interest Accounting, Volume 12, Emerald Group Publishing Limited, pp. 1 – 15.
- Chiang, CKH (2009), “Legitimacy theory or something else? The audit of environmental matters: a New Zealand study”, 21st Asian Pacific Conference on International Accounting Issues, Las Vegas, U. S. A
- Chichester Assessment and Management”, John Wiley & Sons. Pp 95-104
- Chicken. J, Posner. T (1998), The Philosophy of Risk, Thomas Telford
- Chong. Y. Y (2003),"A new look at investment risk - the organic risk management stance? » Balance Sheet, Vol. 11 Iss: 2 pp. 17 – 21.
- Churchill, M.C. and Cyert, R.M. (1966), “An Experiment in Management Audit”, The Journal of Accountancy, February, pp. 39-43
- Cleary. S; Malleret. T (2006), Risques : perception, évaluation, gestion une approche positive des risques globaux auxquels sont confrontés les décideurs, Edition Maxima, Paris.

- Clifton. J.J. (1990), "Hazard prediction", in Keller, A.Z. and Wilson, H.C. (Eds), Disaster Prevention, Planning and Limitation, Disaster Prevention and Limitation Unit, University of Bradford and The British Library,
- Coakly J.R (1995), "Using pattern analysis methods to supplement attention-directing analytical procedures", expert systems with application 9(4), pp:513-528
- Coakly J.R, Brown C.E (1991), "Neural networks applied to ratio analysis in the analytical review process", In . proceedings of the fourth international symposium on expert systems in accounting finance and management , university of southern California, Pasadena California, USA, October 30 Novembre1, 1991, pp: 1-36
- Coakly J.R. et Brown C.E (1993), « An artificial neural network applied to ratio analysis in the analytical review process", International Journal Of Intelligent Systems In Accounting Finance And Management 2(11), pp: 19-39.
- Coase. R. H (1937), "The Nature of the Firm", *Economica*, New Series, Vol. 4, No. 16. Nov, pp. 386-405.
- Cohen. M.A, Grossberg, S.G (1983), "Absolute Stability of Global Pattern Formation and Parallel Memory Storage by Competitive Neural Networks", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. SMC-13, pp. 815-826.
- Colasse. B (2012), *Les fondements de la comptabilité*, 2<sup>e</sup> éd., La Découverte, Repères, Paris
- Collier. P, Dixon. R (1995), "The evaluation and audit of management information systems", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 10 Iss: 7 pp. 25 – 32.
- Collins. L, Gérard. V (1992), *Audit et contrôle interne, Aspects financiers et stratégiques*, Edition DALLOZ, Paris.
- Collopy. F. Adya. M et Armstrong. J. S (1994), "Principles for Examining Predictive Validity: The Case of Information Systems Spending Forecasts", *Information Systems Research*, Volume 5, No. 2 June, pp170-179.
- Combemale M, Igalens J. (2005), *L'audit social*, Presses Universitaires, France
- Combemale. M et Igalens. J (2012), *L'audit social*, P.U.F. « Que sais-je ? »
- Conor O'Leary (1996), "Performance audits: could they become mandatory for public companies?", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 11 Iss: 1 pp. 14 – 18
- Cooper D.J., Neu D. (2006), « Auditor and Audit Independence in an Age of Financial Scandals », *Advances in Public Interest Accounting*, vol. 12, pp. 1-15
- Covaleski. M. A., Dirsmith M.W. Samuel S. (1996), « Managerial Accounting Research: The Contributions of Organizational and Sociological Theories», *Journal of Management Accounting Research*, vol. 8, p. 1-35.
- Curtis. E, Turley. S (2007), « The business risk audit – A longitudinal case study of an audit engagement », *Accounting, Organizations and Society* 32 439–461.

- Daniels. B. W, Booker. Q (2011), “The effects of audit firm rotation on perceived auditor independence and audit quality”, *Research in Accounting Regulation* 23 78–82.
- David. H and David. D (2000) “Voluntary Audits: An Empirical Study, The Open Polytechnic of New Zealand”, Working Paper, October.
- Davis J.T., Massey A. P., Lovell R. E.R (1997),” Supporting a complex audit judgment task: An expert network approach”, *European Journal of Operational Research* 103 350-372
- Davis. J. T (1996), “Experience and Auditors' Selection of Relevant Information for Preliminary Control Risk Assessments”, *Auditing - A Journal of Practice & Theory* Spring, 1996 Volume 15 - Number 1, pp: 16-37.
- Dellaportas. S, Senarath Yapa. P.W, Sivanantham S, (2008),”Internationalising auditing standards: stakeholder views on Australia's strategic directions”, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 23 Iss: 7 pp. 663 – 684.
- Desmet P (2001); “Buying behavior study with basket analysis: Pre-clustering with a Kohonen map”, *European Journal of Economic and Social Systems* 15 N° 2 17-30.
- Dr N W Tan Clarence (1997), “An Artificial Neural Networks Primer with Financial Applications Examples in Financial Distress Predictions and Foreign Exchange Hybrid Trading System”, PhD thesis, School of Information Technology, Australia’.
- Dreyfus. G (2002), « Reconnaissance De Formes Par Réseaux De Neurones », Ecole Polytechnique, Juillet
- Dreyfus. G (1997), « Les réseaux de neurones une technique opérationnelle pour le traitement des donnée industrielles économique et financières », école supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de paris (ESPCI) laboratoire d’électronique ; mesure n 699 ; novembre
- Drumming, S. S, Kelvin. B , Colin O (2008), “Assessing risks in audit planning», *Journal of International Business and Economics*, Volume: 8, Issue: 1
- Dubois. C.P.R, (1995),”The information audit: its contribution to decision making”, *Library Management*, Vol. 16 Iss: 7 pp. 20 – 24.
- Dubuisson S. T (2009), *L’audit*, Edition La Découverte, paris.
- Dubuisson. S. T (2004), *l’audit - gestion des risques*, Edition La découverte, Belgique.
- Ebondo Wa M. E et Zéghal. D (2009), « Management des risques de l'entreprise : Ne prenez pas le risque de ne pas le faire ! », *La Revue des Sciences de Gestion*, n° 237-238, p. 5-14.
- Ebondo Wa Mandzila .E (2006) « Gouvernance de l’entreprise et cadre légal de l’audit dans la zone euro-méditerranéenne : une comparaison entre la France et les pays de la méditerranée arabe », *Comptabilité, Contrôle, Audit Et Institution(S)*, Tunisie.
- Ebondo Wa Mandzila. E (2006), *La gouvernance d'entreprise: Une approche par l'audit et le contrôle interne*, Editions L'Harmattan, paris.

