

## État des lieux et analyse de l'apport potentiel du Cloud Computing et des techniques de Re connaissance Optique de Caractères dans le métier d'auditeur

**Auteur** : Gauthy Choc, Lorcan

**Promoteur(s)** : Jamar, Julie

**Faculté** : HEC-Ecole de gestion de l'Université de Liège

**Diplôme** : Master en sciences de gestion, à finalité spécialisée en Financial Analysis and Audit

**Année académique** : 2022-2023

**URI/URL** : <http://hdl.handle.net/2268.2/18705>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

# **État des lieux et analyse de l'apport potentiel du Cloud Computing et des techniques de Re- connaissance Optique de Caractères dans le métier d'auditeur**

Jury :

Promotrice :

Julie JAMAR

Lecteur :

Vincent COMPAGNIE

Mémoire présenté par

**GAUTHY CHOC Lorcan**

En vue de l'obtention du diplôme  
de Master en sciences de gestion  
avec une spécialisation en « Finan-  
cial Analysis & Audit ».

Année académique 2022-2023



## Remerciements

*Je tiens à exprimer ma gratitude envers plusieurs personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire :*

*Tout d'abord, je souhaite remercier ma promotrice de mémoire, Julie Jamar, pour ses précieux conseils et son expertise dans le domaine.*

*Mes remerciements s'adressent également à mes professeurs ainsi qu'à l'ensemble du corps enseignant de HEC Université de Liège. Leur partage de connaissances a grandement contribué à la réalisation de ce mémoire.*

*Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers mes proches, ma famille et mes amis, pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements et leur compréhension durant cette période d'études. Leur présence et leur soutien moral ont été d'une grande importance pour moi.*

*Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, qu'il s'agisse de professionnels, de participants à mes enquêtes ou de personnes qui ont partagé leurs connaissances et leur expertise dans le domaine. Leurs contributions ont été essentielles pour la réussite de ce travail de recherche. Je suis reconnaissant d'avoir pu compter sur leur collaboration et leur générosité.*

*Je leur adresse mes sincères remerciements pour leur soutien et leur contribution à la réalisation de ce mémoire.*

*Lorcan*



## Table des matières

<b>Remerciements .....</b>	<b>3</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>9</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>11</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>13</b>
<b>Partie I : Revue de littérature .....</b>	<b>15</b>
<b>Chapitre 1. L'Intelligence Artificielle (IA) .....</b>	<b>15</b>
1.1. Ses définitions .....	15
1.2. Son histoire.....	16
1.2.1. Ses origines.....	16
1.2.2. Son évolution.....	16
1.3. Le Machine Learning (ML) .....	17
1.3.1. Qu'est-ce que l'apprentissage automatique ? .....	17
1.3.2. Son fonctionnement.....	18
1.3.3. Les méthodes d'apprentissage.....	18
<b>Chapitre 2. Cloud Computing .....</b>	<b>23</b>
2.1. Ses définitions .....	23
2.2. Son histoire.....	23
2.2.1. Ses origines.....	23
2.2.2. Son évolution.....	24
2.3. Son fonctionnement.....	24
2.4. Synergie entre le cloud et l'IA .....	28
<b>Chapitre 3. La Reconnaissance Optique de Caractères (OCR) .....</b>	<b>29</b>
3.1. Sa définition.....	29
3.2. Son histoire.....	29
3.2.1. Ses origines.....	29
3.2.2. Son évolution.....	30
3.3. Fonctionnement et limites de l'OCR traditionnel .....	31
3.3.1. Son fonctionnement.....	31
3.3.2. Les limites de l'OCR traditionnel .....	35
3.4. L'OCR et l'IA : La nouvelle génération .....	36
3.4.1. L'automatisation .....	36
3.4.2. Les algorithmes .....	38

<b>Chapitre 4. L’audit externe</b> .....	<b>39</b>
4.1. Définitions .....	39
4.2. L’histoire du métier d’auditeur .....	39
4.2.1. Ses origines.....	39
4.2.2. Son évolution.....	40
4.3. Les différents types d’audits .....	41
4.4. L’IAASB et les normes ISA.....	41
4.5. L’objectif général de l’audit externe .....	42
4.6. Le processus d’audit.....	42
4.6.1. Phase I : Activités préliminaires d’engagement .....	43
4.6.2. Phase II : Planifier et comprendre l’audit.....	44
4.6.3. Phase III : Effectuer et évaluer .....	45
4.6.4. Phase IV : Conclure.....	46
4.7. Les différents types d’opinions .....	47
4.8. Nécessité d’un auditeur externe.....	48
<b>Chapitre 5. L’utilisation du Cloud Computing dans l’audit</b> .....	<b>49</b>
5.1. Ses applications.....	49
5.2. Ses défis.....	52
<b>Chapitre 6. L’utilisation de l’OCR dans l’audit</b> .....	<b>55</b>
6.1. Ses applications .....	55
6.2. Ses défis.....	56
<b>Chapitre 7. Développement des hypothèses suite à la revue de littérature</b> .....	<b>59</b>
<b>Partie II : Étude empirique</b> .....	<b>61</b>
<b>Chapitre 1. Méthodologie</b> .....	<b>63</b>
1.1. Problématique et justification de la méthodologie .....	63
1.2. L’échantillon .....	64
1.2.1. Les critères de sélection .....	65
1.2.2. La sélection de l’échantillon .....	65
<b>Chapitre 2. Résultats</b> .....	<b>67</b>
2.1. Méthodologie de présentation .....	67
2.2. Présentation et analyse des résultats .....	68
<b>Chapitre 3. Discussion</b> .....	<b>83</b>
3.1. Réponse à la problématique .....	83
3.1.1. Réponses en lien avec le Cloud .....	83
3.1.2. Réponses en lien avec l’OCR.....	84
3.2. Test des hypothèses .....	87
3.3. Les limites de l’étude.....	89

<b>Conclusion .....</b>	<b>91</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>93</b>
<i>Annexe 1 : La relation entre l'IA, Machine Learning et Deep Learning .....</i>	<i>93</i>
<i>Annexe 2 : Machine « Enigma » .....</i>	<i>93</i>
<i>Annexe 3 : Machine « Bombe » .....</i>	<i>94</i>
<i>Annexe 4 : Fonctionnement du machine learning .....</i>	<i>94</i>
<i>Annexe 5 : Différences entre l'apprentissage supervisé et non supervisé.....</i>	<i>95</i>
<i>Annexe 6 : Les trois couches architecturales du Cloud Computing .....</i>	<i>95</i>
<i>Annexe 7 : Machine à lire de Gustav Tauschek .....</i>	<i>96</i>
<i>Annexe 8 : Optophone de Fournier.....</i>	<i>96</i>
<i>Annexe 9 : Le flux de travail complet de bout en bout d'IDP.....</i>	<i>97</i>
<i>Annexe 10 : Comparaison OCR et IDP.....</i>	<i>97</i>
<i>Annexe 11 : L'asymétrie de l'information.....</i>	<i>97</i>
<i>Annexe 12 : Les techniques de collecte de preuves pour un audit .....</i>	<i>98</i>
<i>Annexe 13 : Éléments de preuve d'audit suffisants et appropriés.....</i>	<i>98</i>
<i>Annexe 14 : Fiabilité des éléments de preuve.....</i>	<i>99</i>
<i>Annexe 15 : L'échantillon de l'étude empirique.....</i>	<i>100</i>
<i>Annexe 16 : Informations supplémentaires pertinentes concernant l'échantillon.....</i>	<i>100</i>
<i>Annexe 17 : Questionnaire complet qui a transmis en ligne via « Survio.com ».....</i>	<i>101</i>
<i>Annexe 18 : Réponses brutes du questionnaire en ligne .....</i>	<i>104</i>
<i>Annexe 19 : Retranscription complète du premier entretien (24/04/2023).....</i>	<i>109</i>
<i>Annexe 20 : Retranscription complète du deuxième entretien (16/05/2023).....</i>	<i>112</i>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>115</b>
<b>Executive Summary.....</b>	<b>134</b>



## Liste des abréviations

**IA** : Intelligence Artificielle

**IAASB** : *International Auditing and Assurance Standards Board* (Conseil des Normes Internationales d'Audit et d'Assurance)

**IDP** : *Intelligent Document Processing* (Traitement intelligent des documents)

**ISA** : *International Standards of Auditing* (Normes Internationales d'Audit)

**MAPs** : *Matters for Attention of Partners* (Questions à l'attention des partenaires)

**ML** : *Machine Learning* (Apprentissage automatique)

**NLP** : *Natural Language Processing* (Traitement Automatique du Langage Naturel)

**OCR** : *Optical Character Recognition* (Reconnaissance Optique de Caractères)

**RPA** : *Robotic Process Automation* (Automatisation Robotique des Processus)



## Liste des figures

Figure 1 : Fonctionnement de l'apprentissage supervisé

Figure 2 : Illustration de l'apprentissage non-supervisé

Figure 3 : Fonctionnement de l'apprentissage non supervisé

Figure 4 : Fonctionnement de l'apprentissage par renforcement

Figure 5 : Fonctionnement du cloud

Figure 6 : Fonctionnement de l'OCR

Figure 7 : Vue d'ensemble du processus d'audit

Figure 8 : Les composants du risk d'audit

Figure 9 : Les critères en vue d'être soumis à un audit



## Introduction

Au fil des années, nous sommes témoins d'une croissance exponentielle de la digitalisation au sein de notre société, entraînant une transformation profonde de notre environnement. Cette évolution est propulsée par des éléments tels que l'émergence du Big Data et l'accélération de l'intelligence artificielle. Parmi les acteurs touchés, les entreprises jouent un rôle central. Afin de maintenir leur prospérité et d'éviter les contraintes du marché, les organisations sont contraintes de s'adapter et d'investir dans cette transition numérique (Ducap, 2019b). Ainsi, l'adoption de nouvelles technologies induit des transformations dans les opérations des entreprises et des organisations, et les cabinets d'audit ne sont pas exclus de ces évolutions (Ducap, 2019b).

Dans le secteur de l'audit, où la manipulation de vastes volumes de données et de documents est essentielle, les progrès et l'adoption croissante des technologies numériques ouvrent de nouvelles opportunités pour accroître l'efficacité et la précision des processus. Deux de ces technologies en particulier, le Cloud Computing et la Reconnaissance Optique de Caractères (OCR), offrent de nouvelles perspectives dans la manière dont les auditeurs abordent leur travail. Le cloud computing permet d'accéder à des ressources informatiques, telles que des serveurs, des bases de données, des logiciels et des services, via Internet tandis que l'OCR permet la conversion de documents physiques en fichiers numériques et la reconnaissance automatique des caractères. L'objectif de ce mémoire est d'acquérir une compréhension approfondie des concepts de Cloud Computing et d'OCR, tout en explorant leur impact sur le processus d'audit.

La première partie de ce mémoire est composée de six chapitres théoriques distincts.

Dans un premier temps, ce travail entreprend un voyage à travers les fondements et l'évolution de l'intelligence artificielle, suivi d'une plongée approfondie dans l'apprentissage automatique, une composante majeure<sup>1</sup> de l'IA, en explorant ses diverses catégories d'apprentissage. L'introduction de l'IA dans ce mémoire est motivée par deux raisons fondamentales. Tout d'abord, elle est alimentée par l'application centrale de l'apprentissage automatique (*Machine Learning*) dans les techniques de reconnaissance optique de caractères. De plus, une tendance émergente se dessine, caractérisée par une convergence croissante entre les technologies intelligentes et l'informatique en nuage (Cloud Computing), ainsi qu'avec les systèmes OCR. Cette convergence vise à rehausser les performances, les fonctionnalités et l'efficacité de ces technologies en symbiose.

La suite de ce mémoire se penche sur l'univers du cloud computing en examinant minutieusement son fonctionnement intrinsèque. Cette exploration englobe également la synergie entre l'informatique en nuage et l'intelligence artificielle, mettant en lumière la manière dont l'IA enrichit l'hébergement en nuage.

La troisième section de ce mémoire se consacre à la technologie de Reconnaissance Optique de Caractères et examine de manière approfondie son mode de fonctionnement. Cette section se penche également sur la manière dont l'incorporation de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'OCR impacte cette technologie et favorise son perfectionnement.

Le quatrième chapitre de ce mémoire explore les divers éléments de l'audit externe, de ses origines à son évolution, en passant par les objectifs et le déroulement du processus d'audit, débutant par l'acceptation du client et se concluant par la présentation des conclusions. L'introduction préalable des technologies du cloud et de l'OCR offre une perspective pour développer une première compréhension

---

<sup>1</sup>Voir Annexe 1.

de la manière dont ces deux technologies pourraient être combinées en vue d'améliorer le processus d'audit. Cette approche permet également d'identifier les contextes spécifiques dans lesquels ces technologies pourraient être pertinentes et applicables dans le domaine de l'audit.

Enfin, les cinquième et sixième chapitres de ce mémoire offrent une opportunité d'acquérir une compréhension approfondie de l'impact des technologies étudiées sur le métier d'auditeur. Cette section met en évidence l'application du cloud et de l'OCR dans le domaine de l'audit, tout en abordant les défis et les considérations liés à leur implémentation, notamment en termes de sécurité des données et de confidentialité.

Dans le chapitre 7, émerge un ensemble d'hypothèses qui découle directement de la revue théorique approfondie. Ces hypothèses prennent la forme d'énoncés qui sont potentiellement soumis à une vérification rigoureuse dans la section empirique de l'étude. Ce chapitre représente donc une transition naturelle entre la théorie et la pratique, où les hypothèses théoriques sont confrontées aux données concrètes pour déterminer leur validité et leur applicabilité dans le contexte réel.

La deuxième partie de ce travail se consacre à l'étude empirique. Tout d'abord, la justification de la méthodologie utilisée est présentée, accompagnée d'une description approfondie de l'échantillon sélectionné. La recherche empirique, reposant sur une approche qualitative à travers l'utilisation de questionnaires et d'entretiens menés auprès de plusieurs auditeurs, apporte des réponses à la problématique soulevée : **"Comment le cloud computing et les techniques d'OCR sont-ils actuellement appliqués dans le domaine de l'audit ? Quels bénéfices en résultent et quelles limites sont associées à leur incorporation dans le processus d'audit financier ?**». Ensuite, les résultats obtenus sont discutés en les mettant en relation avec la théorie. En continuant, les hypothèses préalablement énoncées sont rigoureusement testées. Enfin, les éventuelles limitations de l'étude sont énoncées.

La dernière partie de ce mémoire englobe la conclusion qui synthétise l'ensemble du travail accompli.

# Partie I : Revue de littérature

## Chapitre 1. L'Intelligence Artificielle (IA)

### 1.1. Ses définitions

Il ne serait pas suffisant de fournir une définition générale de l'IA pour bien comprendre ce concept. Il est indiscutable que cette notion présente une complexité évidente, ce qui explique la variété de définitions qui lui sont liées.

Un des premiers pionniers de l'IA a été John McCarthy<sup>2</sup>. L'informaticien américain a défini ce domaine comme « *la science et l'ingénierie de la création de machines intelligentes, en particulier de programmes informatiques intelligents* ». Il précise que l'IA ne résume pas à la simple simulation de l'intelligence humaine, car nous sommes capables d'apprendre en observant nos propres méthodes (McCarthy, 2007).

Marvin Minsky<sup>3</sup>, un autre précurseur, définit le concept d'IA comme « *la science qui consiste à faire faire aux machines des choses qui nécessiteraient de l'intelligence si elles étaient faites par des hommes* » (Ellison, 2023).

Selon Daintith et Wright (2008), l'IA est « *une discipline concernée par la construction de programmes informatiques qui exécutent des tâches nécessitant de l'intelligence lorsqu'elles sont effectuées par des humains* ».

La définition fournie dans le cadre du cours de "Digital Business" implique que l'intelligence artificielle est « *la capacité d'une machine à exécuter des fonctions cognitives que nous associons à l'esprit humain. Tel que percevoir, raisonner, apprendre, interagir avec l'environnement, résoudre des problèmes et même faire de l'exercice la créativité* » (Blavier, 2022). Le cours met en évidence diverses technologies employées dans le domaine de l'IA, notamment l'apprentissage automatique (*Machine Learning*), l'apprentissage profond (*Deep Learning*) et le traitement du langage naturel (NLP).

En prenant en considération toutes ces diverses définitions, il est possible de conclure que l'intelligence artificielle repose sur la convergence de plusieurs domaines scientifiques, notamment les mathématiques, la logique symbolique, les sciences cognitives et les neurosciences. Son objectif fondamental réside dans le développement de méthodes et de modèles permettant aux machines de reproduire des comportements intelligents.

---

<sup>2</sup>John McCarthy (1927-2011) : Informaticien et scientifique cognitif américain. Il a été l'un des fondateurs de la discipline de l'intelligence artificielle.

<sup>3</sup>Marvin Minsky (1927-2016) : Cogniticien et informaticien américain principalement concerné par la recherche sur l'intelligence artificielle, co-fondateur du laboratoire d'IA du Massachusetts Institute of Technology et auteur de plusieurs textes concernant l'IA et la philosophie.