- Ebondo Wa Mandzila. E (2006), Organisation et méthodologie de l'audit interne, Édition Groupe Eyrolles, Marseille
- Ebondo. E, Pigé. B (2001), « L'arbitrage entreprise / marche : le rôle du contrôle interne », 22ème congrès de l'AFC, France, pp : 1-16, page2
- Ebondo. Wa Mandzila. E, Pigé. B (2001), « L'arbitrage entreprise / marche : le rôle du contrôle interne », 22ème congrès de l'AFC, France, pp : 1-16.
- Ebrat M, Reza G (2011), “Risk assessment of construction projects using network based adaptive fuzzy systems”, International journal of academic research Vol. 3. No. 1. January, Part II.
- Eilifsen. A, KnecheL. W. R and Waliage. P (2001), “Application of the Business Risk Audit Model: A Field Study “American Accounting Association Accounting Horizons Vol. 15 No. 3 September, pp. 193-207.
- Eldon Y LI (1994), “Artificial Neural Networks and Their Business Applications”, Information & Management 27(5), 303-313.
- ÉLIE. F (1997), « Conception et réalisation d'un système des réseaux de neurones pour l'identification et la caractérisation-abord de satellite signaux transitoire de type sifflement », Thèse de doctorat en électronique
- Elliott C. A. Brumfield. R. K. and Jacobson. P. D (1983), “Should the risk of litigation, sanctions or an impaired reputation affect the conduct of an audit?” Journal of Accountancy, April, pp 60-61.
- Elliott. D, Letza. S, McGuinness. M, Smallman. C (2000), “Governance, Control and Operational Risk: The Turnbull Effect”, Risk Management, Vol. 2, No. 3 pp. 47-59.
- El-Moukammal. H (2009), “Auditors’ Code of Ethics”, The Certified Accountant 3rd Quarter Issus 39, pp.102-105.
- Emmanuel. D (2011), Gérer le risque pénal en entreprise, Wolters Kluwer, France.
- Etienne Barbier (1999), Mieux piloté l'audit- l'apport de l'audit aux entreprises et aux organisation-, institut d'audit interne, Edition Maxima, paris.
- Ettaouil. M, Ghanou. Y, K. El Moutaouakil and M. Lazaar (2011), “Image Medical Compression by A new Architecture Optimization Model for the Kohonen Networks”, International Journal of Computer Theory and Engineering Vol. 3, No. 2, April.
- Faraway. J & Chatfield. C (1998). “Time series forecasting with neural networks: a comparative study using the airline data”. Applied Statistics, 47, 2, 231-250.
- Fekih. N (2012), « Le risque au centre de la mission d'audit social », 14ème Université de Printemps IAS Oran, p.p.255-264.
- Feujo. I (2004), guide des audits –quelle synergies gagnantes pour l'entreprise ?; édition AFNOR, Paris .

- Finet. A (2005), Gouvernement d'entreprise. Aspects managériaux, comptables et financiers, De Boeck Supérieur « Management », Bruxelles.
- Flint. C, Fraser.I. A.M, Hatherly. D. J. (2008), « Business risk auditing: A regressive evolution?-A research note », Accounting Forum 32 pp.143–147
- Fraser. I, Pong. C (2007) "Special issue on The future of the external audit function", Managerial Auditing Journal, Vol. 22 Iss: 6.
- Fraser. I, William. H, (2007),"Embedding risk management: structures and approaches", Managerial Auditing Journal, Vol. 22 Iss: 4 pp. 392 – 409.
- Fraser. J, Simkins. B (2009), Enterprise Risk Management: Today's Leading Research and Best Practices for Tomorrow's Executives, Edition John Wiley & Sons Inc.
- Friedlob. G. T, Schleifer. L.L.F (1999), "Fuzzy logic: application for audit risk and uncertainty", Managerial Auditing Journal, Vol. 14 Iss: 3 pp. 127 – 137.
- Gao S, Zhang J. (2001), «A comparative study of stakeholder engagement approaches in social auditing», in Andriof, J. and McIntosh M. (Eds), Perspectives on Corporate Citizenship, Greenleaf Publishing, Sheffield.
- Garetti M, Taisch. M (1999), “Neural networks in production planning and control”. Production Planning and Control 10(4):324}39
- George. S, Swales. J. R. and Young. Y (1992), “Applying Artificial Neural Networks to Investment Analysis” Financial Analysts Journal Vol. 48, No. 5 Sep. - Oct., pp. 78-80.
- Gerrit Sarens, Ignace De Beelde, (2006), "Internal auditors' perception about their role in risk management: A comparison between US and Belgian companies", Managerial Auditing Journal, Vol. 21 Iss: 1 pp. 63 – 80.
- Glower. S.M, Ramney .M.B (1998), “ The next generation , internal audit”, 55(5): 47-55
- Gonthier- Bescacier. M (2006), « Le rapport d'opinion des auditeurs : une revue de littérature », La Revue du Financier, n° 162, novembre-décembre, pp 6-23.
- Gray C, Larson E.W (2007), Management de projet, DUNOD. pay
- Gray. I, Manson. S (2007), Audit Process: Principles Practice and Cases, 4<sup>th</sup> edition, Isa Edition, Singapore.
- Griffiths. P (2005), risk base auditing, TJ International Ltd, Great Britain,
- Guenin. H (10 Septembre 2008), « Le travail réel des auditeurs légaux », Thèse Doctorat En Sciences De Gestion, Ecole Des Hautes Etudes Commerciales De Paris
- Gupta. K (2004), Contemporary Auditing, 6<sup>th</sup> edition, Tata McGraw Hill Education, New Delhi.
- Hakimpoor. H, Bin Arshad K. A , Hon Tat. H, Khani. N, Rahmandoust M (2011), « Artificial Neural Networks' Applications in Management », World Applied Sciences Journal 14 (7): 1008-1019.

- Hamizaoui. M (2005), audit - gestion des risques d'entreprise et contrôle interne, Edition la source d'OR, France.
- Hampton. J. J (2009), Fundamentals of enterprise risk management: how top companies assess risk, manage exposures, and seize opportunities, American Management Association, New York.
- Hansen JV, Messier Jr W. F(1987), « Expert systems in auditing: the state of the art”. Auditing: A Journal of Practice and Theory 7(1): 94–105.
- Hansson. S. O (2005), Decision Theory A Brief Introduction Department of Philosophy and the History of Technology, Royal Institute of Technology (KTH) Stockholm.
- Hassibi. B, Stork. D. G., & Wolff, G. J. (1993). “Optimal brain surgeon and general network pruning”. Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks (Volume 1, pp. 293-299).
- Hassoun. M. H (1995), Artificial Neural Networks, MIT Press, Cambridge, Mass
- Hastie. T J, Tibshirani. R J, Friedman. J H. (2001), The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, New York : Springer.
- Hay, David and Davis, David (2000). Voluntary Audits: An Empirical Study, The Open Polytechnic of New Zealand, Working Paper, October
- Hayes R. S, Schilder .A, Dassen. R, Wallage. P (1998), “Principles of Auditing, an international perspective”, page4, <http://pentagan.nl/downloads/hayes.pdf>
- Hayes. R, Dassen. R, Schilder. A and Wallage, P (2005), Principles of Auditing: An Introduction to International Standards on Auditing, Prentice-Hall, Harlow.
- Heaton. J (2008), Introduction to neural networks with Java, 2<sup>nd</sup> edition, Heaton Research, USA.
- Hervet. É (2009), « Réseaux de neurones », INFO6517, Canada, Automne
- Holton. G (2003), Value-at-risk: Theory and Practice, Academic Press – Elsevier.
- Huang G.B (2003), “Learning Capability and Storage Capacity of Two-Hidden-Layer Feed forward Networks”, IEEE Transactions On Neural Networks, Vol. 14, No. 2, March.
- Humphrey. C, Jones. J, Khalifa. R, Robson. K (2004) “Business Risk Auditing and the Auditing Profession: Status, Identity and Fragmentation”, Stream 7: Critical Accounting.
- Humphrey. C, Moizer. P (1990). From techniques to ideologies: an alternative perspective on the audit function. Critical Perspectives in Accounting, 1, 217–238.
- Hussein Taha R. O (2012), “The Possibility of using Artificial Neural Networks in Auditing - Theoretical Analytical Paper”, European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences - Issue 47pp.43-56.
- Inga-Britt. A (2011), “Code Of Ethics And Auditing Standards INTOSAF”, Swedish National Audit Office.