## 1.2. Son histoire

### 1.2.1. Ses origines

En 1842, Ada Lovelace<sup>4</sup>, une mathématicienne anglaise et pionnière de l'informatique, a élaboré le premier algorithme destiné à être exécuté par une machine. En avance sur son temps, l'informatique anglaise a spéculé sur les capacités de la machine à aller plus loin que les simples calculs numériques (Ferry, 2015 ; Hollings et al., 2017). Grâce aux progrès de l'intelligence artificielle, la vision d'Ada est devenue une réalité des années plus tard.

Un événement considéré comme moment charnière du terme et du domaine d'étude de l'IA est la conférence de Dartmouth (États-Unis) en 1956<sup>5</sup> (McCarthy et al., 2006). La réunion a réuni 20 personnes, parmi lesquelles figuraient d'anciens participants des conférences de Macy<sup>6</sup>. Elle a été organisée par John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon<sup>7</sup> et Nathaniel Rochester<sup>8</sup> (McCarthy et al., 2006). Lors de cette conférence, plusieurs chercheurs se sont rassemblés afin d'établir officiellement le concept de « Intelligence Artificielle » en tant que nouveau domaine scientifique. Parmi les participants, il y avait un consensus selon lequel la pensée était une forme de calcul réalisable par des machines, et que l'intelligence humaine pouvait être simulée ou reproduite de manière numérique (Haiech, 2020).

Le domaine de l'intelligence artificielle a pris naissance lorsque John McCarthy a introduit le terme "Intelligence Artificielle" en juillet 1956 (Haiech, 2020).

### 1.2.2. Son évolution

Pendant la Seconde Guerre mondiale, Alan Turing<sup>9</sup>, un autre pionnier de l'IA, a été recruté par l'armée britannique pour travailler sur le décodage du code "Enigma"<sup>10</sup> utilisé par les forces allemandes pour transmettre des messages de manière sécurisée. Avec l'aide de son équipe, Alan Turing a conçu et développé la machine appelée la "Bombe"<sup>11</sup> pour décrypter les messages de la machine Enigma (Haenlein & Kaplan, 2019). Il est généralement reconnu que « Bombe » est le premier ordinateur électromécanique fonctionnel (Haenlein & Kaplan, 2019). L'efficacité remarquable avec laquelle la machine Bombe réussissait à décrypter le code Enigma a engendré des questions chez Turing quant à l'intelligence de telles machines (Haenlein & Kaplan, 2019).

De ce fait, après la fin de la Seconde Guerre mondiale en 1945, des chercheurs, parmi lesquels Alan Turing, ont entamé des travaux de recherche dans le domaine de l'intelligence artificielle. En 1950, il a

---

<sup>4</sup> Augusta Ada King (1815-1852), comtesse de Lovelace était une mathématicienne et écrivaine anglaise. Elle a été la première à reconnaître que la machine avait des applications au-delà du calcul pur.

<sup>5</sup> Nathaniel Rochester (1919-2001) : Architecte en chef de l'IBM 701, le premier ordinateur scientifique produit en série, et du prototype de sa première version commerciale, l'IBM 702. Il a écrit le premier assembleur et a participé à la fondation du domaine de l'intelligence artificielle.

<sup>6</sup> Les conférences Macy étaient un ensemble de réunions d'érudits de diverses disciplines universitaires tenues à New York sous la direction de Frank Fremont-Smith à la Josiah Macy Jr. Fondation commençant en 1941 et se terminant en 1960.

<sup>7</sup> Claude Shannon (1916-2001) : Mathématicien américain, ingénieur électricien, informaticien et cryptographe connu comme le "père de la théorie de l'information.

<sup>8</sup> Nathaniel Rochester (1919-2001) : Architecte en chef de l'IBM 701, le premier ordinateur scientifique produit en série, et du prototype de sa première version commerciale, l'IBM 702. Il a écrit le premier assembleur et a participé à la fondation du domaine de l'intelligence artificielle.

<sup>9</sup> Alan Turing (1912-1954) : Mathématicien britannique, informaticien, logicien, cryptanalyste, philosophe et biologiste théorique.

<sup>10</sup> Voir Annexe 2.

<sup>11</sup> Voir Annexe 3.

rédigé son article de référence "Calculs Machines and Intelligence", dans lequel il a exposé comment fabriquer des machines intelligentes et spécialement comment évaluer leur intelligence. Ce test de Turing est encore considéré aujourd'hui comme une norme pour déterminer l'intelligence d'un système artificiel et stipule que la qualification d'intelligence pour une machine dépend de sa capacité à se faire passer pour un être humain devant un observateur informé (Haenlein & Kaplan, 2019 ; Hodges, 2009).

Une période cruciale pour l'IA s'est étendue des années 1970 aux années 1990 marquée par une réduction du financement de la recherche, ce qui a entraîné ce qu'on appelle communément les "hivers de l'IA ». Cette situation critique était le résultat d'un manque de progrès dans le développement des ordinateurs et des défis liés au traitement de volumes importants de données (Haenlein & Kaplan, 2019 ; Ray, 2021).

En 1997, un événement marquant se produit lorsque Deep Blue, un ordinateur développé par IBM<sup>12</sup>, remporte une victoire historique contre le champion du monde d'échecs en titre, Garry Kasparov<sup>13</sup> (Haenlein & Kaplan, 2019 ; Ray, 2021).

Au cours des 15 dernières années, des entreprises telles qu'Amazon, Google et d'autres, ont tiré profit de l'apprentissage automatique, leur offrant ainsi un avantage commercial considérable. Ces grandes entreprises continuent d'investir dans des domaines tels que la vision par ordinateur, le stockage de données, le traitement du langage naturel et diverses autres technologies liées à l'IA. Aujourd'hui, l'apprentissage automatique est largement intégré dans de nombreux services en ligne. Le secteur technologique joue un rôle majeur dans la dynamique du marché boursier américain (Ray, 2021).

L'IA est pleinement ancrée dans notre vie quotidienne. Cela va au-delà de son simple impact sur nos vies personnelles ; en effet, elle engendre une transformation profonde dans la façon dont les entreprises prennent des décisions et établissent des interactions avec leurs parties prenantes externes, telles que les employés et les clients (Haenlein & Kaplan, 2019).

## 1.3. Le Machine Learning (ML)

### 1.3.1. Qu'est-ce que l'apprentissage automatique ?

Le ML fait partie des principales sous-catégories de l'intelligence artificielle (Cutting & Cutting-Decelle, 2021).

Dans ce domaine de l'informatique, les ordinateurs et machines sont capables d'apprendre à partir de l'expérience, c'est-à-dire des données, et d'acquérir des connaissances sans être explicitement programmées à cet effet. Ces avancées sont rendues possibles grâce à l'utilisation d'algorithmes qui apprennent de manière itérative à partir des données (Sharma et al., 2021). Ainsi, l'apprentissage automatique fait référence à « *l'amélioration des performances d'un programme informatique au fil de l'expérience, pour un ensemble spécifique de tâches et de critères de performance* » (Jordan & Mitchell, 2015).

Cette branche de l'intelligence artificielle permet aux machines d'analyser les modèles et les structures des données afin d'effectuer des prédictions, prendre des décisions, tirer des conclusions ou résoudre des problèmes spécifiques (Blavier, 2022).

---

<sup>12</sup> Société technologique multinationale américaine.

<sup>13</sup> Garry Kasparov (1963-...) : Grand maître d'échecs russe, ancien champion du monde d'échecs, militant politique et écrivain.

### 1.3.2. Son fonctionnement

La qualité des données fournies constitue le principal défi du *machine learning*, car elle est la principale source d'apprentissage (Fieguth, 2022).

La première étape du processus d'apprentissage automatique consiste à préparer et à introduire des données d'apprentissage dans l'algorithme choisi. Il s'agit de « données d'entraînement ». Certaines données sont étiquetées c'est-à-dire qu'elles sont associées à des valeurs attendues que le modèle doit prédire. Il y a aussi des données non étiquetées. Pour ces derniers, le modèle devra identifier les caractéristiques et regrouper les données de manière autonome (El Naqa & Murphy, 2015).

Par exemple, dans le cas d'un modèle d'apprentissage automatique dans le processus d'audit, les données pourraient être obtenues à partir de rapports financiers réguliers des entreprises auditées.

La deuxième étape du processus consiste à choisir l'algorithme d'apprentissage. Cette décision dépend de plusieurs facteurs (Fieguth, 2022 ; Nichols et al., 2019 ; *What Is Machine Learning and Why Is It Important?*, s. d.) :

- 1) La nature des données
- 2) La nature du problème que le modèle vise à résoudre
- 3) La taille du jeu de données
- 4) La disponibilité des ressources informatiques

L'Annexe 4 présente une représentation schématique du fonctionnement du *machine learning*.

### 1.3.3. Les méthodes d'apprentissage

L'apprentissage supervisé (Supervised), non supervisé (Unsupervised) et par renforcement (Reinforcement) sont trois types distincts d'algorithmes d'apprentissage automatique (Jordan & Mitchell, 2015).

#### *1) L'apprentissage supervisé*

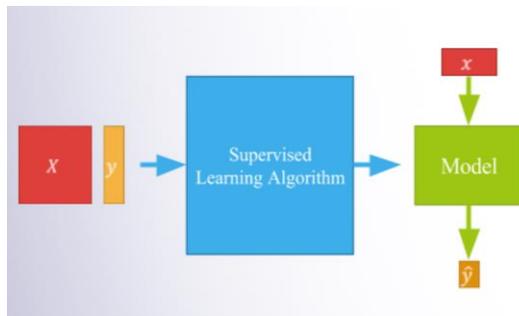
Dans cette approche d'apprentissage, les algorithmes se servent de données étiquetées comme fondement de connaissances lors du processus de création du modèle (Fieguth, 2022 ; Jordan & Mitchell, 2015). Parmi les algorithmes largement employés dans cette catégorie, figurent les réseaux neuronaux artificiels, les machines à vecteurs de support, les régression linéaire, K-plus proches voisins, ainsi que les méthodes d'arbres de décision, entre autres (Chang et al., 2020).

Les données sont pourvues d'étiquettes pour faciliter leur association automatique à l'aide d'algorithmes. De ce fait, l'entraînement d'un modèle décisionnel repose sur l'utilisation des étiquettes préalablement attribuées aux données (Janiesch et al., 2021).

Pour mieux comprendre voici un exemple simple : L'objectif est de développer un algorithme capable de classer automatiquement les images en distinguant celles représentant des chats de celles représentant des chiens, une tâche que nous, êtres humains, accomplissons sans difficulté. Dans le contexte de l'apprentissage supervisé, une étiquette "chat" ou "chien" est attribué à chaque image du modèle, permettant ainsi au modèle d'apprendre à distinguer automatiquement les deux types d'images, sans nécessiter l'intervention de l'homme. Lorsqu'il est confronté à une nouvelle image, le modèle devrait être capable d'assigner automatiquement une étiquette si son processus d'apprentissage a été réussi. Il est donc crucial de sélectionner avec soin les données étiquetées utilisées pour l'apprentissage.

Si ces données ne sont pas représentatives des images ultérieures que le modèle devra classer, sa performance risque d'être médiocre (Aubert, 2017).

Figure 1 : Fonctionnement de l'apprentissage supervisé



Source : (Aubert, 2017).

*Explications du schéma* : En généralisant, les données d'entrée sont représentées par X (en rouge). À chaque exemple ou donnée, une étiquette lui est attribuée et est représentée par Y (en jaune). Le rôle de l'algorithme est de décider quelle étiquette attribuer aux nouvelles données en se basant sur leurs caractéristiques (Aubert, 2017).

Les deux tâches supervisées les plus fréquemment rencontrées sont la "classification", qui permet de séparer les données en catégories distinctes, et la "régression", qui ajuste les données pour trouver une tendance ou une corrélation (Sarker, 2021 ; Sathya & Abraham, 2013).

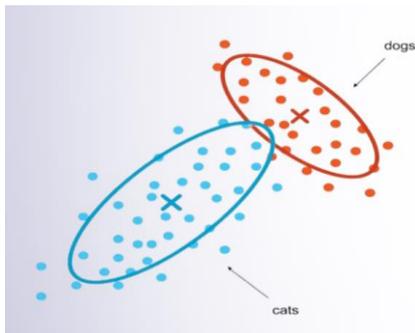
## 2) L'apprentissage non supervisé

En parallèle à l'apprentissage supervisé, les algorithmes d'apprentissage non supervisé ne se basent pas sur des données étiquetées lors de leur processus d'apprentissage. Au lieu de cela, ils visent à attribuer du sens aux données en identifiant des modèles et des anomalies (Sarker, 2021 ; Sathya & Abraham, 2013 ; Zhao & Liu, 2007).

Les algorithmes les plus fréquemment employés dans cette catégorie d'apprentissage comprennent le modèle K-means, le modèle de cartographie d'auto-organisation (SOM), l'analyse en composantes principales et l'analyse hiérarchique des clusters (Chang et al., 2020 ; Hihn & Braun, 2020).

Afin d'obtenir une meilleure compréhension du concept, examinons à nouveau l'exemple des chiens et des chats. Dans ce cas, la machine ne reçoit plus d'indications spécifiques sur la nature des images, qu'il s'agisse de chats ou de chiens (les étiquettes ne sont plus fournies)

Figure 2 : Illustration de l'apprentissage non-supervisé



L'algorithme est chargé d'analyser les caractéristiques de des images pour les interpréter. Cela peut conduire à l'identification de deux groupes d'images similaires, également appelés clusters<sup>14</sup>. Lors du processus de regroupement, chaque point de données, dans notre exemple chaque image, est assigné à l'un des deux groupes en fonction de ses caractéristiques distinctives. Par conséquent, il peut se déduire que l'un des groupes correspond aux images de chats tandis que l'autre groupe correspond aux images de chiens (Aubert, 2017).

Source : (Aubert, 2017).

Le modèle va donc essayer de découvrir des relations ou des regroupements dans les données de manière autonome, sans aucune intervention ou supervision humaine.

Dans le contexte de ce mémoire, il est envisageable que cette approche puisse aussi être appliquée à la détection de fraudes par exemple. En regroupant les transactions similaires, l'algorithme peut repérer des clusters atypiques qui pourraient signaler des transactions suspectes.

Les méthodes d'apprentissage automatique non supervisées ne bénéficient pas de données d'entraînement préalables ni d'informations supervisées (Chang et al., 2020). En conséquence, les performances prédictives des méthodes d'apprentissage non supervisé sont généralement moins précises (Chang et al., 2020).

Figure 3 : Fonctionnement de l'apprentissage non supervisé



Source : (Aubert, 2017).

*Explications du schéma* : Les données d'entrée sont représentées par X (en rouge). Ces derniers ne sont plus étiquetés, ce qui signifie qu'il est nécessaire d'identifier une structure au sein des données pour en comprendre le sens. Le rôle de l'algorithme est de décider quelle étiquette attribuer aux nouvelles données en se basant sur leurs caractéristiques (Aubert, 2017).

Il peut être difficile de trouver suffisamment de données étiquetées, ce qui peut limiter l'apprentissage supervisé. En revanche, les données non étiquetées sont souvent plus faciles à obtenir en grande quantité (Sarker, 2021).

<sup>14</sup> Fait référence à un groupe ou à un ensemble de points de données similaires

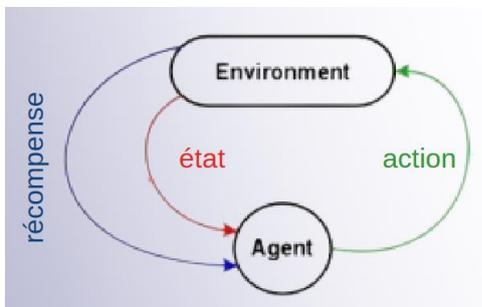
### 3) L'apprentissage par renforcement

Dernièrement, l'apprentissage par renforcement se distingue en tant que processus expérimental et décisionnel (Aubert, 2017 ; Sutton & Barto, 1998). Dans cette approche, la machine entreprend des actions et évalue les résultats obtenus pour déterminer leur bénéfice. Après de multiples itérations, si la machine a correctement assimilé ses erreurs, elle devrait constamment améliorer ses performances et ne prendre que des décisions judicieuses (Jordan & Mitchell, 2015 ; Sutton & Barto, 1998). L'utilisation de l'apprentissage par renforcement est particulièrement répandue dans le domaine de la robotique, notamment pour instruire les machines à jouer aux échecs (Aubert, 2017 ; Sutton & Barto, 1998).

L'apprentissage par renforcement repose sur trois composantes essentielles (Sutton & Barto, 1998) :

- 1) l'agent
- 2) l'environnement
- 3) les actions

Figure 4 : Fonctionnement de l'apprentissage par renforcement



Source : (Aubert, 2017).

Dans ce contexte, l'agent est celui qui acquiert des connaissances et prend des décisions en temps réel en fonction des informations qu'il reçoit de son environnement. Ce dernier comprend tous les éléments avec lesquels l'agent interagit, tandis que les actions représentent les choix effectués par l'agent. Lorsque l'agent effectue une décision ou une action, les récompenses qu'il reçoit de l'environnement lui permettent d'évaluer la qualité de cette décision. En se basant sur les récompenses et les retours d'information, l'agent adapte son comportement afin d'améliorer ses décisions futures. Cela est plus réalisable lorsque l'agent opère dans un cadre de politique clairement défini (Aubert, 2017 ; Jordan & Mitchell, 2015 ; Sutton & Barto, 1998).