- Innes. J, Lyon. R A., (1994),"A Simulated Lending Decision with External Management Audit Reports", *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 7 Iss: 4 pp. 73 – 93.
- Ioan .I, Corina. R, Arpad. I (2004), “Robot 2-D motion planning using Delaunay triangulation”, *Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics - ICTAMI*, Thessaloniki, Greece.
- Ittonen. K (2009), *Audit reports and stock markets*, Vaasan yliopisto.
- Ittonen. K (2010), *A Theoretical Examination of the Role of Auditing and the*
- J.f. Casta, A. Mikol (1999), “ Vingt ans d’audit: de la révision des comptes aux activités multiservices », *comptabilité – contrôle- audit*, mai pp(107-121).
- Jacques Renard (2002), *Audit interne: ce qui fait débat*, Paris : Maxima, page 168
- Jantzen. J (1998), “Introduction to perceptron Networks “, report no 98-H 873 (net), 25 Oct, Denmark.
- Jerbi. Y (2006), « Évaluation des options et gestion des risques financières par les réseaux de neurones et par les modèles à volatilité stochastique », thèse de doctorat faculté des sciences économique et de gestion, université de Sfax avec université Sorbonne.
- Jimenez C, Merlier. P, Chelly. D (2008), « Risques opérationnels de la mise en place du dispositif à son audit », *Revue banque*.
- Jokung-Nguéna. O (2008), *Management des risques* Edition Ellipses, Paris.
- Jokung-Nguéna. O (2008), *Management des risques*, Edition Ellipses, Paris.
- Jones. S, Ross. S and Ruualep. R (2009), “Data Audit Framework Methodology”, draft for discussion, version 1.8, Glasgow, HATII, May.
- Jonquière. M (2006), *Manuel de l’audit des systèmes de management- à l’usage des auditeurs et des audités*, Edition AFNOR.
- Joras M (1996), *Les fondamentaux de l’audit*. 2<sup>ème</sup> édition, Editions Préventique.
- Kamruzzaman, Begg, R. K, Sarker, R. A. (2006), *Artificial Neural Networks in Finance and Manufacturing*, Idea Group Publishing.
- Karagiorgos T, Drogalas. G, Eleftheriadis. I, Christodoulou. P (2009), “Efficient risk management and internal audit”, *International Journal of Management Research and Technology*, 3(2), Serials Publications, pp.429-436.
- Katrien. A, Emiliano. A. V, K.U. Leuven (2011), “Statistical concepts of a priori and a posteriori risk classification in insurance », 5th Brazilian Conference on Statistical Modeling in Insurance and Finance (SMIF) Maresias, Sao Paulo 10-15 April.
- Keynes. J. M (31may2010), *A treatise on probability*, May 31 Project Gutenberg eBook.
- Khalid A. A, Shafer Al-Araj. R (2011) « Traditional Audit versus Business Risk Audit: A Comparative Study - Case of Jordan », *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences* Issue 40, pp74-91.
- Khlassi. R(2005), *audit interne –audit opérationnel*, Edition HOUMA. Alger.

- Kieffroy. F. S, Paredes. A. (2010), Perspectives on corporate governance, Cambridge University Press, New York.
- Kloman, F. A (2002), short history of risk management: 1900-2002. Risk Management Reports,
- Kloman.  
[Fhttp://www.google.dz/search?hl=fr&tbo=p&tbm=bks&q=inauthor:%22Felix+Kloman%22](http://www.google.dz/search?hl=fr&tbo=p&tbm=bks&q=inauthor:%22Felix+Kloman%22),  
 Kloman. F. H (2005), Mumpsimus Revisited: Essays on Risk Management, Xlibris Corporation, USA.
- Kloman. H. F (1992) “Rethinking Risk Management”, The Geneva papers on risk and insurance, Vol. 17. 64, p. 299-313.
- Kontio. J, Englund. H, and Basili. V. R. (1996), “Experiences from an Exploratory Case Study with a Software Risk Management Method”, UMIACS-TR-96-75, CS-TR-3705 August.
- Koskivaara. E (2000), “Artificial neural network models for predicting patterns in auditing monthly balances”, Journal of The Operational Research Society, vol. 51, no. 9, pp. 1060-1069
- Krishna. M. M, Seetharaman A. Z. M, Meyyappan. G and Lee. H. S (2011), “The impact of information technology on internal auditing”, African Journal of Business Management, Vol. 5(9), 4 May, pp. 3523-3539,.
- Kytte B, Gerard J. (2005), « corporate social responsibility as risk management – a model for multinationals», paper working n°10, Harvard University
- Lam. J (2003), “Ten Predictions for Risk Management”, The RMA Journal May, pp.84-87.
- Laura de Zwaan, Stewart. J, Subramaniam. N, (2011), "Internal audit involvement in enterprise risk management", Managerial Auditing Journal, Vol. 26 Iss: 7 pp. 586 – 604,
- LaValle. S, Lesser. E, Shockley. R, Hopkins. M. S and Kruschwitz. N (2011), “Big Data, Analytics and the Path From Insights to Value, MIT”, Sloan Management Review , Vol.52 No.2, pp21-31.
- Le Daff. R (1999), Encyclopédie de gestion et de management, Edition DALLOZ, Paris. .
- Lelogeais. L (2004), “ Le rôle des variables qualitatives dans La détection précoce du risque de défaillance, 13eme conférence de l’AIMS (association internationale de management stratégique). Normandie. Vallée de Seine 2, 3 et 4 juin 2004, p.p. 1-26.
- Letza. D. E. Steve, McGuinness. M, Smallman. C (2000), “Governance, Control and Operational Risk: The Turnbull Effect”, Risk Management, Vol.2, No. 3 pp. 47-59.
- Li Dang (2004), Assessing Actual Audit Quality, A Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, Drexel University May.
- Li X, Wu. Z (2009), "Corporate risk management and investment decisions", The Journal of Risk Finance, Vol. 10 Iss: 2 pp. 155 – 168.
- Libby. R. Artman. J T and. Willingha J. J (1985),, « Process Susceptibility, Control Risk, and Audit Planning », The Accounting Review, Vol. 60, No. 2 (Apr., pp. 212-230.



- Lin Zhao (2009), “Neural Networks In Business Time Series Forecasting: Benefits And Problems”, Review of Business Information Systems – Third Quarter Volume 13, Number 3.
- Lin. C.W, Wang. C.H (2011), "A selection model for auditing software", Industrial Management & Data Systems, Vol. 111 Iss: 5 pp. 776 – 790.
- Littleton. A. C (1953), Structure of accounting theory. American Accounting Association, Chicago.
- Macguire. T (1997), “Neural Networks and the Auditor ”, Computer Audit October, pp 20-24.
- MacKay. D (2003), Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge
- Madrs. H. P, Masselin. J. L (2004), contrôle interne des risques- Edition d’organisation, Paris.
- Maia.T.T, Braga. A. B (2010), “Introduction into computational intelligence business applications”, European symposium on artificial neural networks - Computational Intelligence and Machine Learning. Bruges (Belgium), 28-30 April, ISBN 2-930307-10-2, p.p 31-39
- Maletta. M. J and Kid. T (1993), « The Effect of Risk Factors on Auditors' Configural Information Processing », The Accounting Review, Vol. 68, No. 3, Jul pp. 681-69.
- Manita. R (2008), « La qualité de l'audit externe : proposition d'une grille d'évaluation axée sur le processus d'audit », *M@n@gement*, /2 Vol. 11, p. 191-210.
- Manita. R (2009), « La qualité du processus d’audit : une étude empirique sur le marché financier tunisien », La place de la dimension européenne dans la Comptabilité Contrôle Audit, France.
- Mark E. Peecher, Schwartz. R, Solomon. I (2007), “It’s all about audit quality: Perspectives on strategic-systems auditing” Accounting, Organizations and Society 32 463–485.
- Mbuya. J. C (2009), Risk Management Fundamentals, MP Publisher, South Africa
- Mills. D (1993) , Auditing, Edition Chapman et hall, Great Britain
- Mitonneau. H(2007), Réussir l’audit des processus- un nouveau référentiel pour une nouvelle vision de l’audit, 2ème édition, Edition Afnor, France.
- Modar .A, Husam A. A (2010), “Putting Audit Approaches in Context: The Case of Business Risk Audits in Jordan», 14: 1–24.
- Molenaar. K, Anderson S, Schexnayder. C (2010), Guidebook on Risk Analysis Tools and Management Practices to Control Transportation Project Costs, National Cooperative highway research program, Report 658, Washington.
- Moody. J (1994), “Prediction Risk and Architecture Selection for Neural Networks », From Statistics to Neural Networks: Theory and Pattern Recognition Applications, NATO ASI Series F, Springer-Verlag, Volume: 136, pp147- 165.
- Morgan. N. A, Clark. B H, Gooner. R (2002), “Marketing productivity, marketing audits, and systems for marketing performance assessment Integrating multiple perspectives”, Journal of Business Research 55 363–375.

- Mouglin. Y (2008), Les nouvelles pratiques de l'audit management QSEDD, Edition AFNOR, Paris.
- Nazzal. J. M, El-Emary. I. M, Najim. S. A (2008), "Multilayer Perceptron Neural Network (MLPs) For Analyzing the Properties of Jordan Oil Shale", World Applied Sciences Journal 5 (5): 546-552.
- Noiro. P et Walter. J (2010), Le contrôle interne : Des chiffres porteurs de sens !, Édition AFNOR.
- Ojo, Marianne (2006), "Eliminating the Audit Expectations Gap Myth or Reality?," February, MPRA Paper No. 232, posted 07, page2 [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/232/1/MPRA\\_paper\\_232.pdf](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/232/1/MPRA_paper_232.pdf)
- Oludel. A, Olawale. J (2009), "Neural networks and its application in engineering", 2<sup>nd</sup> proceedings of informing science and education conference INSITE, Babcock university Babcock, Nigeria.
- Omotoso. K (2012), "The application of artificial intelligence in auditing: Looking back to the future", Expert Systems with Applications 39 8490–8495.
- O'Regan. D (2003), International Auditing: Practical Resource Guide [Hardcover], Wiley; 1 edition, New Jersey.
- Ourdighi. A, Benyettou. A (2007), « L'Intégration des Algorithmes Génétiques dans l'Apprentissage des Réseaux de Neurones à Délais Temporels Adaptatifs », 4th International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Télécommunications, March 25-29, Tunisia.
- Oxibar. B (2007), "Corporate social disclosure and legitimation strategy : a longitudinal study of Pechiney", 30<sup>ème</sup> congrès de l'EAA, page1
- Paquet P (1997), « L'utilisation des réseaux de neurones artificiels en finance, laboratoire orléanais de gestion », document de recherche n°1.
- Park S .W, Hwang Y. G, Kang B .C, Yeo S. W , (2001), "Total handle evaluation from selected mechanical properties of knitted fabrics using neural network", International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 13 Iss: 2, pp.106 – 114
- Philippe. P (1997), « L'utilisation des réseaux de neurones artificiels en finance, laboratoire orléanais de gestion », document de recherche n°1,
- Pigé B. (2003), "Les enjeux du marché de l'audit", Revue Française de Gestion, vol. 29, n° 147, pp. 87-103.
- Poisson. M (1989), « L'audit: Un outil de progrès au service du secteur public» La Revue administrative, 42e Année, No. 250 JUILLET AOUT pp. 370-377.
- Power. M (2005), The Audit Society: Rituals of Verification, Oxford University press, London.
- Puttick. G, S. v Esch, S. D. Van Esch, S. P. Kana (2007), The Principles and Practice of Auditing, ninth edition, Cape Town.

- Radulescu a V, Cetina I (2012), “Customer analysis, defining component of marketing audit”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 62 308 – 312.
- Ramamoorti S, Andrew D. Bailey, Jr and. Traver. R. O (1999), “Risk Assessment in Internal Auditing: A Neural Network Approach », *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management Int. J. Intell. Sys. Acc. Fin. Mgmt.* **8**, 159–180
- Ramamoorti. S (2003), *Research Opportunities in Internal Auditing*, The Institute of Internal Auditors, Florida
- Ramirez. C(2003), « Du commissariat aux comptes à l'audit » *Les BIG 4 et la profession comptable depuis 1970, Actes de la recherche en sciences sociales, /1 n° 146-147*, p. 62-79.
- Randall. S. S, Ram. S. S, Harlan E (2003), “Improving decision effectiveness of artificial neural network- modify algorithm genetic approach”, *Decision Sciences Volume 34, Number 3, U.S.A.*,
- *Re Kingston Cotton Mill Co (No 2)*, [1896] 2 Ch 279 at 288, CA.
- Renard. J (2009), *Théorie et pratique de l’audit interne*, novembre, Edition d’organisation, Paris.
- Renard. J(2004), *Théorie et pratique de l’audit interne*, Sixième édition, Edition d’organisation
- Rioux. M (2003), « À la rescousse du capitalisme américain : la loi Sarbanes-Oxley », Université du Québec à Montréal.
- Robson. W. K, Humphrey. C, Khalifa. R, Jones. J (2007), « Transforming audit technologies: Business risk audit methodologies and the audit », *Accounting, Organizations and Society* 32 409–438.
- Roger K. Doost, (1999), "Computers and accounting: where do we go from here?", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 14 Iss: 9 pp. 487- 488.
- Rosenblat. F (1962), *Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms*, Spartan Books, Washington.
- Rousseau. C (2001), « Intérêts et limites de l’audit de sécurité », *Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N°184*, 3e trimestre
- Roussey. R S. (1996), “New Focus for the International Standards on Auditing”, *Journal of International Accounting & Taxation*, 5( 1): 133- 146
- Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., and the PDP research group(1986). *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition. Volume I*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Russell. J. P (2003), *The Process Auditing Techniques Guide*, Milwaukee: ASQ Quality Press, USA.
- Salehi. M (2011), « Audit expectation gap: Concept, nature and trace », *African Journal of Business Management* Vol. 5(21), 23 September, pp. 8376-8392,