Le choix parmi les trois types d'apprentissage dépendra essentiellement des données disponibles et du problème à résoudre. Cependant, les données actuelles suggèrent que la combinaison de l'apprentissage supervisé et non supervisé peut être utilisée pour obtenir de meilleurs taux de prédiction (Chauhan et al., 2021).

L'Annexe 5 met en évidence les distinctions entre les deux premiers types d'apprentissage.



# Chapitre 2. Cloud Computing

## 2.1. Ses définitions

Le concept anglais "cloud" (qui se traduit par "nuage" en français) aurait été adopté pour symboliser métaphoriquement les réseaux informatiques, en particulier Internet. Cette métaphore visait à simplifier la visualisation des réseaux en masquant leur complexité interne et en offrant une représentation plus abstraite (Moura & Hutchison, 2016).

Voici différentes descriptions du Cloud Computing provenant de diverses sources :

La définition du Cloud Computing selon le dictionnaire français Larousse est enregistrée sous le terme "nuage" : « *le modèle d'organisation informatique permettant l'accès à des ressources numériques dont le stockage est externalisé sur plusieurs serveurs* » (Définitions : nuage - Dictionnaire de français Larousse, s. d.).

Selon le National Institute for Standards and Technology (NIST), le cloud computing est « *un modèle pour permettre l'accès réseau ubiquitaire, facile et à la demande à un ensemble partagé de ressources informatiques (réseaux, serveurs, stockage, applications et services) configurables, qui peuvent être rapidement provisionnées et libérées avec un minimum d'efforts de gestion ou d'interaction avec le fournisseur du service* » (Mell & Grance, 2011).

Selon Oxford Dictionary, l'informatique en nuage est « *une manière d'utiliser des ordinateurs dans lesquels des données et des logiciels sont stockés ou gérés sur un réseau de serveurs (= ordinateurs qui contrôlent ou fournissent des informations à d'autres ordinateurs), auquel les utilisateurs ont accès via Internet* » (Oxford Advanced Learner's Dictionary at OxfordLearnersDictionaries.com, s. d.).

En synthèse, le cloud offre la possibilité de conserver, administrer et atteindre des données ainsi que des applications en ligne, sans nécessiter d'équipement ou d'infrastructure informatique locale.

## 2.2. Son histoire

### 2.2.1. Ses origines

L'idée de créer un réseau informatique en vue de permettre à un nombre accru d'utilisateurs de bénéficier d'une puissance de calcul et d'un espace de stockage accrus a des origines bien antérieures. Remontant aux années 1960, l'introduction de systèmes de partage a ouvert la voie à la possibilité pour plusieurs utilisateurs d'accéder simultanément à un ordinateur central, également connu sous le nom de mainframe (Mirowski, 2017 ; Zlatanov, 2016). Ainsi, les mainframes ont constitué un repère pionnier dans l'évolution du cloud computing, car à cette période, les utilisateurs avaient la capacité de se connecter à un ordinateur central via des terminaux au sein de leur organisation, leur permettant d'accéder à ses fonctionnalités (Lee, 2014 ; Lohr, 2007).

En 1996, l'entreprise novatrice dans le domaine des télécommunications, Compaq, a introduit la notion de "nuage" en tant que métaphore symbolique pour représenter Internet, posant ainsi les fondements de l'idée d'exploiter des serveurs distants dans le contexte du concept de cloud computing (Mishra & Panda, 2023).

### 2.2.2. Son évolution

Au tournant des années 2000, le modèle de cloud computing a pris de l'essor avec l'émergence de la technologie de virtualisation (Voorsluys et al., 2011). Cette innovation a rendu possible la virtualisation de diverses ressources, dont le matériel et les logiciels, offrant ainsi une utilisation plus efficace et adaptable des ressources informatiques.

Cependant, c'est grâce à la collaboration entre IBM et Google en octobre 2007 que le terme "informatique en nuage" est devenu populaire. Les deux entreprises avaient investi dans la construction de vastes centres de données accessibles aux étudiants des universités via Internet. Cela leur permettait de programmer et de mener des recherches à distance (Lohr, 2007).

Google, un acteur majeur de la recherche en ligne, est le chef de file de cette industrie cloud. Par la suite, des entreprises telles que Yahoo, Amazon, eBay et Microsoft ont développé des services grand public sur Internet, tels que la recherche, les réseaux sociaux, la messagerie Web et le commerce en ligne, qui tirent parti de l'informatique en nuage (Lohr, 2007).

Les premières offres de cloud computing sont apparues sous la forme de services individuels, comme le stockage en ligne pour le partage de fichiers et les outils de collaboration proposés par Google. Ces services ont permis à plusieurs utilisateurs de travailler ensemble sur un même document, favorisant ainsi la collaboration à distance. Parallèlement, Amazon a mis à disposition ses vastes centres de serveurs pour d'autres utilisateurs, créant ainsi Amazon Web Services (AWS) qui permet aux entreprises d'utiliser l'infrastructure d'Amazon pour exécuter leurs propres logiciels (Ionos, 2022).

Son utilisation s'est répandue en raison de la nécessité de gérer des infrastructures informatiques complexes. De plus, les utilisateurs sont confrontés à la gestion de multiples installations de logiciels, configurations et mises à jour, tandis que les ressources informatiques et le matériel deviennent rapidement obsolètes. Par conséquent, externaliser les plateformes informatiques vers le cloud devient une solution intelligente pour les utilisateurs souhaitant gérer efficacement ces infrastructures complexes (Dillon et al., 2010 ; Voorsluys et al., 2011).

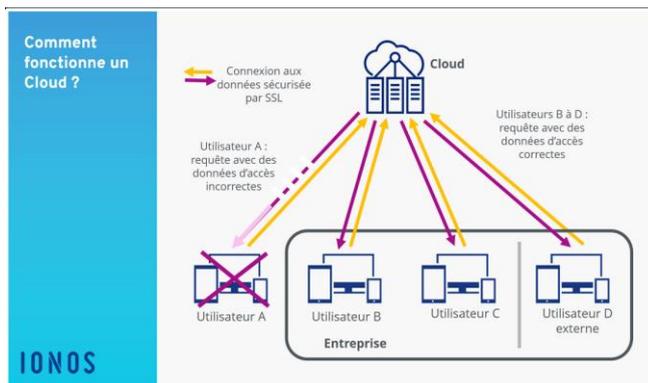
Le cloud computing est désormais largement adopté par les entreprises de tous les secteurs, devenant ainsi la méthode de stockage de données privilégiée.

### 2.3. Son fonctionnement

L'informatique en nuage est un modèle de provision de ressources et de services à la demande via Internet, en opposition au stockage local et à l'exécution des programmes depuis un disque dur. De ce fait, les ordinateurs de bureau, les ordinateurs portables, les téléphones mobiles, les tablettes et autres appareils connectés deviennent des points d'accès pour exécuter des applications ou consulter des données hébergées sur des serveurs distants (Mell & Grance, 2011 ; Stanoevska-Slabeva & Wozniak, 2010).

La figure suivante présente de manière concise le fonctionnement du Cloud Computing.

Figure 5 : Fonctionnement du cloud



Source : (Ionos, 2022).

Le mécanisme du cloud repose sur l'exploitation de centres de données. Plutôt que de stocker les données sur les dispositifs locaux tels que les téléphones, ordinateurs ou tablettes, elles sont logées sur des serveurs virtuels. Ces serveurs virtuels sont connectés à d'immenses centres de données qui sont pourvus de l'infrastructure essentielle pour garantir le stockage et la sécurité des données (Amazon Web Services, 2021).

Cette partie examinera en détail les cinq caractéristiques fondamentales du cloud, ses trois modèles de service, ainsi que les quatre modèles de déploiement qui constituent l'architecture du cloud computing (Mell & Grance, 2011).

- Les 5 caractéristiques essentielles du cloud (Dillon et al., 2010 ; Mell & Grance, 2011 ; Stanoevska-Slabeva & Wozniak, 2010 ; Zlatanov, 2016) :
- 1) *Libre-service à la demande* : Les utilisateurs ont la capacité de demander et d'allouer eux-mêmes des ressources informatiques, comme du temps de serveur ou de l'espace de stockage réseau, en fonction de leurs besoins spécifiques. Ils peuvent le faire de manière autonome, sans avoir à interagir directement avec chaque fournisseur de services.
  - 2) *Accès étendu au réseau* : Les capacités informatiques sont disponibles et accessibles via le réseau, comme Internet, et peuvent être utilisées à l'aide de mécanismes standard. Ces mécanismes permettent aux utilisateurs d'accéder aux capacités informatiques à partir de différentes plateformes clientes, qu'elles soient légères (comme les téléphones mobiles et les tablettes) ou lourdes (comme les ordinateurs portables et les postes de travail).
  - 3) *Mise en commun des ressources* : Le cloud permet aux fournisseurs de regrouper leurs ressources informatiques afin de les partager avec plusieurs utilisateurs simultanément. Ces ressources, qu'elles soient physiques ou virtuelles, sont allouées et réallouées dynamiquement en fonction des besoins des utilisateurs. Les utilisateurs n'ont pas un contrôle direct sur l'endroit précis où se trouvent ces ressources, mais ils peuvent indiquer une zone générale, comme un pays ou un centre de données. Les ressources disponibles incluent le stockage, le traitement, la mémoire et la bande passante réseau.
  - 4) *Élasticité rapide* : L'informatique en nuage permet aux utilisateurs de gérer leurs ressources informatiques de manière flexible. Les utilisateurs peuvent allouer les ressources nécessaires de

manière élastique, en fonction de leurs besoins. Cette allocation peut être effectuée manuellement ou de manière automatisée. Les utilisateurs ont l'impression que les capacités disponibles sont illimitées, car ils peuvent les utiliser en quantités variables et à tout moment. Cette capacité d'adaptation rapide permet aux utilisateurs de répondre efficacement à leurs besoins fluctuants en termes de capacités informatiques.

5) *Service mesuré* : Dans les systèmes cloud, les ressources sont gérées de manière automatisée pour les utiliser de manière optimale. Des mécanismes de mesure adaptés à chaque type de service, tels que le stockage, le traitement, la bande passante et les comptes d'utilisateurs actifs, sont utilisés pour contrôler et optimiser l'utilisation de ces ressources. Cette surveillance continue permet de surveiller et de contrôler l'utilisation des ressources, offrant ainsi une transparence tant pour le fournisseur que pour l'utilisateur du service.

- Les services d'informatique en nuage proposés par les fournisseurs se répartissent généralement en trois catégories distinctes<sup>15</sup> : (Dillon et al., 2010 ; Mell & Grance, 2011; Zlatanov, 2016) :

1) *SaaS* : Le logiciel en tant que service (« Software as a Service » en anglais) est la facette la plus visible du cloud pour les utilisateurs finaux, car il englobe les applications logicielles réelles auxquelles ils accèdent et qu'ils utilisent (Stanoevska-Slabeva & Wozniak, 2010). Ce modèle offre aux utilisateurs la possibilité d'utiliser des applications/logiciels fournis par un prestataire de services, qui s'exécutent sur une infrastructure cloud. Les logiciels sont disponibles à partir de n'importe quel ordinateur, indépendamment du système informatique utilisé par le prestataire. Les utilisateurs n'ont pas de contrôle sur l'infrastructure cloud sous-jacente, telle que le réseau, les serveurs, les systèmes d'exploitation, le stockage et les fonctionnalités des applications, à l'exception de quelques paramètres de configuration spécifiques à chaque utilisateur (Stanoevska-Slabeva & Wozniak, 2010).

Des exemples couramment utilisés d'offres SaaS comprennent Salesforce.com ainsi que les applications Google telles que Google Mail, Google Docs et Spreadsheets (Stanoevska-Slabeva & Wozniak, 2010).

D'après les analystes du marché, l'adoption croissante des solutions SaaS par les entreprises et la forte pression pour réduire les coûts informatiques sont des facteurs clés qui stimulent la demande et la croissance du SaaS, ainsi que du cloud computing, dans les années à venir (Stanoevska-Slabeva & Wozniak, 2010).

2) *PaaS* : La plateforme en tant que service (« Platform as a Service » en anglais) offre aux utilisateurs la possibilité de déployer leurs propres applications sur l'infrastructure cloud en utilisant des langages de programmation, des bibliothèques, des services et des outils pris en charge par le fournisseur. Les utilisateurs n'ont pas à gérer l'infrastructure cloud sous-jacente, telle que le réseau, les serveurs et les systèmes d'exploitation, mais ils ont le contrôle sur les applications déployées et peuvent configurer l'environnement d'hébergement des applications. En somme, le service (PaaS) permet aux utilisateurs de créer et de déployer leurs propres applications sur le cloud en utilisant les outils et les services fournis par le fournisseur.

---

<sup>15</sup> Voir Annexe 6.

Selon Etchevers (2012), ce modèle joue un rôle crucial dans la gestion complète du cycle de vie des applications. Cela inclut des étapes essentielles telles que la conception, le déploiement et l'administration globale des applications.

Google App Engine et Microsoft Azure sont des exemples de services PaaS. Microsoft Azure propose également des fonctionnalités permettant de modifier les applications en ligne directement à l'aide de techniques de bureau à distance (Galloway et al., 2011).

3) *IaaS* : L'Infrastructure en tant que Service (« Infrastructure As a Service » en anglais) peut être comparée à la location d'un espace informatique flexible. Des ressources informatiques telles que de la puissance de calcul, du stockage et des réseaux sont accessibles virtuellement auprès d'un fournisseur de services Cloud. L'utilisateur peut ensuite exploiter ces ressources pour déployer et exécuter ses propres logiciels, tels que des systèmes d'exploitation et des applications. L'utilisateur a la possibilité de contrôler et de configurer ses logiciels selon ses besoins, tout en étant déchargé de la responsabilité de gérer l'infrastructure sous-jacente, qui est prise en charge par le fournisseur de services. L'utilisateur dispose d'un certain contrôle sur les composants réseau, tels que les pare-feux, afin d'assurer la sécurité de ses applications.

- Enfin, il existe quatre modèles de déploiement du Cloud Computing qui définissent l'architecture et l'organisation de la mise à disposition des services cloud aux utilisateurs (Dillon et al., 2010 ; Mell & Grance, 2011 ; Stanoevska-Slabeva & Wozniak, 2010 ; Zlatanov, 2016) :

- 1) *Le cloud privé* : Cette infrastructure est réservée à l'usage exclusif d'une seule organisation, regroupant plusieurs utilisateurs tels que les différents départements de l'entreprise. Elle peut être possédée, gérée et exploitée par l'organisation elle-même, un tiers ou une combinaison des deux. Elle peut être hébergée soit en interne, soit en externe.
- 2) *Le cloud communautaire* : Elle est réservée à l'usage exclusif d'une communauté spécifique d'utilisateurs provenant d'organisations partageant des préoccupations communes, telles que la mission, les exigences de sécurité, les politiques et la conformité. Elle peut être possédée, gérée et exploitée par une ou plusieurs organisations de la communauté, un tiers ou une combinaison des deux, et peut être située sur site ou à distance. Les ressources et les responsabilités sont partagées entre les membres de la communauté.
- 3) *Le cloud public* : L'infrastructure cloud est accessible au grand public. Elle peut être possédée, gérée et exploitée par une entreprise, une institution académique ou gouvernementale, ou une combinaison de celles-ci. Elle est hébergée sur les installations du fournisseur de cloud. En conclusion, c'est un service partagé entre plusieurs entreprises qui profitent toutes de la même infrastructure. Les principaux fournisseurs de Cloud public sont Amazon Web Services, Microsoft Azure, IBM et Google Compute Engine.
- 4) *Le cloud hybride* : L'infrastructure cloud hybride est constituée de deux ou plusieurs infrastructures cloud distinctes (privées, communautaires ou publiques) qui restent des entités indépendantes mais sont connectées entre elles par une technologie standardisée ou propriétaire. Cela permet la mobilité des données et des applications, notamment la migration des charges de travail entre les différents clouds pour équilibrer la charge. Les entreprises qui optent pour le Cloud hybride tirent ainsi parti des avantages des clouds public et privé au sein d'une même infrastructure.

## 2.4. Synergie entre le cloud et l'IA

Dans un contexte où nous sommes confrontés à une quantité croissante de données, il devient essentiel de disposer d'une technologie capable de synthétiser, analyser et agir rapidement sur ces données afin d'améliorer les processus et les résultats (Mohandas, 2020). Selon Chabanne (2021), la gestion efficace des données est devenue un avantage concurrentiel majeur pour les entreprises.

L'intégration de l'IA dans le cloud computing représente la prochaine étape logique pour améliorer les performances de cette technologie, offrant ainsi de nombreuses opportunités aux entreprises. L'intelligence artificielle et le cloud computing se complètent harmonieusement, le cloud fournissant la puissance de calcul requise ainsi que les ressources nécessaires au développement, à l'entraînement et au déploiement des modèles d'intelligence artificielle (Dirican, 2015 ; Mohandas, 2020 ; Topol, 2019). Par ce fait, cette synergie permet à l'IA de tirer parti du stockage et de la gestion efficaces des données dans le cloud, facilitant ainsi l'exploitation d'importants volumes de données pour nourrir son apprentissage et sa compréhension. Les experts considèrent même que l'intelligence artificielle pourrait être la force révolutionnaire qui redéfinit les solutions de cloud computing (Mohandas, 2020).