- Samsul I , Lin Z , Fei L (2009), “Application of Artificial Intelligence (Artificial Neural Network) to Assess Credit Risk: A Predictive Model For Credit Card Scoring », School of Management Blekinge Institute of Technology
- Sarcia S. A, Cantone. G, Basili. V.R (2007), “A Statistical Neural Network Framework for Risk Management Process- From the Proposal to Its Preliminary Validation for Efficiency”, International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT), Barcelona, Spain,
- Sarens. G, De Beelde. I (2006), "Internal auditors' perception about their role in risk management: A comparison between US and Belgian companies", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 21 Iss: 1 pp. 63 – 80.
- Schick. P, Evraert. S, Vera. J (2007), *Mémento d'audit interne*, Edition DUNOD, Paris
- Schick. P, Vera. J, Bourrouilh-Parege. O (2010), *Audit interne et référentiel de risques - Gouvernance- Management des risques - Contrôle interne*, Edition Dunod, France.
- Schmitt. A, Le Blanc B, Corsini M.M., Lafond. C et Bruzek. J (2001) « Les réseaux de neurones artificiels-Un outil de traitement de données prometteur pour l’anthropologie », *Bulletins et mémoires de la Société d’Anthropologie de Paris* tome. 13, 1-2, p. 143 - 150.
- Schultz J.J. Jr. et al. / *Accounting, Organizations and Society* 35 (2010) 238–251
- Segal. S (2011), *Corporate value of enterprise risk management: the next step in business management*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Sexton. R.S., Dorseyr. R.E, (2000), “Reliable classification using neural networks: a genetic algorithm and backpropagation comparison”, *Decision Support Systems* 30, pp11–22.
- Simon. Y. P. Joffre– *encyclopédie de gestion – TOME3*
- Sivanandam. S. N, Deepa. S. N (2006), *Introduction to Neural Net with Matlab 6.0*, New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Smith. K.A, J.N.D (2000), “Neural networks in business: techniques and applications for the operations researcher”, *Gupta / Computers & Operations Research* 27 1023-1044.
- Smith. K. A, Gupta. J. N. D (2002), *Neural Networks in Business: Techniques and Applications*, PA: Idea Group Inc, Harrisburg.
- Sohrab (1996), *quality audit: Allied*, New Delhi.
- Stephen P. D'Arcy (2001), “Enterprise Risk Management”, *Journal of Risk Management of Korea* Volume 12, Number 1 May 30.
- Sweeting. P (2011), *Financial enterprise risk management*, New York: Cambridge University Press.
- Taha M. S. Elhag' Wang. Y-M (2007) ‘Risk Assessment for Bridge Maintenance Projects: Neural Networks versus Regression Techniques’, November/December, Issue 6, pp. 383-479

- Tarantino A. (2008), *Governance, risk, and Compliance handbook -Technology, finance, environmental, and International guidance and best practices*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- Thuillier. D (1997), « Principe et applications des réseaux de neurones—deux illustration sur l’habitat au Maroc »; revue région et développement n°=5.
- Tian. X (17, May 2012), « Apprentissage et Noyau pour les Interfaces Cerveau-machine », Thèse de doctorat en Sciences Mention Informatique l’Institut National des Sciences Appliquées de Rouen.
- Touzet. C (1992), « Les réseaux de neurones-Artificiels Introduction au Connexionnisme - Cours, exercices et travaux pratiques », Juillet.
- Trenerry. A (1999), *Principles of Internal Control*, UNSW Press, Australia.
- Ung S.T, Williams. V, S. Bonsall, Wang. J (2006) “Test case based risk predictions using artificial neural network”, *Journal of Safety Research* 37 245–260.
- Vaisla. K. S, Bhatt. A. K,( 2010), “An Analysis of the Performance of Artificial Neural Network Technique for Stock Market Forecasting “, (IJCSE) *International Journal on Computer Science and Engineering*
- Valin. G, J.F.Gavanou, C. Guttmane, J.Le Vourc’h ; *Auditor et controlor* ; Edition DUNOD, Paris, 2006.
- Victorri. Be (2006), « Le connexionnisme », Halshs-00009907, version 1 - 2 Apr, p.p 1-9.
- Vol. 02, No. 06,pp. 2104-2109 page 2104 à revoir
- Volosin. E (2008) “The theories of audit expectations and the expectations gap”, GRIN Verlag, 20oct.13.
- Wallace. W. A. (2004), “The economic role of the audit in free and regulated markets: a look back and a look forward”, *Research in Accounting Regulation*, Volume 17, 267–298.
- Wang. D (2001), “Unsupervised Learning- Foundations of Neural Computation”, *AI Magazine*, vol. 22, pp. 101-102, September.
- Ward. S (2003), « Approaches to Integrated Risk Management: A Multi-Dimensional Framework, *Risk Management* », Vol. 5, No. 4, pp. 7-23.
- Weigend, A. S., Rumelhart, D. E., & Huberman, B. A. (1991). “Generalization by weight-elimination applied to currency exchange rate prediction”. *Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks* (Vol. 3, pp. 2374 –2379)
- Weill. M (2007), *l’audit stratégique - qualité et efficacité des organisations*, Edition AFNOR, Paris.
- Wenxi .Z (2007); “Wireless, Communications,Networking and Mobile Computing, 2007. *WiCom 2007*”. *International Conference on* 21-25 Sept., Shanghai, pp 4618 - 4621

- Wenxi. Z, yang C. D (2009), “Expressway Management Risk Evaluation Based on Fuzzy Neural Networks”, Intelligent Computation Technology and Automation, ICICTA '09. Second International Conference, Changsha, Hunan 700 - 703
- Wickboldt J. A, Bianchin.L. A, Lunardi .R. C, Granville.L. Z, Gaspary.L. P, Bartolini. C(2011), “A framework for risk assessment based on analysis of historical information of workflow execution in IT systems”, Computer Networks 55,p.p 2954–2975.
- Wilson. B (1990), “Artificial neural networks », Electronics & Communication Engineering Journal, December, pp 248-250.
- Yegnanarayana. B (2004), Artificial Neural Networks, New Delhi: Prentice-Hall of India.
- Yves Simon Patrick Joffre– encyclopédie de gestion –. TOME3
- Zacchea. N. M (1995), "The use of computer modeling and simulation in the audit process", Managerial Auditing Journal, Vol. 10 Iss: 1 pp. 25 – 30.
- Zeleke. B(2007), « A Study on Effective Implementation of Internal Audit Function to Promote Good Governance in the Public Sector”, Ethiopian Civil Service College Research, Publication &Consultancy Coordination Office April.
- Zhang. G, Patuwo B. E, Hu M .Y(1998), “Forecasting with artificial neural networks: The state of the art “, International Journal of Forecasting , Kent State University, Kent, Ohio , USA , volume 14, issue 1, p.p35-62 ,
- Zhang. G. P (2000), Neural Networks for Classification: A Survey, IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics—Part C: Applications And Reviews, Vol. 30, NO. 4, pp.451-459
- Zuccaro. C (2010), "Classification and prediction in customer scoring", Journal of Modeling in Management, Vol. 5 Iss: 1 pp. 38 – 53.

## **Rapports :**

- Audit interne au niveau local et régional, conseil de l’Europe
- Cadre de référence de la gestion des risques, Federation Of European Risk Management Associations, AIRMIC, ALARM, IRM: 2002
- Internal Auditing (2002) *Distance Learning Module*, Institute of Internal Auditors UK&Ireland
- Les dispositifs de gestion des risques et de contrôle interne, Cadre de référence, l’autorité des marchés financiers, Mis en ligne le 22 juillet 2010, page 6 [http://www.amf-france.org/documents/general/9545\\_1.pdf](http://www.amf-france.org/documents/general/9545_1.pdf)
- Ordre des comptables agréés du québec , « terminologie comptable »Vol. 1, no36 , Publication initiale : Mai 1983, Révision : Février 2012

- Organisation For Economic Co-Operation And Development report,(2004), “Compliance Risk Management: Managing and Improving Tax Compliance”, Centre For Tax Policy And Administration, page11
- The Institute of Internal Auditors (2004); Normes internationales pour la pratique professionnelle de l'audit interne ; Etat Unis
- The Institute of Internal Auditors, “International Standards For The Professional Practice Of Internal Auditing (Standards)”, Issued: October 2008 , Revised: October 2012, pp

### Les sites web:

- 10 reasons of weaknesses of COSO, <http://normanmarks.wordpress.com/2011/02/21/10-reasons-not-to-like-the-coso-erm-framework-%E2%80%93-a-discussion-with-grant-purdy/>
- Bhargava. N, Gupta. M, “Application of artificial neural networks in business applications”, IIT Delhi, page2, <http://www.nikhilbhargava.com/papers/lahore.pdf>
- MME Sourour A Le rôle de l’auditeur interne dans le processus de gouvernance de l’entreprise à travers l’évaluation du contrôle interne [http://cermat.iae.univ-tours.fr/IMG/pdf/Communication\\_S.AMMAR.pdf](http://cermat.iae.univ-tours.fr/IMG/pdf/Communication_S.AMMAR.pdf),
- O’Neill. M (2006), “Neural Network for Recognition of Handwritten Digits”, <http://www.codeproject.com/Articles/16650/Neural-Network-for-Recognition-of-Handwritten-Digi>
- Parizeau M (2004), « Le perceptron multicouche et son algorithme de rétro propagation des erreurs », Département de génie électrique et de génie informatique, Université’ Laval ,10 septembre <http://wcours.gel.ulaval.ca/2009/a/GIF4101/default/8fichiers/retroperceptron.pdf>
- Weets. V. (1999), “Who will be the new auditor?”, Universiteit Gent , Belgium , page4, [http://www.feb.ugent.be/nl/Ondz/wp/Papers/wp\\_99\\_77.pdf](http://www.feb.ugent.be/nl/Ondz/wp/Papers/wp_99_77.pdf)
- Why the COSO Frameworks Need Improvement <http://www.irmi.com/expert/articles/2005/leitch04.aspx>
- <http://Alp.Developpez.Com/Tutoriels/Intelligence-Artificielle/Reseaux-De-Neurones/>
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fat\\_Four#Les\\_Big\\_4\\_de\\_nos\\_jours:\\_classement](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fat_Four#Les_Big_4_de_nos_jours:_classement)
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau\\_de\\_neurones\\_artificiels](http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_neurones_artificiels)
- [http://www.accaglobal.com/content/dam/acca/global/pdf/sa\\_nov09\\_jones.pdf](http://www.accaglobal.com/content/dam/acca/global/pdf/sa_nov09_jones.pdf) , Student accountant 11/2009
- <http://www.eciia.eu/>, consulté le 25/12/2012
- <http://www.grappa.univ-lille3.fr/polys/apprentissage/sortie005.html>.

- <http://www.ifac.org/auditing-assurance/about-iaasb>, consulté le 24/12/2012
- <http://www.ifaci.com/ifaci/un-reseau-international/introduction-90.html> , consulté le 25/12/2012
- [http://www.pwc.ch/user\\_content/editor/files/publ\\_ass/pwc\\_sci\\_pleine\\_mutation\\_06\\_f.pdf](http://www.pwc.ch/user_content/editor/files/publ_ass/pwc_sci_pleine_mutation_06_f.pdf)
- [http://www.ufai.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=14&Itemid=60](http://www.ufai.org/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=60)
- [https://form.pwc.fr/dev/formulaire\\_pwc\\_publication/formulaire\\_pwc\\_publication\\_1.0.0/index.php?tmplvarid=57&id=4275](https://form.pwc.fr/dev/formulaire_pwc_publication/formulaire_pwc_publication_1.0.0/index.php?tmplvarid=57&id=4275)
- <https://wcd.coe.int/com.instranet.InstraServlet?command=com.instranet.CmdBlobGet&InstranetImage=1160512&SecMode=1&DocId=1338374&Usage=2>
- <https://www.ifac.org/sites/default/files/uploads/HR/HR-Job-Description-Deputy-Director-IAASB.pdf> , consulté le 24/12/2012
- [Les Sciences cognitives en Bretagne](#) , [Histoire des réseaux de neurones](#) (1994)  
<http://www.espace-sciences.org/archives/science/16475.html> <http://www.espace-sciences.org/archives/science/16475.html>
- [www.webdav-noauth.unit-c.fr](http://www.webdav-noauth.unit-c.fr)



## Liste des abréviations

AAA : American Accounting Association

AG : Algorithme Génétique

AICPA : American Institute of Certified Public Accountants

AICPA : American Institute of Certified Public Accountants

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets et Criticité

AMF: Autorité des marchés financiers

ARM : Audit risk model

ART : Théorie de la Résonance Adaptative

CA: Comité d'audit

CA: Conseil d'administration

CAC: Commissaire aux comptes

CEIAI-ECIIA : Confédération Européenne Des Instituts D'audit Interne

COSO: Committee of Sponsoring Organizations

ERM : Enterprise risk management

EURL: Entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée

FRC : Financial Reporting Council

H3C : Haut Conseil du Commissariat aux comptes.

HAZOP : HAZard and Operability studies

IA : L'Intelligence Artificiel

IAASB : International Auditing and Assurance Standards Board

IAPC: The International Auditing Practices Committee  
IFAC: International Federation of Accountants  
IFACI: Institut Français des Auditeurs et Contrôleurs Internes IIA : Institute of Internal Auditors  
IIA: The Institute of Internal Auditors  
ISA: International Standards on Auditing  
ISO: International Organization for Standardization  
LSF : Loi de Sécurité Financière MBI: Management Business Institute  
NRE : Nouvelles Régulations Economiques  
OEC: Ordre des Experts-Comptables  
ORSE: Observatoire de la Responsabilité Sociétale des Entreprises  
PCA: Président de conseil d'administration  
PCAOB: Creation du Public Company Accounting Oversight Board  
PMC : Perceptron Multicouche  
PwC: PricewaterhouseCoopers  
RA : Risque d'audit  
RC : Recouvrement des créances RSE: responsabilité sociétale des entreprises  
RC : Risque de contrôle  
RD : Risque de détection  
RI : Risque inhérent  
RNA : Réseau de Neurones Artificiels  
SARL : Société à responsabilité limitée  
SAS : Statement on *Auditing* Standards  
SCI : Système du contrôle interne  
SEC: Securities and Exchange Commission  
SGP : Société de gestion des participations  
SI : Système d'information  
SOX : Sarbanes-Oxley  
SPA: Société par action  
UFAI : Union Francophone de l'Audit Interne

## Liste des tableaux

Tableau 1 : L'évolution de l'audit.....	10
Tableau 2 : Les différences entre audit interne et audit financier et comptable légal.....	30
Tableau 3 : Les niveaux de l'audit dans les organisations .....	34
Tableau 4 : L'historique des “big” cabinets internationaux d'audit.....	55
Tableau 5 : Description des risques.....	76
Tableau 6 : Résultat de l'étude de Griffiths. P .....	98
Tableau 7 : Quelques modèles de connexions .....	114
Tableau 8: Exemples des softwares (logiciels) utilisés dans les grands cabinets d'audit internationaux.....	148
Tableau 9: Les études de Coakly sur l'application des RNA dans le contrôle des comptes	154
Tableau 10: Des études réalisées sur l'opinion de l'auditeur en matière de la continuité d'exploitation et la prévision de la défaillance.....	156
Tableau 11: Les variables des études antérieures.....	164
Tableau 12: présentation des indicateurs d'analyse .....	177
Tableau 13: La base de données.....	181
Tableau 14: Récapitulatif du traitement de données .....	192
Tableau 15: Les paramètres du réseau de neurones artificiels propre à notre étude .....	195
Tableau 16: récapitulatif des modèles .....	197
Tableau 17: La classification des données .....	199