L'intelligence artificielle dynamise les plateformes cloud existantes en utilisant les technologies d'apprentissage automatique dans des environnements de calcul basés sur le cloud. Grâce à l'utilisation de vastes quantités de données dans des algorithmes spécifiques, des modèles d'apprentissage automatique (*Machine Learning*) peuvent être créés de manière cruciale, avec une efficacité accrue grâce à l'utilisation du cloud (Mohandas, 2020). Conformément au chapitre 1, les divers modèles d'apprentissage ont la capacité d'apprendre des données en identifiant des motifs spécifiques, et leur précision de prédiction s'améliore progressivement avec l'augmentation des données fournies. L'utilisation de modèles d'apprentissage automatique pour détecter des tumeurs dans des milliers de rapports de radiologie est une illustration concrète (Mohandas, 2020 ; Topol, 2019). Cette approche peut être adaptée aux besoins de diverses industries, étant donné que les données d'entrée peuvent être de différentes formes, telles que des données brutes, des données non structurées et des données structurées (Mohandas, 2020). Ainsi, dans le secteur de l'audit, l'alliance entre l'apprentissage automatique et le cloud computing ouvre la voie à une détection plus performante des fraudes financières. Cette convergence autorise les auditeurs à examiner d'abondantes données financières hébergées dans le cloud pour repérer d'éventuels schémas ou comportements inhabituels (Marshall & Lambert, 2018).

Un autre avantage important de cette synergie est que l'IA peut jouer un rôle essentiel en cybersécurité en détectant les anomalies dans le trafic réseau entre les utilisateurs du cloud et les fournisseurs de services cloud. Des outils de sécurité réseau basés sur l'IA sont déployés pour protéger les infrastructures cloud contre les cyberattaques en temps réel, stoppant ainsi les menaces avant qu'elles n'affectent les données stockées chez les fournisseurs de services cloud (Mohandas, 2020).

## Chapitre 3. La Reconnaissance Optique de Caractères (OCR)

### 3.1. Sa définition

Oxford Dictionary décrit l'OCR comme « *le processus de lecture de documents imprimés par une machine afin que les informations puissent être traitées par un ordinateur ou envoyées sur un réseau* » (*optical-character-recognition noun - Definition, pictures, pronunciation and usage notes | Oxford Advanced Learner's Dictionary at OxfordLearnersDictionaries.com, s. d.*)

L'OCR est une méthode de reconnaissance automatique qui permet l'identification d'objets sans intervention humaine. Ce système collecte et insère les données directement dans les systèmes informatiques. Les données externes, issues de l'analyse d'images, de sons ou de vidéos, sont transduites en fichiers numériques par un convertisseur. Ces fichiers sont ensuite stockés en vue d'une analyse ultérieure par l'ordinateur (Chaudhuri et al., 2017).

Pour être plus complet, il s'agit d'une technologie employée pour convertir des documents imprimés ou manuscrits en texte numérique éditable à l'aide d'un logiciel spécifique. Elle repose sur des modèles ou des algorithmes de reconnaissance de caractères pour analyser les images ou les numérisations de documents et pour identifier les caractères présents. L'OCR trouve une large application dans la numérisation de documents, la transformation de livres physiques en formats électroniques, la reconnaissance automatique de factures, la détection de texte dans des images et bien d'autres domaines. L'OCR a engendré une transformation significative dans la façon d'interagir avec le texte, en rendant les documents plus accessibles et facilement manipulables (Harraj & Raissouni, 2015 ; Mittal & Garg, 2020 ; Nieters, 2022).

### 3.2. Son histoire

#### 3.2.1. Ses origines

Au cours de son histoire, l'OCR a connu un développement significatif, avec des origines remontant à des appareils tels que la machine à lire de Tauschek<sup>16</sup> et l'Optophone de Fournier<sup>17</sup>, créés entre 1870 et 1931 pour aider les personnes malvoyantes à lire (Khan & Adnan, 2018 ; Schantz, 1982). Dans les années 1950, une avancée majeure a été réalisée grâce à l'invention de Gismo, qui a permis la traduction de messages texte imprimés en code machine, simplifiant ainsi le traitement informatique. Ces développements ont été rendus possibles grâce aux efforts conjoints de David H. Shepard<sup>18</sup> et Harvey Cook. David H. Shepard est reconnu comme le développeur du premier système OCR au monde (Khan & Adnan, 2018).

Les premiers systèmes de reconnaissance de caractères ont émergé avec l'avènement des ordinateurs numériques. Au milieu des années 1950, les machines OCR sont devenues disponibles commercialement mais leur prix élevé restreignait leur adoption jusqu'aux années 1980. Néanmoins, à mesure que les coûts matériels ont baissé et que des logiciels OCR sont devenus disponibles, les ventes ont connu une augmentation significative (Chaudhuri et al., 2017). La société Intelligent Machines Research a été pionnière dans la commercialisation des appareils OCR (Khan & Adnan, 2018).

---

<sup>16</sup> Voir Annexe 7.

<sup>17</sup> Voir Annexe 8.

<sup>18</sup> David H. Shepard (1923-2007) : un inventeur américain, qui a inventé entre autres, le premier appareil de reconnaissance optique de caractères, le premier système de reconnaissance vocale et la police numérique Farrington B utilisée sur les cartes de crédit.

Par la suite, l'évolution de l'OCR a été marquée par des avancées majeures, notamment par les développements des scanners de codes-barres, des passeports et d'autres dispositifs dans les années 1980, comme en témoignent les travaux de Khan et Adnan (2018). Les années 1990 ont été une période clé, durant laquelle des progrès significatifs ont été accomplis dans les systèmes OCR grâce à l'intégration du traitement d'image, des techniques de reconnaissance de formes et des méthodologies d'intelligence artificielle, comme relevé par Chaudhuri et al. (2017). Ces avancées ont ouvert la voie à la création de sociétés renommées telles que Caere Corporation, Kurzweil Computer Products Inc et ABBYY, qui se sont dévouées au développement continu de l'OCR pendant les années 1980 et 1990 (Khan & Adnan, 2018).

Entre 2000 et 2017, une série de nouvelles technologies ont émergé, proposant des services en ligne exploitant l'OCR via le Web, ainsi que des applications de traduction en temps réel sur les smartphones. Cette période a également vu la disponibilité croissante de nombreux logiciels OCR en ligne, parmi lesquels ceux proposés par Adobe et Google Drive, qui sont accessibles gratuitement (Khan & Adnan, 2018).

De nos jours, les systèmes OCR modernes tirent parti de la puissance de calcul des ordinateurs, de la précision des dispositifs électroniques, ainsi que des approches avancées telles que les réseaux neuronaux artificiels, les modèles de Markov cachés, le raisonnement flou et le traitement du langage naturel. Malgré les avancées réalisées et les succès obtenus dans des domaines spécifiques, les chercheurs dans le domaine de l'OCR persistent dans leurs efforts pour atteindre leur objectif ultime : reproduire une lecture humaine fluide, en particulier dans le cas de l'écriture manuscrite non contrainte (Chaudhuri et al., 2017).

A l'heure actuelle, l'OCR est technologie couramment utilisée dans diverses industries, y compris les secteurs bancaires, financiers, de la santé, de la vente au détail et du gouvernement (Holley, 2009).

### 3.2.2. Son évolution

Le développement des systèmes OCR commerciaux peut être divisé en trois générations (Chaudhuri et al., 2017) :

- 1) Initialement, les machines OCR présentaient des limitations et ne pouvaient reconnaître que des formes de caractères spécifiques et des polices contraintes en utilisant des techniques de correspondance de modèles.
- 2) La deuxième génération des machines OCR, qui a vu le jour entre le milieu des années 1960 et le début des années 1970, a marqué une expansion significative de leurs capacités. Les machines OCR de cette génération pouvaient désormais reconnaître à la fois les caractères réguliers imprimés par des machines et des caractères manuscrits, bien que ces derniers soient limités en nombre.
- 3) Vers le milieu des années 1970, une troisième génération de systèmes OCR a fait son apparition, surmontant avec succès les défis liés à la mauvaise qualité des documents et permettant de prendre en charge des ensembles de caractères plus vastes. Ces avancées technologiques ont entraîné le développement de machines OCR sophistiquées, qui se sont avérées particulièrement utiles pour la saisie de texte et le traitement de texte avant la généralisation des ordinateurs personnels et des imprimantes laser.

En poursuivant la lecture, l'émergence de la nouvelle génération d'OCR est mise en évidence et expliquée plus en détail.

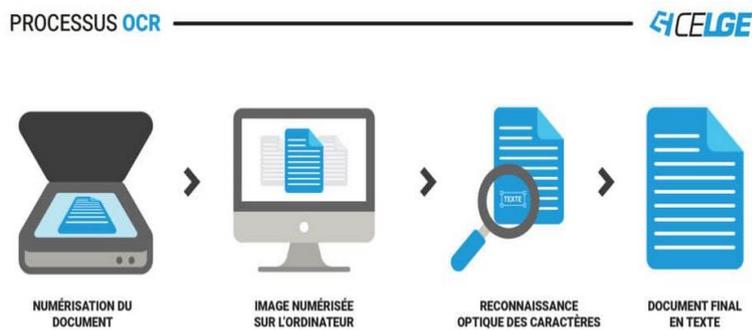
## 3.3. Fonctionnement et limites de l'OCR traditionnel

### 3.3.1. Son fonctionnement

Afin de saisir le mécanisme de fonctionnement de l'OCR, il est essentiel de saisir le processus sous-jacent. Le logiciel OCR examine les pixels d'une image et s'efforce de repérer les motifs correspondant aux caractères. Ce logiciel utilise divers algorithmes pour discerner et catégoriser ces motifs en tant que caractères spécifiques (Holley, 2009).

Ce tableau représente de manière clair et simple le fonctionnement de l'OCR traditionnel.

*Figure 6 :* Fonctionnement de l'OCR



Source : (Marie & Marie, 2021).

Différentes techniques sont utilisées dans les systèmes OCR telles que le balayage optique, la segmentation de localisation, le prétraitement, la segmentation, la représentation, l'extraction de caractéristiques, la formation et la reconnaissance, et le post-traitement (Chaudhuri et al., 2017).

Dans le but d'améliorer la compréhension de son fonctionnement, une explication générale des principales techniques utilisées dans le processus OCR est fournie.

1. Prétraitement de l'image
2. Segmentation
3. Reconnaissance des caractères
4. Post-traitement de la sortie

#### 1. Prétraitement de l'image

Le prétraitement d'images est une étape cruciale dans le monde de la reconnaissance optique de caractères et de la détection de texte (Harraj & Raissouni, 2015). Afin de reconnaître avec précision les caractères d'une image, il est important d'améliorer la qualité de l'image et de supprimer tout bruit ou information non pertinente. Les techniques de prétraitement d'image visent à améliorer le contraste, la netteté et la clarté de l'image, ce qui facilite l'identification et la reconnaissance des caractères par les algorithmes OCR (Sharif et al., 2010).

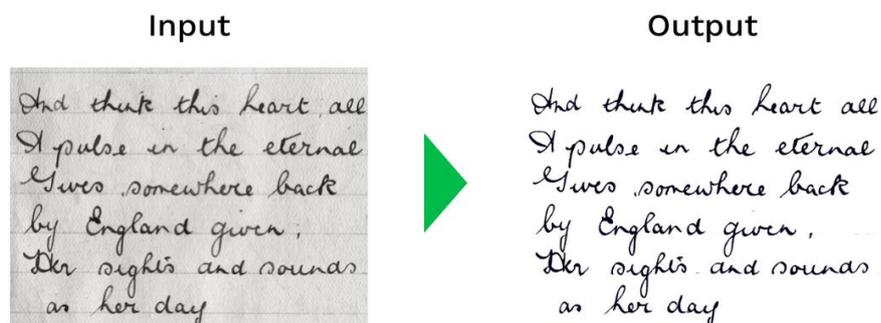
Les principales techniques couramment employées pour améliorer les images ou les documents numérisés incluent :

- 1) Le redressement, qui consiste à corriger l'angle et à ajuster la photo.



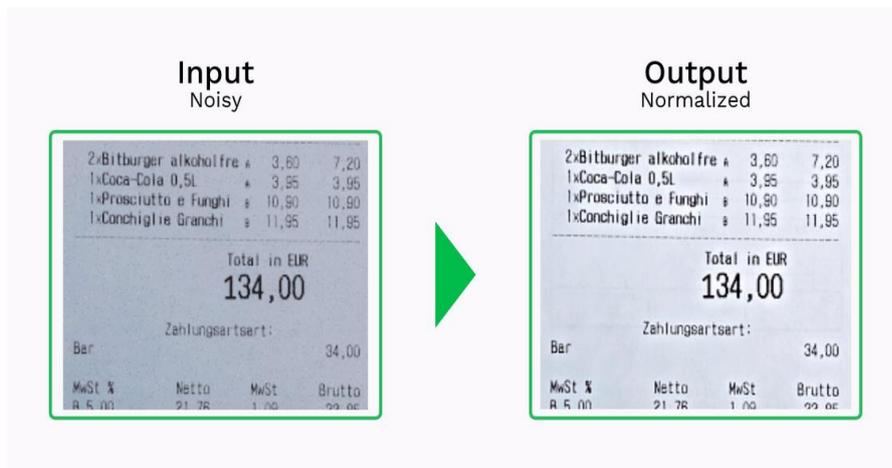
Source : (Nieters, 2022).

- 2) Le deuxième processus, la binarisation, est une technique de prétraitement couramment employée dans l'OCR. Elle transforme l'image en une image binaire en distinguant le premier plan (texte) de l'arrière-plan. Cette technique est particulièrement utile pour les images avec des conditions d'éclairage variables ou des arrière-plans complexes. En convertissant l'image en noir et blanc, les algorithmes OCR peuvent se concentrer uniquement sur le texte, en ignorant tout élément distrayant (Harraj & Raissouni, 2015).



Source : (Nieters, 2022).

- 3) Un autre aspect important du prétraitement d'image est la suppression du bruit. Dans de nombreuses images, il peut y avoir des éléments indésirables tels que des rayures, des taches ou des taches qui peuvent interférer avec la reconnaissance des caractères (Sharif et al., 2010). Les algorithmes de prétraitement utilisent diverses techniques pour éliminer ces artefacts de bruit, comme le filtrage médian ou le flou gaussien (Sharif et al., 2010). En éliminant le bruit, les systèmes OCR peuvent atteindre une plus grande précision dans la reconnaissance des caractères.



Source : (Nieters, 2022).

- 4) La normalisation est un processus visant à éliminer les variations de l'écriture et à obtenir des données standardisées. Cela peut impliquer la conversion de lettres majuscules en lettres minuscules, l'élimination des espaces ou des symboles inutiles (Chaudhuri et al., 2017).

En somme, l'objectif de cette étape consiste à optimiser la qualité de l'image afin de faciliter le processus de reconnaissance en éliminant les perturbations, en corrigeant les distorsions par exemple.

## 2. Segmentation

La segmentation est le processus de division de l'image en segments significatifs, tels que des lignes de texte ou des caractères individuels (Chen & DeCurtins, 1993). On identifie les différents éléments et on les divise en blocs rectangulaires avec des étiquettes correspondantes (tableau, texte, figure, etc.) (Khan & Adnan, 2018). Cette étape est cruciale car elle permet aux algorithmes OCR d'analyser chaque segment séparément, améliorant ainsi la précision de la reconnaissance des caractères (Chen & DeCurtins, 1993). Il existe différentes méthodes de segmentation de texte, en fonction de la complexité et de la disposition de l'image (Chaudhuri et al., 2017).

L'analyse des composantes connectées est une technique courante qui regroupe les pixels en fonction de leur connectivité<sup>19</sup> (Li et al., 2008). Cette méthode fonctionne bien pour les caractères et les lignes de texte bien séparés. Cependant, pour des mises en page plus complexes ou des caractères qui se chevauchent, des techniques de segmentation avancées sont nécessaires (Yin & Liu, 2009).

Une approche pour surmonter les défis de la segmentation est l'utilisation de la segmentation basée sur les fonctionnalités (Chen & DeCurtins, 1993). Cette méthode se concentre sur l'extraction de caractéristiques localisées, telles que des segments de ligne courts ou des régions fermées, pour identifier et séparer les caractères (Chen & DeCurtins, 1993). En analysant ces caractéristiques, les algorithmes OCR peuvent segmenter avec précision le texte et améliorer la précision globale de la reconnaissance (Chen & DeCurtins, 1993).

<sup>19</sup> Approche qui permet d'identifier des formes ou des objets distincts dans une image en les considérant comme des groupes interconnectés de pixels.

### 3. Reconnaissance de caractères

La reconnaissance des caractères est l'étape centrale de l'OCR, où les caractères segmentés sont identifiés et convertis en texte lisible par machine (Islam et al., 2017). La précision de la reconnaissance des caractères dépend fortement des algorithmes complexes et des modèles utilisés (Bunke et al., 1995).

Il existe deux approches distinctes pour cette étape :

L'approche basée sur les règles de la reconnaissance des caractères utilise des règles et des modèles prédéfinis pour identifier et classer les caractères. Tout d'abord, elle récupère les parties de texte présentes sur chaque page de l'entrée (Hamdi et al., 2017). Ensuite, les caractères extraits sont analysés en fonction de leurs contours et comparés à des modèles préétablis (Srihari et al., 1989). Par exemple, le système peut rechercher des barres horizontales et verticales pour identifier un "A". De cette manière, des prototypes sont créés en utilisant des connaissances spécifiques sur les caractères, puis adaptés selon les langues ou polices. Ces modèles sont utilisés pour reconnaître les caractères dans les images (Srihari et al., 1989).

Cette approche offre une flexibilité pour corriger les erreurs et améliorer la précision grâce à l'intégration des connaissances linguistiques. Elle permet également un réglage fin et une personnalisation pour des applications spécifiques nécessitant une reconnaissance précise (Wiechetek et al., 2021). Cette approche basée sur des règles permet un ajustement précis et une personnalisation, la rendant ainsi adaptée à des applications spécifiques nécessitant une reconnaissance précise.

En synthèse, les OCR suivant cette méthode s'appuient sur des règles et des modèles préétablis pour confronter les traits d'un caractère dans une image aux caractéristiques d'une bibliothèque de modèles de référence, permettant ainsi sa reconnaissance. Cela englobe des éléments comme la taille, la hauteur, la forme, les lignes et la structure du caractère (Nieters, 2022). Cette méthode se révèle efficace lorsque les caractères à reconnaître suivent des schémas spécifiques et bien définis, et cela est particulièrement observable dans des images de haute qualité avec des polices standardisées.

La seconde approche, les OCR basés sur l'apprentissage automatique de la reconnaissance représentent la nouvelle génération de cette technologie en évolution. Ils seront abordés plus en détail dans la suite du mémoire.

### 4. Post-traitement du résultat

Il s'agit d'une étape essentielle dans l'OCR, car il vise à améliorer la précision et la qualité de la sortie OCR (Llobet et al., 2010). La sortie des systèmes OCR contient souvent des erreurs dues à divers facteurs tels que la qualité de l'image, les inexactitudes de segmentation ou les limitations inhérentes aux algorithmes de reconnaissance de caractères (Llobet et al., 2010). Par conséquent, des techniques de post-traitement sont utilisées pour corriger ces erreurs et améliorer la qualité globale des résultats de l'OCR (Bassil & Alwani, 2012).

Une technique importante pour le post-traitement des résultats OCR est les méthodes ascendantes pour le post-traitement lexical (Dengel et al., 1997). Ces méthodes impliquent l'analyse de la sortie OCR au niveau lexical et l'application de techniques telles que la vérification orthographique, la correction grammaticale et la désambiguïsation du sens des mots (Dengel et al., 1997). En utilisant les informations linguistiques et le contexte, ces méthodes peuvent encore améliorer la qualité des résultats de l'OCR et améliorer la lisibilité et la précision du texte extrait (Dengel et al., 1997).

Il convient de noter que l'efficacité des techniques de post-traitement dépend des caractéristiques spécifiques de la sortie OCR et de la nature du texte traité (Bassil & Alwani, 2012). Différentes méthodes de post-traitement peuvent être plus adaptées à différents types de textes ou de langues, et les chercheurs continuent d'explorer de nouvelles approches pour améliorer la précision et l'efficacité du post-traitement dans les systèmes OCR (Llobet et al., 2010).

### 3.3.2. Les limites de l'OCR traditionnel

Comme évoqué précédemment, l'OCR basée sur des modèles utilise des modèles prédéfinis pour reconnaître et extraire le texte des documents. Cette approche peut rapidement atteindre ses limites.

L'OCR basé sur des modèles présente une limite majeure en termes d'exactitude pour la reconnaissance de texte avec des polices et des mises en page uniformes (Mishra et al., 2019). Bien que cette approche puisse être efficace pour les documents avec des mises en page uniformes, elle rencontre des difficultés avec des documents dont les polices, les tailles et les mises en page varient (Holley, 2009). Dans une étude menée par des chercheurs, des annotateurs humains ont été invités à paraphraser les résultats d'OCR basés sur des modèles, et il a été constaté que le système ne parvenait souvent pas à reconnaître et à extraire le texte avec précision (Mishra et al., 2019).

Cette limitation peut être particulièrement problématique lorsqu'il s'agit de documents provenant de différentes sources ou avec un formatage unique (Baviskar et al., 2021). En effet, l'ensemble de données prédéfinies peut ne pas englober toutes les variations possibles dans les polices, les tailles et les mises en page, ce qui entraîne des inexactitudes dans les résultats de l'OCR (Baviskar et al., 2021). Par conséquent, la dépendance de l'OCR basée sur des modèles à des modèles fixes limite sa capacité à reconnaître et extraire avec précision du texte à partir d'un large éventail de documents.

En plus de sa propension à l'imprécision, l'approche OCR fondée sur des modèles révèle également des limites dans la gestion des documents complexes. Ces derniers intègrent souvent une combinaison de texte, d'images, de tableaux et d'autres éléments, ce qui rend ardu pour les systèmes OCR d'identifier et d'extraire avec exactitude les informations pertinentes (Abolhassani et al., 2003). Par exemple, quand il s'agit de documents arborant plusieurs colonnes ou des tableaux complexes, l'OCR basé sur des modèles peut rencontrer des difficultés à interpréter correctement la structure de la mise en page et à extraire les données de manière précise (Abolhassani et al., 2003).

Ensuite, l'OCR basé sur des modèles rencontre des difficultés lorsqu'il s'agit de caractères manuscrits non contraints ou de caractères provenant de documents complexes entremêlés d'écritures et de tableaux (Hamad & Kaya, 2016). La nature rigide de l'OCR basé sur des modèles rend difficile l'adaptation aux variations de styles et de formats d'écriture manuscrite, ce qui entraîne des erreurs et des inexactitudes dans la sortie OCR (Hamad & Kaya, 2016). Cette limitation restreint la capacité de l'OCR basé sur des modèles à traiter de manière efficace différents types de documents et à extraire avec précision les informations souhaitées (Hamad & Kaya, 2016). En conséquence, cette méthode, qui s'appuie largement sur des règles et des modèles préétablis, peut ne pas englober toutes les variations et complexités possibles des caractères. Cette situation peut conduire à une moindre précision, particulièrement lorsque des polices manuscrites ou artistiquement stylisées sont impliquées (Zhang et al., 2022).

Une autre contrainte de l'OCR fondée sur des modèles réside dans son manque de dimension évolutive et d'ajustement. Cette méthode d'OCR s'appuie sur des modèles prédéfinis, dont la conception et la mise à jour peuvent exiger un investissement de temps significatif, surtout lorsqu'il s'agit d'un vaste éventail de types de documents variés (Baviskar et al., 2021). À mesure que la quantité et la diversité des documents augmentent, l'évolutivité de l'OCR basé sur des modèles devient un défi à relever (Baviskar et al., 2021).

L'incapacité d'adaptation de l'OCR utilisant des modèles restreint sa capacité à gérer des formats de documents dynamiques. Les systèmes OCR basés sur des modèles rencontrent des difficultés pour s'ajuster aux modifications de mise en page dans les documents, ce qui se traduit par des résultats de reconnaissance optique de caractères peu précis (Levandowski et al., 2015). Dans le cadre d'activités d'audit, compte tenu de la diversité des styles et formats de factures existants, l'extraction de données structurées à partir de ces documents nécessiterait la mise en œuvre d'un grand nombre de nouvelles règles, rendant ainsi le processus fastidieux et complexe. Par conséquent, cette approche requiert des efforts conséquents et une expertise considérable pour la conception et la mise en œuvre des règles, ce qui la rend moins accessible aux individus non spécialisés (Zhang et al., 2022).

En raison de la nécessité croissante de développer un plus grand nombre de règles et d'algorithmes pour accroître la précision, l'approche classique de la reconnaissance optique de caractères peut devenir onéreuse. Pourtant, même en intégrant ces règles et algorithmes, l'obtention de résultats de qualité supérieure n'est pas toujours assurée, car la précision des systèmes OCR peut être altérée par des éléments tels que la qualité de l'image, le style de police et la langue (Holley, 2009).

Par conséquent, du fait de sa forte dépendance vis-à-vis des modèles et des règles, l'approche traditionnelle de la reconnaissance optique de caractères (OCR) affiche des contraintes dans le domaine de l'automatisation (Nieters, 2022).

De nos jours, les entreprises font face au défi de traiter une grande variété de documents dans leurs flux de travail, ce qui appelle à une amélioration de l'OCR traditionnelle pour répondre à ces exigences croissantes.

## 3.4. L'OCR et l'IA : La nouvelle génération

### 3.4.1. L'automatisation

Les OCR conventionnels n'ont pas été conçus pour être une solution d'extraction dynamique de données. En d'autres termes, ils ne proposent pas de fonctionnalités avancées permettant de traiter les données de manière dynamique (Nieters, 2022). Cependant, en raison de l'évolution des besoins et des progrès technologiques, une nouvelle génération d'OCR est en train de voir le jour. Cette version améliorée de l'OCR semble surmonter les limitations de l'OCR traditionnel.

La nouvelle génération d'OCR intègre le traitement intelligent des documents (IDP) (Cutting & Cutting-Decelle, 2021). L'IDP tire sa puissance de l'intelligence artificielle en exploitant un mélange de méthodes comprenant l'apprentissage automatique (*machine learning*), l'apprentissage profond (*deep learning*) et le traitement du langage naturel (NLP), afin de saisir, classifier et extraire les données les plus complexes à automatiser (Abbas et al., 2022 ; Cutting & Cutting-Decelle, 2021 ; Ling et al., 2020).

Un élément d'une importance primordiale de cette nouvelle génération d'OCR est que les données extraites ont la capacité d'être acheminées vers la technologie d'automatisation des processus robotiques (RPA), afin d'être soumises à une validation rigoureuse et à une intégration automatique dans les applications préexistantes (Cutting & Cutting-Decelle, 2021). Par conséquent, le traitement intelligent des documents (IDP) unit la faculté de la reconnaissance optique de caractères (OCR) avec une automatisation intelligente, dans le but d'optimiser les processus axés sur les documents.

Ainsi, l'IDP transcende l'OCR en lui conférant une dimension supérieure : il ne se limite plus à la simple conversion d'images en texte. En intégrant des fonctionnalités d'automatisation intelligente, notamment le traitement et la compréhension de documents complexes, il devient une solution puissante pour automatiser les flux de travail axés sur les documents (Cutting & Cutting-Decelle, 2021).

Les composants et fonctionnalités clés de l'IDP dans l'OCR peuvent être classés en trois domaines principaux : le traitement des documents, l'extraction des fonctionnalités, et classement (Hamad & Kaya, 2016) :

- 1) Le traitement de documents implique la conversion de documents physiques ou numériques dans un format qui peut être facilement traité par OCR. Cela inclut des tâches telles que l'amélioration de l'image, la réduction du bruit et l'analyse de la mise en page. En optimisant la qualité du document, la précision des résultats de l'OCR peut être considérablement améliorée.
- 2) L'extraction de caractéristiques fait référence au processus d'identification et d'extraction des données pertinentes du document. Cela peut inclure l'extraction de texte, de tableaux, d'images et d'autres informations structurées ou non structurées. Les techniques de traitement du langage naturel (NLP), *machine learning* et *deep learning* sont souvent utilisées pour analyser le texte extrait et en tirer des informations significatives.
- 3) La classification joue un rôle essentiel au sein de l'IDP dans l'OCR, car elle permet l'automatisation du routage et du traitement des documents. En analysant le contenu et le contexte d'un document, il peut être catégorisé automatiquement dans différents types de documents ou flux de travail, nécessitant ainsi une intervention humaine minimale. Cette approche permet aux entreprises d'optimiser leurs processus de gestion documentaire, garantissant ainsi que chaque document est géré de manière adéquate et engendrant des gains significatifs en termes d'efficacité. Un exemple illustrant cela est la considérable accélération du processus original impliquant la réception, la description et l'approbation de documents. Le temps requis pour cette opération a été réduit à moins d'une minute, ce qui représente une amélioration d'environ 4 minutes par rapport à la version standard (Ling et al., 2020).

En résumé, l'un des principaux avantages de la mise en œuvre de l'IDP dans l'OCR est la possibilité d'automatiser les processus manuels centrés sur les documents, ce qui permet de réaliser d'importantes économies de temps et d'argent. En éliminant la saisie et le traitement manuels des données, les organisations peuvent rationaliser leurs opérations et améliorer leur efficacité globale (Shidaganti et al., 2021). Une autre valeur ajoutée réside dans l'amélioration de la précision et de la cohérence du traitement des documents, résultant de l'application d'algorithmes plus avancés, comme le sera expliqué ci-dessous.

Le marché de l'IDP appliqué à l'OCR affiche une expansion rapide, notamment au sein de domaines tels que la finance, la santé, le droit et le secteur gouvernemental. Dans ces secteurs spécifiques, caractérisés par d'importants flux de documents, le traitement et l'analyse sont nécessaires pour des tâches telles que la numérisation documentaire, l'extraction d'informations et l'automatisation des procédures de saisie de données. (Cutting & Cutting-Decelle, 2021).

Cette technologie a le potentiel de transformer la façon dont les entreprises gèrent les documents, entraînant une augmentation de la productivité et des économies de coûts (Martínez-Rojas et al., 2023).

L'OCR, ainsi que l'automatisation des processus robotiques (RPA) et les technologies basées sur l'IA, font désormais partie intégrante des entreprises (Baviskar et al., 2021).

### 3.4.2. Les algorithmes

L'association entre l'OCR et l'IA s'étend également au développement et à l'amélioration des algorithmes d'OCR. Ces derniers peuvent être utilisés pour entraîner les systèmes OCR, les rendant plus précis et efficaces dans la reconnaissance et l'extraction de texte à partir d'images (Baviskar et al., 2021). En effet, grâce à cette synergie entre l'intelligence artificielle et l'OCR, les chercheurs peuvent développer et améliorer les algorithmes utilisés dans la reconnaissance optique de caractères. Cette convergence permet d'ouvrir de nouvelles perspectives pour des applications pratiques de l'OCR dans différents domaines, offrant des résultats plus performants et précis dans le traitement de l'information (Chanda et al., 2018).

L'approche basée sur l'apprentissage automatique de la reconnaissance de caractères utilise des algorithmes et modèles qui apprennent à partir des données. Comme évoqué dans le premier chapitre, cette approche implique la formation d'un modèle sur un grand ensemble de données de caractères étiquetés, en utilisant des techniques telles que l'apprentissage en profondeur ou les machines à vecteurs de support (Chanda et al., 2018). Le modèle entraîné peut alors reconnaître et classer les caractères en fonction des modèles qu'il a appris à partir des données d'entraînement (Chowdhury et al., 2019). Cette approche offre plusieurs avantages. Premièrement, il peut gérer un large éventail de variations et de complexités de caractères, y compris les polices manuscrites ou stylisées. En effet, le modèle apprend à reconnaître les modèles et les caractéristiques directement à partir des données, sans s'appuyer sur des règles prédéfinies (Kato et al., 2020). Deuxièmement, l'approche basée sur l'apprentissage automatique peut s'adapter et s'améliorer au fil du temps à mesure que le modèle est exposé à davantage de données. Cela le rend adapté aux tâches nécessitant un apprentissage et une adaptation continus (Kato et al., 2020).

Cependant, l'approche basée sur l'apprentissage automatique a également ses limites. Il nécessite une grande quantité de données d'entraînement étiquetées pour atteindre des performances optimales. La collecte et l'annotation de tels ensembles de données peuvent être chronophages et coûteuses. De plus, les performances du modèle dépendent fortement de la qualité et de la représentativité des données d'apprentissage. Si les données d'apprentissage sont biaisées ou incomplètes, cela peut affecter la précision et la capacité de généralisation du modèle (Gorinski et al., 2019).

L'Annexe 9 illustre de manière schématique l'intégralité du flux de travail d'IDP, montrant chaque étape du processus du début à la fin.

L'Annexe 10 présente une comparaison concise entre l'OCR traditionnelle et l'OCR intégrant le traitement intelligent des documents.

## Chapitre 4. L'audit externe

### 4.1. Définitions

L'American Accounting Association définit l'audit comme « *un processus systématique visant à obtenir et à évaluer de manière objective des preuves concernant des affirmations sur des actions et des événements économiques, afin de déterminer dans quelle mesure ces affirmations correspondent à des critères établis. Les résultats de cet audit sont ensuite communiqués aux utilisateurs intéressés* » (Silvoso, 1972).

L'audit, selon Oxford Dictionary, est « *une évaluation officielle de la qualité ou du niveau de quelque chose* », et plus spécifiquement comme « *un examen officiel des registres commerciaux et financiers visant à garantir leur précision et leur conformité* » (audit\_1 noun - Definition, pictures, pronunciation and usage notes | Oxford Advanced Learner's Dictionary at OxfordLearnersDictionaries.com, s. d.)