## Liste des figures

Figure 1 : Le nouveau parcours de l'audit .....	18
Figure 2 : L'objectif de l'audit .....	22
Figure 3 : Les activités de l'audit interne .....	25
Figure 4 : Les trois types d'audit et leurs objectifs .....	31
Figure 5 : L'audit stratégique .....	33
Figure 6 : Les instituts d'audit interne dans le monde .....	45
Figure 7 : La qualité de l'audit : concept et application.....	53
Figure 8 : Les catégories des risques.....	66
Figure 9 : Le processus de management des risques selon ISO 31000 :2009.....	70
Figure 10 : Diagramme probabilité- gravité.....	72
Figure 11 : Classification des risques selon la criticité .....	73
Figure 12 : Le traitement des risques .....	75
Figure 13 : L'évolution de la méthodologie d'audit .....	81
Figure 14 : Les critères d'un système de contrôle interne.....	86
Figure 15 : La relation entre le management des risques et le contrôle interne avec les objectifs de l'entreprise .....	91
Figure 16 : Les points de convergence entre l'audit interne et l'audit externe .....	94
Figure 17 : L'audit et le management des risques.....	96

Figure 18 : Classement de zones des risques selon l'enquête de <i>pricewaterhouse coopers</i> (2012) .....	100
Figure 19 : Les recommandations de l'enquête de <i>pricewaterhouse coopers</i> .....	101
Figure 20 : Résultats de l'étude de Segal .....	103
Figure 21 : Les réseaux Hopfield .....	116
Figure 22 : La carte d'auto-organisation ou de Kohonen.....	117
Figure 23 : Perceptron multicouches.....	118
Figure 24 : La modélisation matricielle d'un RNA.....	120
Figure 25: La fonction de transfère (d'activation) d'un réseau.....	122
Figure 26 : Graphe de la fonction de Heaviside.....	122
Figure 27 : La généralisation d'un modèle.....	125
Figure 28 : l'erreur d'un PMC se calcule dans le sens inverse de sa propagation.....	129
Figure 29: La mission d'audit par le management des risques à l'aide des RNA.....	159
Figure 30: Evaluation du risque lié au contrôle interne .....	163
Figure 31: Le plan de l'étude .....	186
Figure 32: Le réseau de neurone artificiel propre à notre étude.....	194
Figure 33: La courbe de ROC .....	198

## Liste des images

Image 1: Le codage des données.....	187
Image 2: L'introduction des données .....	189
Image 3: L'identification des variables .....	190
Image 4: Sélection des sous échantillons .....	191
Image 5: Le choix de l'architecture.....	193
Image 6: L'obtention des résultats .....	196



## Table des matières

<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 01: L'audit, pratique et perspectives.....</b>	<b>7</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>7</b>
<b>Section01 : Origine et conception théorique d'audit.....</b>	<b>8</b>
1. Origine et conception théorique d'audit .....	8
1.1. Origine et évolution de l'audit .....	8
1.2. Le cadre théorique de la profession d'audit .....	11
1.2.1. La théorie de policier (Policeman theory) .....	12
1.2.2. La théorie des coûts de transaction (The theory of transaction costs).....	12
1.2.3. La théorie de l'agence (Agency theory) .....	12
1.2.4. La théorie de signalisation (Signaling theory).....	13
1.2.5. La théorie de la crédibilité du prêt (Lending credibility theory) .....	13
1.2.6. La théorie de la confiance inspirée (Theory of inspired confidence) .....	14
1.2.7. La théorie de modérateur de revendication (Moderator of claimants theory)14	
1.2.8. La théorie de l'auxiliaire de justice (quasi judicial theory).....	14
1.2.9. La théorie de la légitimité (Legitimacy theory).....	15
1.2.10. La théorie de l'intendance (Stewardship theory).....	15
1.2.11. La théorie de contingence (Contingency theory) .....	15
2. Définition, rôle et objectifs de l'audit.....	16
2.1. Définition de l'audit .....	17
2.2. Le rôle de la profession d'audit : .....	20
<b>Section 02: Le positionnement de la profession d'audit .....</b>	<b>23</b>
1. Le positionnement de la profession d'audit suivant le mode d'action .....	23
1.1. L'audit interne (Internal audit).....	24
1.2. L'audit externe (External audit) .....	26
1.2.1. L'audit légal (Statutory audit) .....	27
1.2.2. L'audit contractuel (Contract audit) .....	28
1.3. Les points de convergence et de divergence entre l'audit interne et l'audit externe .....	29
2. Le positionnement de la profession d'audit suivant la nature des objectifs .....	30
2.1. Des audits selon le niveau d'intervention .....	31
2.1.1. Le premier niveau .....	31
2.1.2. Le deuxième niveau.....	32
2.1.3. Le troisième niveau : .....	33



2.2.1. Audit comptable et financier .....	35
2.2.2. Audit opérationnel .....	35
2.2.3. L'audit de la responsabilité sociétale des entreprises .....	36
2.2.4. L'audit des systèmes d'information .....	36
2.2.5. L'audit marketing .....	37
<b>Section 03 : Les normes et les règles structurant l'audit .....</b>	<b>38</b>
1. Les normes de travail d'audit .....	38
1.1. Les règles structurant la profession d'audit.....	39
1.1.1. La loi Sarbanes – Oxley ou (SOX):.....	39
1.1.2. La loi de sécurité financière (LSF) .....	41
1.2. Les normes internationales d'audit .....	43
1.2.1. Les normes internationales de l'audit externe financier et comptable .....	43
1.2.2. l'International Federation of Accountants (IFAC).....	43
1.3. Les normes internationales d'audit interne .....	45
2.1.1. L'IIA L'institut d'Audit Interne ( <i>the Institut of Internal Auditors</i> ) .....	46
2.2.2. Institut Français des Auditeurs et Contrôleurs Internes L'IFACI .....	47
2.2.3. Confédération Européenne des Instituts D'audit Interne ECIIA ( <i>European Confederation of Institutes of Internal Auditing</i> ) .....	47
2.2.4. L'Union Francophone de l'Audit Interne UFAI ( <i>The Francophone Union of Internal Audit</i> ) .....	48
2. La qualité d'audit.....	48
2.1. L'éthique professionnelle impliquée à l'audit ( <i>Code of Ethics</i> ) .....	48
2.1.1. L'intégrité .....	49
2.1.2. L'objectivité et l'indépendance .....	49
b. L'indépendance.....	50
2.1.3. La compétence.....	51
2.1.4. Le secret professionnel ou la confidentialité : .....	51
2.2. La qualité d'audit .....	52
<b>Conclusion.....</b>	<b>57</b>
<b>Chapitre02: L'approche d'audit par le management des risques d'entreprise.....</b>	<b>58</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>58</b>
<b>Section 01 : Le management des risques : historique et processus.....</b>	<b>59</b>
1. Les fondamentaux du management des risques .....	59
1.1. Bref historique : de l'assurance des risques au management des risques .....	59