Ainsi, l'audit externe est un processus de vérification de la situation financière d'une entité effectué par un organisme indépendant. Cette mission d'audit est menée par un commissaire (un réviseur d'entreprises) et des auditeurs financiers.

### 4.2. L'histoire du métier d'auditeur

#### 4.2.1. Ses origines

L'origine du terme "audit" remonte au mot latin "Audire", qui se traduit par « écouter » (Hayes, 2007). Dans les temps anciens, les auditeurs étaient enclins à écouter les rapports verbaux des individus responsables de rendre des comptes aux propriétaires, en plus des annonces publiques des contribuables, dont les agriculteurs, au sujet des retours de leurs opérations commerciales et des taxes à verser (Hayes, 2007). Progressivement, la vérification des documents écrits s'est incorporée dans le rôle de l'auditeur au fil du temps (Hayes, 2007 ; Kumar, 2015).

La première organisation d'experts-comptables, « Society of Accountants », a été fondée en 1854 à Edimbourg, en Ecosse. Par la suite, elle s'est répandue à travers le monde avec son introduction aux Etats-Unis en 1886, puis aux Pays-Bas en 1895 (Francis, 2022).

La forme actuelle de l'audit que nous connaissons aujourd'hui trouve ses racines en 1844 avec l'adoption de la loi sur les sociétés par actions (Joint Stock Companies Act) par le Parlement britannique (Kumar, 2015). Cette loi marque un tournant car elle impose aux directeurs de rendre des comptes aux actionnaires en présentant des états financiers soumis à une vérification.

Au fil du temps, les attentes envers les auditeurs ont évolué de manière constante pour englober tant les aspects financiers que les aspects non financiers. Par ce fait, les auditeurs ne se limitent plus uniquement à la vérification des données financières et des états comptables des entreprises. Ils sont désormais requis d'intégrer des éléments qui dépassent le cadre des chiffres, tels que les pratiques de gouvernance d'entreprise, les procédures de gestion des risques, la détection de la fraude ainsi que des considérations liées à la durabilité environnementale et sociale. Par exemple, les auditeurs évaluent dorénavant l'absence de fraude au sein de l'entreprise, l'adéquation de ses mécanismes de contrôle interne, la garantie de sa continuité opérationnelle et le fonctionnement de sa structure de gouvernance d'entreprise (Francis, 2022).

#### 4.2.2. Son évolution

L'évolution de la profession d'audit a été marquée par divers facteurs et développements au fil de l'histoire.

À ses débuts, l'audit consistait en une vérification minutieuse de chaque transaction, visant principalement à assurer l'intégrité des individus en charge des responsabilités financières (Parker & Johnson, 2017). Cependant, le concept de test ou d'échantillonnage en tant que procédure d'audit n'est apparu que bien plus tard, conformément aux normes d'audit généralement acceptées (Brown, 1962). Avec le temps, le champ d'action de l'audit s'est étendu, en particulier aux États-Unis, en corrélation avec l'essor des marchés financiers et la régulation financière. (Parker & Johnson, 2017 ; *The Audit Profession and the Evolution to Independent Oversight*, s. d.).

À la suite de la révolution industrielle, l'audit a connu une croissance exponentielle en réponse à l'apparition des sociétés par actions (Kumar, 2015). La séparation croissante entre les propriétaires et les gestionnaires, entraînant une asymétrie d'information<sup>20</sup>, combinée à la complexité croissante des activités, a continué à catalyser le développement de l'audit. Dans ce contexte, les actionnaires de ces entreprises recherchaient une assurance indépendante sur les états financiers de l'entreprise, distincte de la gestion interne (Francis, 2022).

L'évolution de l'audit moderne être aussi attribué à la création d'associations d'auditeurs en tant qu'organismes de réglementation. Cela a marqué un tournant majeur dans la profession, car les auditeurs ont commencé à élaborer des outils théoriques et à recueillir des données empiriques pour étayer leur travail (Bruwer et al., 2020). De plus, l'émergence et le développement des normes d'audit ont joué un rôle crucial dans la formation de la profession (Öhman & Wallerstedt, 2012).

L'évolution de la profession d'auditeur a également été fortement influencée par les répercussions des scandales financiers. Durant les années 1980-1990, des cas de délits financiers ont éclaté, donnant lieu à l'instauration de réglementations supplémentaires axées sur des aspects tels que la gouvernance d'entreprise, l'évaluation des risques et la conformité (Kumar, 2015 ; Francis, 2022). Ces scandales ont entraîné une surveillance étroite des auditeurs. Cependant, des doutes ont été soulevés quant à leur rôle et à leur efficacité, notamment après la fraude d'Enron en 2001 (Levy, 2020). En réaction à cet événement, la loi Sarbanes-Oxley de 2002 a été promulguée, instaurant diverses mesures de responsabilité pour les dirigeants et les auditeurs (Teck-Heang & Md Ali, 2008). Cette législation vise principalement à renforcer les obligations des auditeurs. À cette époque, Arthur Andersen, l'un des principaux cabinets d'audit, a fait faillite en raison de son implication dans l'affaire Enron (Mizrach, 2006).

La technologie a également joué un rôle transformateur dans le façonnement de la profession d'auditeur. Grâce aux progrès de l'informatique et de l'analyse des données, les auditeurs ont pu tirer parti de la technologie pour améliorer l'efficacité et l'efficacé de leur travail (Thottoli et al., 2022). L'utilisation de documents et de rapports électroniques, l'émergence du Big Data, ainsi que l'accélération de l'IA ont eu un impact significatif sur les pratiques d'audit (Moll & Yigitbasioglu, 2019). La capacité d'analyser de grands volumes de données permet aux auditeurs d'identifier plus efficacement les modèles et les anomalies, améliorant ainsi la détection des fraudes et des erreurs. Les professionnels de l'audit sont encouragés à se tenir au courant des dernières avancées technologiques et à adopter de nouveaux outils logiciels pour améliorer leurs processus d'audit (Qasim & Kharbat, 2020 ; Thottoli et al., 2022).

---

<sup>20</sup> Voir Annexe 11.

### 4.3. Les différents types d'audits

Les missions d'audit externe peuvent revêtir une grande diversité en fonction de leurs objectifs. Un auditeur peut en mener différents types (2021 *Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements* | IAASB, s. d. ; Francis, 2022 ; Hayes, 2007) :

- L'audit opérationnel va analyser la performance et l'efficacité des opérations et des méthodes de travail d'une organisation.
- L'audit de conformité vise à vérifier si l'entreprise respecte les règles et réglementations en vigueur.
- L'audit des états financiers a pour but de vérifier si la préparation des comptes annuels d'une entreprise (les états financiers) est conforme à un cadre spécifique de présentation des rapports financiers.
- L'audit judiciaire est effectué dans le cadre d'une procédure judiciaire ou d'une enquête légale afin d'étudier les éléments de preuve et de donner des conclusions sur des questions spécifiques.

Le type d'audit le plus fréquemment réalisé par les auditeurs consiste à examiner les états financiers (Francis, 2022).

### 4.4. L'IAASB et les normes ISA

L'IAASB<sup>21</sup>, ou Conseil des normes internationales d'audit et d'assurance, est un organe indépendant chargé d'établir des normes mondiales en matière d'audit et d'assurance. Ces normes, connues sous le nom de normes ISA<sup>22</sup> (Normes internationales d'audit), offrent des directives et des principes aux professionnels de l'audit pour la réalisation d'audits financiers et d'autres missions d'assurance. Elle est composée de membres provenant de diverses organisations professionnelles de comptabilité et d'audit, et s'efforce de renforcer la confiance dans les audits et les missions d'assurance en élaborant des normes rigoureuses et en veillant à leur adoption et à leur application cohérente à l'échelle mondiale. (2021 *Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements* | IAASB, s. d. ; Francis, 2022 ; Hayes, 2007).

Les normes ISA sont élaborées de manière transparente et en prenant en compte les besoins et les intérêts de toutes les parties prenantes, dont les auditeurs, les établisseurs de rapports financiers, les régulateurs et les utilisateurs des états financiers. Elles abordent divers aspects de l'audit, tels que la planification, la mise en œuvre, l'évaluation des risques, la collecte de preuves et la communication des résultats. Ces normes sont largement adoptées par les auditeurs du monde entier comme référence pour la réalisation de leurs audits. Elles visent à assurer la qualité, la cohérence et l'objectivité des audits financiers, contribuant ainsi à renforcer la confiance du public dans les informations financières présentées par les entreprises. Les normes ISA font l'objet de révisions régulières pour s'adapter aux évolutions du domaine comptable et financier (2021 *Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements* | IAASB, s. d. ; Francis, 2022 ; Hayes, 2007).

---

<sup>21</sup> International Auditing and Assurance Standards Board (Conseil des Normes Internationales d'Audit et d'Assurance).

<sup>22</sup> International Standards of Auditing (Normes Internationales d'Audit).

## 4.5. L'objectif général de l'audit externe

Selon l'IAASB, l'objectif principal de l'audit est d'accroître la confiance des parties intéressées dans les états financiers. Cette confiance est renforcée par l'émission d'une opinion de l'auditeur concernant la préparation des états financiers, en prenant en compte tous les aspects significatifs, en conformité avec un cadre de présentation des rapports financiers applicable. (Réf. : Paragraphe A1) » ((2021 Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements | IAASB, s. d.).

Il est essentiel de faire une distinction significative entre l'auditeur externe et l'auditeur interne, avec la différence fondamentale entre ces deux concepts résidant dans le fait que l'auditeur peut être soit indépendant (externe), soit dépendant (interne) (Francis, 2022).

## 4.6. Le processus d'audit

Le processus d'audit peut être comparé à un cycle scientifique empirique en raison de la similarité de leurs approches systématiques<sup>23</sup> (Hayes, 2007 ; Wallage, 1993).

Tout comme le cycle scientifique empirique commence par une question de recherche, l'audit financier débute avec la demande du client pour vérifier les états financiers (1ère phase) (Hayes, 2007). Ensuite, un plan est élaboré pour tester empiriquement la question de recherche. Dans l'audit financier, un plan d'audit est mis en place pour examiner les affirmations formulées dans les états financiers (2ème phase) (Hayes, 2007). Le chercheur mène ensuite l'expérience, évalue les preuves et analyse les résultats. De manière similaire, l'auditeur réalise des tests, évalue les éléments de preuve pour déterminer la fidélité des états financiers (3ème phase) (Hayes, 2007). Suite à l'analyse des résultats, le chercheur émet un jugement sur l'hypothèse expérimentale, indiquant si elle est fautive, non fautive ou sans conclusion. De façon analogue, l'auditeur émet un jugement sur les états financiers, déterminant s'ils sont non qualifiés, qualifiés ou assortis d'une abstention de jugement (4ème phase) (Hayes, 2007).

Par conséquent, l'audit est soigneusement structuré de manière à permettre aux auditeurs d'examiner et d'analyser de manière approfondie toutes les preuves significatives.

- Les 4 phases du processus d'audit sont (Francis, 2022 ; Hayes, 2007) :

**Phase I** : Activités préliminaires d'engagement (Acceptation du client)

**Phase II** : Comprendre et planifier l'audit

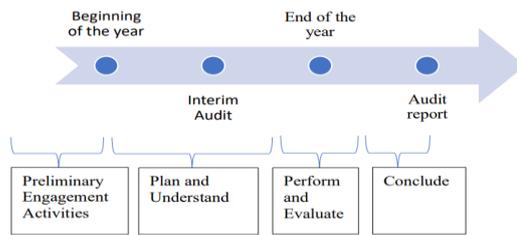
**Phase III** : Effectuer et évaluer (Tests et preuves)

**Phase IV** : Conclure (Évaluation et rapport)

---

<sup>23</sup> Une approche systémique se réfère à une manière de penser et d'analyser un système en prenant en compte l'ensemble de ses composantes et leurs interactions

Figure 7 : Vue d'ensemble du processus d'audit



Source : (Francis,2022).

Les étapes spécifiques du processus sont examinées en détail ci-dessous, et certaines des procédures liées à chaque étape sont clarifiées.

#### 4.6.1. Phase I : Activités préliminaires d'engagement

Objectif(s) : (Francis, 2022 ; Hayes, 2007)

Cette phase à 2 objectifs. Le premier est « l'acceptation du client par l'auditeur ». Ce dernier doit s'assurer qu'il n'existe aucune raison pour lui de rejeter le mandat offert ou accepté par le client. Le deuxième est « l'acceptation par le client de l'auditeur ». Le client doit être persuadé d'opter pour les services d'un auditeur. Afin d'atteindre ces 2 objectifs, il y a une série de procédures à suivre. Cela réduit les risques d'engager une activité d'audit avec un client présentant des problèmes d'intégrité.

Procédures : (Francis, 2022 ; Hayes, 2007)

*1) Examiner les antécédents du client et les motifs de l'audit*

Une bonne compréhension des risques auxquels le client est exposé, de la manière dont ils sont gérés, ainsi que des risques les plus susceptibles de causer des erreurs importantes dans les états financiers est primordial. Selon les normes ISA (International Accounting Standards), les auditeurs doivent pouvoir identifier les risques qui peuvent survenir lors de l'acceptation d'un nouveau client ou d'un renouvellement de mandat.

*2) Assurer le respect des normes éthiques imposée par l'IESBA*

Un auditeur doit respecter des principes éthiques tels que l'indépendance vis-à-vis du client, l'intégrité, l'objectivité, compétence professionnelle et diligence requise, la confidentialité et autres.

*3) Evaluer le besoin d'autres professionnels*

*4) Etablir une communication avec l'auditeur précédent*

Cette communication vise à réduire les menaces et à obtenir des informations importantes sur la situation avant de décider d'accepter ou non la mission. Cette mesure prévient le "shopping d'opinions"<sup>24</sup> et permet au nouvel auditeur de comprendre les circonstances de la résiliation de la relation d'audit, notamment les litiges ou l'intimidation éventuels.

*5) Préparer une proposition au client et choisir l'effectif qui sera chargé de l'audit*

<sup>24</sup> Pratique où une organisation cherche à obtenir une opinion positive sur ses états financiers en sélectionnant des auditeurs qui sont susceptibles de l'émettre. Toutefois, cette pratique est considérée comme contraire à l'éthique et à l'indépendance des auditeurs car elle compromet l'intégrité de l'audit et la fiabilité des informations financières.

Il est essentiel d'examiner la relation commerciale existante entre le cabinet d'audit et le client avant l'appel d'offres, afin de garantir qu'il n'y ait aucun obstacle à l'indépendance qui empêche le cabinet d'audit de soumissionner pour la mission d'audit. Cela répond à l'accent croissant mis sur l'indépendance réglementaire.

- 6) *Obtenir une lettre de mission*
- 7)

#### 4.6.2. Phase II : Planifier et comprendre l'audit

Objectif(s) : (Francis, 2022 ; Hayes, 2007)

Il s'agit d'une étape cruciale au cours de laquelle l'auditeur établira la portée, le calendrier, la quantité et le type de preuves d'audit nécessaires pour garantir l'absence d'erreurs majeures.

Rappelons que le but de l'audit des états financiers est d'avoir l'opinion de l'auditeur. Pour y parvenir, l'auditeur doit recueillir des éléments de preuve d'audit pour étayer et justifier son opinion. Pour obtenir et interpréter ces informations de manière adéquate, l'auditeur doit d'abord comprendre l'entité qu'il examine, y compris son environnement, son activité et son secteur d'activité. Cette compréhension approfondie est essentielle pour mener un audit efficace et émettre une opinion fiable sur les états financiers.

Pour atteindre cet objectif, l'auditeur va suivre des procédures (Francis, 2022 ; Hayes, 2007) :

- 1) *Effectuer des procédures d'audit pour comprendre l'entité, y compris le contrôle interne*

La qualité du contrôle interne est un élément important dans l'évaluation des risques car cela permet à l'auditeur d'évaluer la fiabilité des informations financières fournies par l'entreprise. Ce facteur est considéré comme primordiale pour le contrôleur externe.

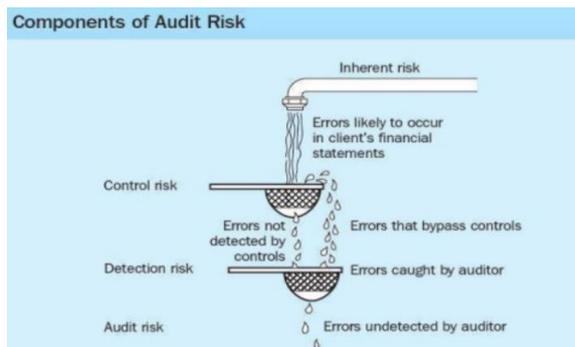
- 2) *Évaluer le risque d'erreurs significatives*

Avant d'évaluer le risque de déclarations inexactes significatives, l'auditeur examine les systèmes comptables et de contrôle interne. Ces procédures d'évaluation des risques fournissent des preuves d'audit pour soutenir les évaluations des risques de déclarations inexactes significatives dans les états financiers. La norme ISA 315 régit l'identification et l'évaluation des risques d'erreurs significatives » (2021 *Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements* | IAASB, s. d.).