1. 2. Le risque : la matière première du management des risques.....	62
1.2.1. Les risques financiers .....	64
1.2.2. Les risques stratégiques.....	64
1.2.3. Les risques opérationnels .....	65
1.2.4. Les risques réglementaires.....	66
2. Le processus du management des risques .....	67
2.1. L'établissement du contexte.....	70
2.2. L'évaluation des risques ou l'appréciation des risques .....	70
2.2.1. L'identification des risques .....	71
2.2.2. L'analyse des risques.....	71
2.2.2.2. L'analyse qualitative des risques .....	74
2.3. Le traitement des risques.....	74
2.4. Le suivi et l'amélioration continue.....	77
<b>Section 02: La naissance de la notion de risque dans la profession d'audit .....</b>	<b>78</b>
1. Du risque d'audit à l'audit des risques.....	78
1.1. Le risque de contrôle (Control risk) .....	79
1.2. Le risque de détection (Detection risk) .....	79
1.3. Le risque inhérent (inherent risk) .....	79
2. Le système de contrôle interne .....	84
- Les lacunes de COSO.....	90
<b>Section 03 : L'audit par le management des risques.....</b>	<b>92</b>
1. L'audit interne et le management des risques .....	96
2. L'audit externe et le management des risques.....	101
<b>Conclusion.....</b>	<b>105</b>
<b>Chapitre 03 : Les réseaux de neurones artificiels et le management des risques, un outil de l'audit.....</b>	<b>106</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>106</b>
<b>Section01 : Les fondements de base des réseaux de neurones artificiels.....</b>	<b>107</b>
1. Définition des réseaux de neurones artificiels.....	107
1.1. Origine et historique des réseaux de neurones artificiels.....	108
2.Le fonctionnement des réseaux de neurones artificiels .....	111
2.1. Le design des réseaux de neurones artificiels .....	111
2.1.1. L'architecture des réseaux de neurones artificiels.....	112
2.1.1.1. Une couche d'input :.....	112
2.1.1.2. Des couches cachées :.....	113

2.1.1.3. Une couche d'output .....	113
2.1.2. Les modèles de connexion.....	113
2.1. 3. Les différents types du réseau de neurones artificiels .....	115
2.1.3.1. Les réseaux Hopfield (1982).....	115
2.1.3.2. La carte d'auto-organisation ou de Kohonen (1984).....	116
2.1.3.3. Les réseaux multicouches de type rétro-propagation (multi layer feed-forward perceptron): .....	117
2.2. Le fonctionnement des réseaux de neurones.....	118
2.2.1. La modélisation matricielle .....	119
2.2.2. Les fonctions d'activation : .....	120
2.2.3. La phase d'apprentissage :.....	124
2.2.3.1. Les types d'apprentissage .....	125
a. Apprentissage supervisé .....	125
b. Apprentissage non supervisé.....	126
2.2.3.2. Les méthodes d'apprentissage .....	127
a. La loi de Hebb :.....	127
b. Les algorithmes génétiques (AG) .....	127
c. L'algorithme de rétro propagation du gradient.....	128

**Section02 : Les réseaux de neurones artificiels comme étant une technique de management des risques ..... 131**

1. La puissance des R.N.A en matière de management des risques .....	131
1.1. Les méthodes traditionnelles de management des risques .....	131
1.1.1. Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (Failure mode effects and criticality analysis) AMDEC: .....	132
1.1.2. L'analyse par arbre de défaillance et l'analyse par arbre d'événements (Fault tree analysis and event tree analysis).....	132
1.1.3. La méthode HAZOP (Hazard and Operability Study).....	133
1.1.4. L'analyse par Nœud de Papillon:.....	133
2. Les points de rapprochement et d'adéquation de la technique des réseaux de neurones artificiels avec le processus de management des risques.....	136
2.1. En matière de prévision.....	138
2.2. En matière de classification : .....	140
3. Les avantages d'utilisation du réseau de neurones en management des risques .....	142

**Section 03 : Les réseaux de neurones artificiels appliqués au management des risques un outil pour l'audit..... 146**

1. L'audit et l'outil informatique .....	146
1.1. Panorama des applications des réseaux de neurones artificiels en audit.....	150
1.1.1. La classification.....	151
1.1.2. L'évaluation du système de contrôle interne et ses risques.....	152

1.1.3. Détection des fraudes.....	153
1.1.4. Le contrôle des comptes .....	153
1.1.5. Continuité d'exploitation et la prévision de la défaillance ( <i>Going-concern decisions and Predicting Bankruptcy</i> ).....	155
2. La démarche d'une approche d'audit par les risques à l'aide des RNA.....	158
2.1. La phase de planification.....	161
2.2. La phase de collecte des données et d'évaluation .....	162
2.3. La phase du traitement des données (d'observation ou de vérification) .....	166
2.4. La phase de conclusion (la phase finale).....	168
<b>Conclusion.....</b>	<b>171</b>
<b>Chapitre 04 : l'Application des réseaux de neurones artificiels dans le cadre d'une approche d'audit par le management des risques.....</b>	<b>172</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>172</b>
<b>Section 01 : Présentation de l'étude.....</b>	<b>173</b>
1. L'obtention des données .....	173
2. Aperçu sur les données de l'étude .....	174
2.1. Opinions, constats et obstacles de l'étude.....	174
2.2. La description des données .....	176
<b>Section 02 : La classification à l'aide du réseau de neurones artificiel .....</b>	<b>186</b>
1. Lancement de l'analyse et choix des paramètres d'étude .....	187
1.1. L'introduction des données :.....	187
1.2. Le sous-échantillonnage .....	190
1.3. La sélection de l'architecture optimale et les fonctions d'activations .....	192
2. Les résultats de l'étude .....	196
2.1. Résultats de la classification .....	196
2.2. Discussion des Résultats: .....	199
2.2.1. Recommandations : .....	201
<b>Conclusion.....</b>	<b>202</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>203</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>226</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>228</b>

**Liste des figures ..... 229**

**Liste des images ..... 231**

## Résumé

Dans cette thèse, nous avons essayé de déterminer les points de rapprochement entre l'audit par le management des risques et les réseaux de neurones artificiels. Cela à travers une revue de littérature sur les différentes recherches et études réalisées autour de ces deux grandes notions. Ensuite nous avons essayé de déterminer le stade qui nécessite l'intervention d'une technique comme celle des réseaux de neurones artificiels. Dans une deuxième phase, et sur la base des résultats de la première phase nous avons effectué un test sur l'efficacité du réseau de neurones artificiels pour effectuer une tâche de classification. D'après cette étude, nous avons conclu que le réseau de neurones artificiels répond avec succès aux besoins de l'auditeur en conduisant une approche d'audit par le management des risques.

*Mots clés : Audit, Management des risques, Réseaux de neurones artificiels*

## الملخص

نحاول في هذه الأطروحة، ا، كخطوة أولى، تحديد نقاط التقاطع بين التدقيق عبر تسيير المخاطر و تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية و هذا من خلال عرض مختلف الأبحاث والدراسات التي قدمت في هذا المجال. بعد هذا عمدنا الى تحديد المرحلة التي تتطلب تدخل تقنية بميزات الشبكة العصبية الاصطناعية و منه توصلنا الى كون المرحلة الثانية في مهمة التدقيق هي التي تستدعي اللجوء الى مثل هذه التقنية. في مرحلة ثانية و استنادا على نتائج المرحلة الاولى قمنا بإجراء اختبار تطبيقي لفعالية الشبكة العصبية الاصطناعية في اداء وظيفة التصنيف. إذ اظهرت الدراسة درجة فعالية هذه التقنية في هذا الطرح. و عليه فان تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية و سيلة ناجعة للتدقيق عبر تسيير المخاطر

*الكلمات المفتاحية: التدقيق ، تسيير المخاطر ، الشبكة العصبية الاصطناعية*

## Abstract

We try, in first step to determine the points of interaction between business risk audit and artificial neural network through the presentation of various researches and studies released in this field. After that, we determine which stage in a business risk audit conduct requires the artificial neural network technique intervention. Secondly, and based on the results of the first phase we conduct an effectiveness test of applying artificial neural network to perform a classification task. The study demonstrates the effectiveness of this technique in this topic. And, hence the artificial neural network is an efficient tool to classify risks in a business risk audit approach

*Keywords: Auditing, Risk management, Artificial neural network*