Le risque d'audit est formé par l'association de trois éléments de risque :

- Le risque inhérent : il représente le risque de déclarations inexactes en supposant qu'il n'y ait pas de contrôles internes en place.
- Le risque de contrôle : il représente le risque que les erreurs ne soient pas détectées et corrigées en temps opportun par les systèmes comptables et de contrôle interne.
- Le risque de détection : il représente le risque que les procédures d'audit substantives de l'auditeur ne parviennent pas à détecter une déclaration inexacte.

**Figure 8 :** Les composants du risk d'audit



Source : (Francis,2022).

### 3) Détermination de la matérialité :

La matérialité des performances est un seuil fixé par l'auditeur pour réduire le risque que les erreurs non corrigées et non détectées dépassent le seuil de matérialité globale des états financiers. Les erreurs significatives dans les états financiers peuvent influencer les décisions économiques des utilisateurs. La matérialité n'est pas définie de manière précise, mais dépend de la taille relative ou de la nature de l'erreur. La norme ISA 320 réglemente la notion de matérialité en audit (2021 Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements | IAASB, s. d.).

### 4) Élaborer une note de planification et un programme d'audit avec les réponses aux risques identifiés

Cette dernière étape consiste à préparer une note de planification de l'audit et un plan d'audit qui résume la stratégie globale de l'audit. La note de planification inclut des informations sur le client, l'évaluation des risques, l'identification des experts ou des auditeurs internes, l'évaluation de la matérialité, les conclusions sur l'environnement de contrôle, l'évaluation des systèmes comptables et de contrôle interne, le résumé de l'approche d'audit par compte, la planification temporelle des travaux et le budget d'audit. Le plan d'audit est conforme à la norme ISA 300 "Planification d'un audit des états financiers".

## 4.6.3. Phase III : Effectuer et évaluer

**Objectif (s) :** (Francis,2022 ; Hayes, 2007)

« Le but de l'auditeur est de concevoir et de mettre en œuvre des procédures d'audit de manière à lui permettre de recueillir des éléments probants suffisants et appropriés pour pouvoir tirer des conclusions raisonnables sur lesquelles fonder son opinion » (2021 Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements | IAASB, s. d.).

Par conséquent, la preuve regroupe tout élément permettant de valider ou réfuter un fait, une proposition ou une affirmation. Les éléments de preuve d'audit sont utilisés par l'auditeur pour former son opinion, en s'appuyant sur les informations comptables sous-jacentes aux états financiers ainsi que d'autres données. La norme ISA 500 réglemente la notion « d'éléments de preuve d'audit » (2021 Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements | IAASB, s. d.).

L'Annexe 12 reprend les différentes techniques de collecte de preuves de l'auditeur.

Afin d'atteindre cet objectif, le professionnel de l'audit va mettre en œuvre ces procédures (Francis, 2022 ; Hayes, 2007) :

*1) Des tests des contrôles*

Les tests de contrôles sont des étapes essentielles de l'audit visant à évaluer le bon fonctionnement des dispositifs de contrôle en place pour prévenir et détecter les erreurs significatives.

La nature spécifique d'un contrôle influence les procédures d'obtention de preuves sur son efficacité. Par exemple, pour des contrôles reposant sur des documents, l'inspection peut être utilisée. Cependant, pour d'autres contrôles, la documentation peut ne pas être disponible ou pertinente. Dans ces situations, l'auditeur peut obtenir des preuves par des demandes d'informations, des observations, la reconstruction d'opérations ou d'autres moyens.

*2) Des tests substantifs des transactions et tests de détails*

Les tests de solde sont des procédures substantives qui visent à obtenir une assurance raisonnable sur l'exactitude d'un solde figurant dans le grand livre ou à identifier une éventuelle erreur dans le compte. Lors de ces tests, l'auditeur se concentre sur la possibilité d'une surévaluation ou d'une sous-évaluation du montant dans les états financiers. Ces tests ont donc pour objectif de confirmer l'exactitude et l'intégralité des transactions financières.

L'Annexe 13 met en évidence la notion fondamentale des "Éléments de preuve d'audit suffisants et appropriés".

L'Annexe 14 met en lumière l'importance de la fiabilité des éléments de preuve, un élément essentiel dans le domaine de l'audit.

*3) Les procédures analytiques*

Les procédures analytiques évaluent les données financières et non financières pour vérifier leur cohérence et déterminer si elles sont raisonnables. Ces procédures incluent l'analyse de ratios, l'exploration de données et l'analyse des tendances pour évaluer les données financières. Cela comprend l'examen des rapports entre les données financières internes et externes, l'utilisation de techniques informatiques pour détecter des informations ou des schémas cachés, et l'analyse des variations des soldes de compte au fil du temps. Ces procédures aident à identifier des anomalies, des erreurs ou des tendances significatives dans les données financières.

#### 4.6.4. Phase IV : Conclure

**Objectif(s) :** Cette dernière étape poursuit deux objectifs. Le premier consiste à émettre un avis sur les états financiers en se fondant sur l'évaluation des conclusions déduites des éléments probants rassemblés pendant l'audit. Le second objectif est de communiquer clairement cet avis au moyen d'un rapport écrit (*2021 Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements | IAASB, s. d.*).

Les procédures à suivre dans cette phase comprennent (Francis, 2022 ; Hayes, 2007) :

*1) Évaluer les preuves de gouvernance*

Cette procédure consiste à examiner les politiques, règles et structures de prise de décision au sein d'une organisation pour évaluer la manière dont elle est dirigée et gérée.

*2) Effectuer des procédures pour identifier les événements ultérieurs*

3) *Examiner les états financiers et autres documents rapportés*

4) *Effectuer des procédures de clôture*

Les procédures de clôture sont effectuées à la fin d'un audit et ne peuvent généralement pas être réalisées avant la fin des travaux d'audit.

5) *Préparer les points à signaler aux associés*

Le document MAPs (Matters for Attention of Partners) est un rapport qui détaille les décisions prises lors de l'audit et les raisons qui les soutiennent. Il est rédigé par les responsables de l'audit à l'attention de l'associé ou du directeur. Il est donc crucial que tous les faits pertinents soient enregistrés dans les travaux de dossier au moment de la prise de décision. Cela permettra d'évaluer ultérieurement la validité des conclusions basées sur ces faits.

6) *Rendre compte au conseil d'administration*

Une fois l'audit terminé, les auditeurs présentent leurs conclusions et recommandations au conseil d'administration. Cette étape implique la remise d'un rapport détaillé comprenant l'opinion de l'auditeur sur les états financiers, les constatations majeures, les observations sur les contrôles internes et des suggestions pour améliorer les pratiques comptables et financières de l'entreprise.

7) *Préparer le rapport d'audit*

## **4.7. Les différents types d'opinions**

Un auditeur doit formuler et communiquer une opinion sur les états financiers de l'entité.

1) *Opinion sans réserve ou non modifiée*

Cette opinion est la conclusion donnée par un auditeur lorsqu'il est certain que les états financiers d'une entreprise sont présentés de manière précise et en conformité avec les principes comptables applicables. Cela signifie que l'auditeur n'a constaté aucune erreur significative, négligence ou inexactitude dans les états financiers et estime qu'ils reflètent fidèlement la situation financière. Une opinion sans réserve est considérée comme positive et témoigne de la fiabilité des informations financières fournies (Francis, 2022 ; Hayes, 2007).

2) *Opinion avec réserves*

Une opinion avec réserve représente la conclusion d'un auditeur lorsqu'il estime que les états financiers d'une entité sont globalement conformes aux principes comptables en vigueur, à l'exception de certaines problématiques spécifiques qui ont un impact substantiel sur les états financiers. L'opinion avec réserve signale que, bien que les états financiers soient généralement fiables, il existe des réserves ou des points de préoccupation particuliers qui exigent une attention particulière de la part des parties prenantes des états financiers (Francis, 2022 ; Hayes, 2007).

3) *Opinion défavorable/adverse*

Une opinion adverse est émise lorsque l'auditeur estime que les états financiers d'une entité ne sont pas fidèles à la réalité et ne respectent pas les principes comptables applicables de manière significative. Une opinion adverse est considérée comme une évaluation négative des états financiers, indiquant des problèmes importantes et substantiels qui compromettent leur utilité pour les utilisateurs (Francis, 2022 ; Hayes, 2007).

#### 4) *Opinion de non-responsabilité*

Une opinion d'abstention est une conclusion émise par un auditeur lorsqu'il se trouve dans l'incapacité de formuler une opinion sur les états financiers d'une entité. Cette situation peut résulter de limitations dans l'étendue de l'audit, d'incertitudes substantielles ou de l'indisponibilité de certaines informations requises pour évaluer de manière adéquate les états financiers (Francis, 2022 ; Hayes, 2007).

Quand l'auditeur modifie son point de vue à l'égard des états financiers, il est impératif qu'il offre une explication approfondie au sein du rapport d'audit.

### **4.8. Nécessité d'un auditeur externe**

Ce besoin découle de la complexité croissante des organisations et de l'environnement dans lequel elles opèrent. Voici quelques éléments du contexte qui mettent en évidence l'importance de l'audit externe :

En premier lieu, il convient de considérer la dimension et la complexité des organisations. À mesure qu'elles s'agrandissent et se diversifient, leur gestion devient plus intriquée. Cette évolution requiert une évaluation externe des états financiers et de leurs opérations, visant à assurer la conformité aux normes et aux réglementations en vigueur (Eilifsen, et al., 2014). Les entités telles que les entreprises publiques, les ASBL de taille conséquente, les institutions financières et les organismes gouvernementaux sont souvent tenues par la loi d'être auditées (Francis, 2022). En Belgique et au Luxembourg, toutes les entreprises qui atteignent une certaine envergure sont tenues de subir un audit (Francis, 2022). Cette obligation s'applique si, à la fin de l'exercice financier précédent, la société remplit au moins deux des trois critères suivants :

*Figure 9* : Les critères en vue d'être soumis à un audit.

Average number of employees during the year	50 (in full-time equivalent)
Total revenue (excluding VAT)	exceeding 9 million € (8,8 million €)
Total assets	exceeding 4,5 million € (4,4 million €)

Source : (Francis, 2022).

Par la suite, avec l'avènement de la division du travail et des structures hiérarchiques au sein des organisations, s'est développée une distinction entre les responsabilités des propriétaires et des gestionnaires. Cette distinction a engendré une disparité dans la possession d'informations. Comme explicité dans l'Annexe 11, les objectifs des gestionnaires et des propriétaires diffèrent souvent, engendrant des conflits d'intérêts. Il existe un réel risque de manipulation des états financiers par les gestionnaires. Dans ce contexte, l'importance de l'audit réside dans sa capacité à atténuer cette asymétrie d'information en fournissant une évaluation objective et indépendante de l'organisation (Francis, 2022 ; Hayes, 2007).

Pour conclure, la confiance des parties prenantes revêt une importance capitale. Les investisseurs, créanciers, actionnaires et régulateurs doivent avoir foi dans les données financières communiquées par une entité afin de prendre des décisions éclairées et avisées. Dans ce contexte, les auditeurs externes offrent une garantie indépendante de la fiabilité et de la qualité de ces informations, contribuant ainsi à renforcer la confiance des parties prenantes (Eilifsen, et al., 2014 ; Francis, 2022).

# Chapitre 5. L'utilisation du Cloud Computing dans l'audit

## 5.1. Ses applications

Le cloud computing a révolutionné divers secteurs, y compris l'audit financier (Hui Du & Yu Cong, 2010). Les méthodes classiques d'audit financier étaient longues et nécessitaient des ressources considérables. Toutefois, avec l'avènement de l'informatique en nuage, les auditeurs ont la possibilité d'utiliser ses avantages pour améliorer leurs processus et accroître leur efficacité. L'adoption du cloud offre des avantages significatifs à diverses étapes du processus d'audit, notamment :

- ***Phase II : Planification de l'audit***

Il convient de rappeler que cette étape de l'audit financier revêt une signification cruciale, car elle est fondamentale pour garantir à la fois l'efficacité et l'efficience du processus d'audit. Dans ce contexte, le cloud computing joue un rôle de première importance en mettant à disposition des auditeurs des outils et des ressources de grande valeur, contribuant ainsi de manière significative à la réussite de cette phase critique de l'audit (Chou, 2015).

L'un des atouts majeurs du cloud computing à cette étape réside dans sa capacité à faciliter le stockage et l'accès aux systèmes de gestion de l'information, comme le souligne Chou (2015). Les professionnels de l'audit ont la possibilité d'emmagasiner leurs précédents plans d'audit, leurs évaluations des risques et leur expérience de travail dans le nuage, offrant ainsi une récupération aisée et une référence ultérieure (Chou, 2015). Cette démarche permet non seulement un gain de temps considérable, mais elle contribue aussi à approfondir la compréhension des auditeurs des procédés métier du client, comme le mettent en évidence Hui Du et Yu Cong (2010).

En outre, les avancées réalisées grâce aux outils et aux méthodes d'audit rendues possibles par le cloud computing simplifient l'analyse de vastes quantités de données, ce qui se traduit par des évaluations des risques plus pointues et une planification d'audit plus précise, comme le mettent en évidence Alali et Yeh (2012).

Par ailleurs, la dimension évolutive et flexible du cloud computing autorise les auditeurs à ajuster leurs plans et leurs ressources en accord avec les exigences spécifiques de chaque client, comme le soulignent Teeter et al. (2010). En effet, à mesure que les auditeurs acquièrent une meilleure compréhension des opérations de l'entité soumise à l'audit, ils sont en mesure d'anticiper le besoin de ressources supplémentaires pour mener à bien des audits approfondis. Autrement dit, lorsque des processus ou des transactions présentent des signes de risque plus élevé ou exigent une attention particulière, les auditeurs ont la possibilité de prévoir l'assignation de davantage de temps, de personnel, d'expertise et de technologies en vue de mener des contrôles plus complets et minutieux. Dans cette optique, la flexibilité du cloud computing en termes de scalabilité offre la souplesse nécessaire pour adapter les ressources informatiques en fonction de la demande, comme le mettent en évidence Hui Du & Yu Cong (2010).

Globalement, l'utilisation du cloud computing lors de la phase de planification de l'audit financier améliore la performance, la productivité et la précision de tout le processus d'audit.

- ***Phase III : Effectuer et évaluer (Tests et preuves)***

Une autre étape essentielle du processus d'audit où le cloud se révèle être un outil efficace est la phase de travail sur le terrain. Cette dernière implique généralement la présence physique des auditeurs sur le site de l'entreprise, où ils rassemblent des données, examinent des documents et interagissent avec les employés. Cette phase est essentielle pour obtenir une compréhension approfondie des opérations de l'entreprise et pour mener des tests et des vérifications sur place. De la même manière qu'il est

abordé dans le chapitre 4, le but central de cette étape consiste à réunir et examiner des éléments de preuve en vue d'étayer l'opinion de l'auditeur. Le cloud computing présente de multiples applications concrètes à ce stade, offrant aux auditeurs la possibilité de rationaliser leurs démarches sur le terrain et d'améliorer tant la collecte que l'analyse des données (Appelbaum & Nehmer, 2020).

L'un des avantages primordiaux qu'offre l'informatique en nuage lors de la phase de travail sur le terrain réside dans la capacité à accéder en temps réel à des informations financières constamment mises à jour, comme le soulignent Wicaksono et al. (2020). Les systèmes comptables basés sur le cloud facilitent une intégration fluide des données financières, ce qui permet aux auditeurs de consulter les états financiers les plus récents, les transactions en cours et autres données pertinentes avec aisance (Wicaksono et al., 2020). Cette accessibilité instantanée non seulement élève la précision des démarches d'audit, mais elle réduit également la dépendance vis-à-vis d'informations dépassées et potentiellement erronées (Wicaksono et al., 2020).

Par ailleurs, le cloud autorise une surveillance en temps réel des données financières, ce qui améliore la traçabilité de l'utilisation des ressources et facilite les audits internes, comme l'indiquent Nayar & Kumar (2018). Cette disponibilité constante et en temps réel des données garantit une vue complète et actualisée de l'entreprise, ce qui permet aux auditeurs de prendre des décisions éclairées de manière efficiente, comme le soulignent Dimitriu & Matei (2015).

Un autre avantage notable réside dans l'élimination des contraintes temporelles et spatiales, comme l'ont mis en évidence Nayar & Kumar (2018). Historiquement, les auditeurs étaient tenus d'être physiquement présents sur les sites des entités auditées, une situation qui n'était pas toujours réalisable et qui souvent occasionnait des délais. Aujourd'hui, les auditeurs ont la possibilité d'accéder aux données financières, d'examiner les comptes-rendus de réunions, de partager leurs opinions et de laisser des commentaires en temps réel. Grâce à cette capacité à conduire des audits à distance, les auditeurs ne sont plus contraints d'être physiquement présents sur les lieux, ce qui leur permet d'économiser précieusement du temps et des ressources (Teeter et al., 2010).

De plus, le cloud computing favorise et simplifie la collaboration au sein de l'équipe d'audit, car les auditeurs ont la possibilité de travailler simultanément sur les mêmes documents, peu importe leur emplacement géographique. Les auditeurs peuvent aisément partager des documents, des analyses et des conclusions, ce qui contribue à renforcer l'efficacité et la cohérence du processus d'audit (Chou, 2015).

Ensuite, les systèmes d'audit fondés sur cette technologie simplifient l'intégration de processus d'audit normalisés en offrant aux auditeurs la possibilité d'accomplir leurs tâches de manière transparente, comme le notent Lins et al. (2018). Par ce fait, la traçabilité et la surveillance des activités d'audit sont facilitées. Les auditeurs sont en mesure de retracer chaque étape effectuée sur la plateforme cloud, ce qui garantit une transparence et une responsabilité renforcées tout au long du processus d'audit.

En dernier lieu, l'informatique en nuage autorise les auditeurs à exploiter des outils d'analyse de données et d'intelligence artificielle (IA) pour examiner les données, comme le soulignent Marshall & Lambert (2018). Ces outils peuvent automatiser certaines procédures d'audit, telles que la détection de fraudes et l'évaluation des risques, ce qui conduit à des démarches d'audit plus performantes et plus efficaces (Marshall & Lambert, 2018).

En tirant parti des bénéfices offerts par la technologie du cloud computing durant la phase d'exécution sur le terrain, les auditeurs ont la capacité de rehausser leur aptitude à rassembler et à analyser les données, à accroître la transparence de leurs opérations, et à faciliter une collaboration accrue. En outre, l'intégration de l'intelligence artificielle dans le cloud permet une exploitation plus efficace des données.

#### ***Phase IV : Conclusion***

Pour remémoration, la phase de présentation des résultats de l'audit financier constitue une étape cruciale où les auditeurs transmettent leurs conclusions et avis aux parties prenantes concernées. Le cloud présente diverses applications concrètes à ce stade, qui concourent à améliorer l'efficacité et la précision du processus de communication des résultats (Alali & Yeh, 2012).

Un avantage majeur de la technologie en nuage dans la phase de communication réside dans sa capacité à rationaliser la préparation et la diffusion des rapports d'audit, comme relevé par Appelbaum & Nehmer (2020). En stockant la documentation et les rapports d'audit dans le cloud, les auditeurs peuvent collaborer aisément avec leurs coéquipiers et leurs clients, facilitant ainsi la production de rapports précis. Cette approche élimine la nécessité de transférer physiquement des documents et diminue les risques de mauvaise communication ou de perte d'informations essentielles (Appelbaum & Nehmer, 2020).

De plus, le cloud computing contribue aussi à améliorer la communication entre les auditeurs et leurs clients pendant la phase de suivi (Appelbaum & Nehmer, 2020).

L'informatique en nuage offre également des avantages en termes de sécurité et de confidentialité des données (Alali & Yeh, 2012). Les rapports d'audit contiennent souvent des informations sensibles et confidentielles, et il est crucial d'assurer la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité de ces informations. Les fournisseurs de cloud computing investissent massivement dans des mesures de sécurité robustes, telles que le chiffrement, les contrôles d'accès et les sauvegardes régulières, pour protéger les données stockées dans le cloud (Alali & Yeh, 2012). Cela réduit le risque de violation de données et d'accès non autorisé, offrant aux auditeurs et à leurs clients la tranquillité d'esprit quant à la sécurité de leurs rapports d'audit et des informations connexes (Alali & Yeh, 2012).

En synthèse, le cloud computing dans la phase de reporting de l'audit financier présente des applications pratiques qui rehaussent l'efficacité, la précision et la sécurité du processus de communication. En exploitant les technologies et les plateformes basées sur le cloud, les auditeurs peuvent optimiser la préparation et la diffusion des rapports d'audit, profiter des avancées technologiques pour automatiser les procédures de communication, et veiller à la confidentialité ainsi qu'à l'intégrité des données sensibles.

- ***De manière générale***

Il convient de remarquer que des économies de coûts sont également réalisées grâce au cloud computing dans l'audit financier (Nayar & Kumar, 2018). L'investissement initial dans la mise en place de l'infrastructure cloud peut sembler important ; cependant, à long terme, le cloud computing réduit les coûts opérationnels (Nayar & Kumar, 2018). Grâce aux solutions cloud proposées par les fournisseurs de services, les cabinets d'audit n'ont plus besoin d'investir dans du matériel et des logiciels coûteux pour fournir aux auditeurs les ressources dont ils ont besoin. De plus, ils peuvent se libérer des soucis liés à la maintenance et à la mise à niveau de l'infrastructure (Nayar & Kumar, 2018).

Par ailleurs, cette technologie offre une capacité de stockage évolutive, réduisant ainsi la nécessité d'espace de stockage physique (Nayar & Kumar, 2018). Lorsque les données financières augmentent, les organisations peuvent aisément étendre leur capacité de stockage dans le cloud, éliminant ainsi les coûts liés au stockage physique et à la maintenance (Hui Du & Yu Cong, 2010).

## 5.2. Ses défis

L'adoption du cloud computing dans l'audit financier pose également plusieurs défis. En les comprenant, les auditeurs peuvent prendre des décisions éclairées et mettre en œuvre des mesures appropriées pour atténuer les risques et garantir l'intégrité de leur travail.

L'une des principales considérations liées à l'application de cette technologie à l'audit financier réside dans la sécurité des données. Étant donné que les auditeurs conservent des données financières confidentielles dans le cloud, il revêt une importance cruciale de garantir la sécurité et la protection de ces informations (Barona & Anita, 2017). Dans ce contexte, il est crucial de reconnaître que les violations de données constituent une menace majeure, étant donné que l'accès non autorisé à des informations confidentielles peut engendrer des pertes financières et nuire à la réputation (Barona & Anita, 2017 ; Gul et al., 2011). En effet, le stockage de données financières sensibles sur des serveurs externes accroît le risque de compromission des données, et il existe une menace potentielle où des cybercriminels pourraient tenter de pénétrer les plateformes cloud afin d'accéder illégalement aux informations financières (Barona & Anita, 2017). Par conséquent, la responsabilité concernant les problèmes de sécurité repose non seulement sur les auditeurs, mais aussi sur les prestataires de services cloud eux-mêmes (Gul et al., 2011).

Pour atténuer cette menace, il est primordial que les auditeurs sélectionnent des fournisseurs de services cloud renommés, qui mettent l'accent sur la sécurité et possèdent des protocoles solides d'audit de sécurité. Les auditeurs et/ou les fournisseurs doivent mettre en place des dispositifs de sécurité robustes, tels que le chiffrement, des méthodes d'authentification sécurisées, la surveillance en temps réel du trafic et des mots de passe robustes (Barona & Anita, 2017 ; Pavithra et al., 2019). En adoptant ces mesures de sécurité, les auditeurs peuvent améliorer la protection des données financières stockées dans le cloud et, ainsi préserver la confidentialité et l'intégrité des données (Barona & Anita, 2017).

Lorsque les auditeurs font usage du cloud, des préoccupations significatives surgissent en relation avec le contrôle et la propriété des données. Cette situation engendre des défis importants en matière de conformité avec les réglementations en vigueur. En effet, les auditeurs externes doivent s'assurer de se conformer aux lois et aux règlements qui concernent les technologies de l'information, tout en comblant les écarts éventuels entre les procédures d'audit et la protection de la vie privée des données (Tianfield, 2012). Par le biais du stockage des données dans le cloud, les auditeurs transfèrent le contrôle des données au fournisseur de services cloud, entraînant ainsi une perte de contrôle direct (Sookhak et al., 2015). En conséquence, les auditeurs s'exposent au risque d'accès non autorisé aux données des clients, constituant ainsi un défi majeur à relever (Barona & Anita, 2017).

Une pluralité de cadres légaux, réglementaires et de conformité régit les audits financiers, et les auditeurs doivent veiller à ce que les services cloud se conforment à ces exigences (Yimam & Fernandez, 2016). Cela englobe la mise en place de procédures d'audit plus robustes pour vérifier la conformité, ainsi que la conduite d'évaluations périodiques afin d'assurer le respect des règles en vigueur (Seddon & Currie, 2013). Par ce fait, les auditeurs doivent prendre en considération les divers cadres juridiques et réglementaires propres à chaque juridiction lorsqu'ils recourent aux services cloud (Seddon & Currie, 2013). En dernier lieu, ils doivent judicieusement choisir des schémas d'audit qui confèrent un contrôle adéquat sur les données et garantissent la conformité aux réglementations (Sookhak et al., 2015). En relever ces défis permet aux auditeurs de préserver l'intégrité des audits financiers et de se conformer aux réglementations en vigueur.

La fiabilité et l'accessibilité sont des éléments fondamentaux à prendre en compte dans le contexte du cloud computing pour l'audit financier. La disponibilité et la connectivité des services cloud dépendent de plusieurs facteurs, tels que la stabilité du réseau et l'infrastructure du fournisseur (Sunyaev, 2020). Les vérificateurs externes se basent sur cette disponibilité de services pour accéder aux données financières et les traiter. Les auditeurs doivent ainsi s'assurer que les fournisseurs de services cloud sont en

mesure de fournir des services de manière continue et sans interruption (Zafar et al., 2017). Néanmoins, il existe toujours une possibilité de pannes de service, de défaillances d'équipement, voire d'attaques par déni de service, qui peuvent perturber les processus d'audit (Tianfield, 2012).

Pour atténuer ce défi, les auditeurs peuvent mettre en œuvre des processus d'audit automatisés pour réduire le temps d'audit et minimiser l'impact de l'indisponibilité du service (Bauer & Adams, 2012). En outre, les auditeurs doivent tenir compte des mécanismes de reprise après sinistre fournis par les plates-formes de cloud computing afin d'assurer la continuité des opérations et minimiser les interruptions de service (Yang et al., 2017). En surmontant les défis de fiabilité et de disponibilité, les auditeurs peuvent accroître l'efficacité et l'efficacité des audits financiers.



## Chapitre 6. L'utilisation de l'OCR dans l'audit

### 6.1. Ses applications

Auparavant, les auditeurs étaient contraints d'effectuer manuellement l'examen et l'analyse des documents financiers imprimés, ce qui était à la fois une tâche chronophage et sujette aux erreurs. Toutefois, l'incorporation des logiciels de reconnaissance optique de caractères (OCR) au sein des cabinets d'audit ont engendré une transformation majeure dans le traitement des documents (Baviskar et al., 2021). De plus, l'application de l'OCR associée à l'intelligence artificielle (OCR avancé) offre des avantages considérables à différentes phases du processus d'audit, contribuant ainsi à améliorer à la fois son efficacité et sa précision (Fedyk et al., 2022).

- **Phase II : Planification de l'audit**

Lors de cette phase, les auditeurs rassemblent des informations concernant l'entité soumise à l'audit, évaluent les risques et élaborent un plan d'audit. À ce stade, l'OCR se révèle extrêmement bénéfique pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, l'OCR peut apporter une aide précieuse aux auditeurs en extrayant les données pertinentes provenant de diverses sources, telles que les états financiers, les contrats et les documents juridiques. Cette technologie autorise les auditeurs à numériser et à analyser rapidement ces documents, simplifiant ainsi l'analyse et la détection des informations essentielles (Gonçalves et al., 2022).

En deuxième lieu, l'OCR peut être d'une aide précieuse pour les auditeurs dans l'organisation et la classification des données extraites. En transformant le texte en un format compréhensible par les machines, les auditeurs sont en mesure de trier et de regrouper aisément les informations en fonction de tâches ou d'objectifs d'audit spécifiques (Zhang, 2019). Comme mentionné précédemment, l'intégration de technologies intelligentes dans les logiciels OCR permet une classification automatisée.

Enfin, l'OCR associé à d'autres technologies telles que l'analyse de données peut accroître la compétence des auditeurs en repérant les anomalies au sein du grand livre comptable. En appliquant l'OCR aux données financières, les auditeurs peuvent repérer des schémas et des tendances susceptibles de signaler des irrégularités ou des fraudes éventuelles (Ng & Alarcon, 2020).

Dans l'ensemble, l'OCR au stade de la planification d'un audit peut considérablement rationaliser le processus de collecte et d'analyse des données, améliorant ainsi l'efficacité et l'efficacité de l'audit.

- **Phase III : Effectuer et évaluer (Tests et preuves)**

L'étape de travail sur le terrain d'un audit implique le test et la vérification des dossiers financiers et des contrôles internes de l'entité auditée. Cette étape exige que les auditeurs obtiennent des éléments probants suffisants et appropriés pour étayer leurs constatations et conclusions d'audit. L'OCR joue un rôle précieux à ce stade en facilitant l'examen et l'analyse de gros volumes de données. Les auditeurs sont souvent confrontés à de nombreux documents pendant le travail sur le terrain, notamment des factures, des reçus et des relevés bancaires.

Par ce fait, la technologie OCR permet aux auditeurs d'extraire rapidement les données pertinentes de ces documents, réduisant ainsi le temps et les efforts nécessaires à la saisie manuelle des données (Otero, 2018).

Ensuite, l'OCR peut aider les auditeurs à identifier des modèles ou des anomalies dans les données financières, ce qui peut être particulièrement utile dans des domaines tels que la prédiction de la fraude financière ou l'évaluation du risque de faillite (Duan, 2022).

Enfin, l'intégration de l'OCR avec des technologies intelligentes telles que le *machine learning*, le *deep learning* et l'automatisation robotique des processus (RPA) offre une amélioration significative dans le travail d'audit sur le terrain. Cela permet aux auditeurs d'extraire des informations pertinentes à partir de divers documents financiers, tels que des reçus et des factures, et de les convertir en formats numériques structurés, facilement accessibles et analysables (Hamad & Kaya, 2016; Pejic Bach et al., 2019). Pour illustrer, les applications de l'OCR sont souvent utilisées pour analyser des contrats ou des factures émanant de clients ou de fournisseurs. Ce processus permet d'identifier et de récupérer automatiquement des informations cruciales, telles que les montants, les noms, les dates, les numéros de facture et les détails des fournisseurs, ce qui facilite une analyse plus approfondie (Taghva et al., 1996; Yan & Moffitt, 2019).

En automatisant l'extraction et l'analyse des données, les auditeurs peuvent efficacement traiter de vastes volumes d'informations, ce qui diminue le risque d'erreurs d'origine humaine. Cette automatisation permet aussi de réduire les tâches répétitives, libérant du temps pour se focaliser sur des missions à plus forte valeur ajoutée, telles que l'interprétation des données et l'évaluation des risques, améliorant ainsi la qualité globale de l'audit (Fedyk et al., 2022 ; Jacob et al., s. d. ; Yan & Moffitt, 2019).

Pour conclure, l'utilisation de l'OCR dans la phase opérationnelle d'un audit simplifie l'analyse des données, renforce l'évaluation des risques et habilite les auditeurs à gérer leurs temps et leurs ressources de manière plus efficiente.

## 6.2. Ses défis

L'un des principaux défis techniques de l'utilisation de l'OCR dans l'audit financier est la qualité des documents en cours de traitement. En effet, certains des documents financiers, tels que les reçus de factures en espèces, sont souvent de mauvaise qualité, ce qui rend difficile l'interprétation précise des informations par les algorithmes OCR (Yimyam et al., 2020). Cependant, comme précédemment évoqué, l'avancement des algorithmes intelligents contribue à atténuer cette problématique.

Néanmoins, l'OCR n'est pas infaillible et peut toujours rencontrer des problèmes, tels qu'une mauvaise qualité d'image ou des variations dans les polices et les mises en page (Pramkeaw et al., 2022). Ces défis peuvent entraîner des inexactitudes dans les données extraites, ce qui peut avoir un impact sur le processus d'audit. Pour atténuer ces défis, les auditeurs doivent mettre en place des mesures supplémentaires pour assurer l'exactitude et la fiabilité des données générées par l'OCR. Cela peut inclure la vérification manuelle des résultats de l'OCR, la vérification croisée avec les documents d'origine et la mise en œuvre de processus de contrôle qualité (Pramkeaw et al., 2022). En intégrant ces mesures, les auditeurs peuvent réduire le risque d'inexactitudes et renforcer la fiabilité de la technologie OCR dans l'audit financier.

La nature non structurée des documents financiers pose un défi pour la technologie OCR (Baviskar et al., 2021). Les audits financiers impliquent souvent le traitement d'une grande variété de documents, tels que des relevés bancaires, des factures et des formulaires fiscaux, qui peuvent avoir des mises en page et des formats différents. Toutefois, comme évoqué précédemment, la nouvelle génération d'OCR permet d'identifier plus de formats via des technologies intelligentes.

La mise en œuvre de l'OCR dans l'audit financier présente également des défis organisationnels. L'adoption de la technologie OCR oblige les organisations à investir dans la formation et les ressources pour utiliser efficacement la technologie (Gonçalves et al., 2022).

De plus, l'intégration de la technologie OCR aux processus et systèmes d'audit existants peut être complexe et prendre du temps (Gotthardt et al., 2020). Les organisations doivent également tenir compte de l'impact potentiel de l'OCR sur les rôles et les responsabilités des postes, car certaines tâches traditionnellement effectuées par les auditeurs peuvent être automatisées grâce à la technologie OCR

(Kommunuri, 2022). Ces défis organisationnels soulignent la nécessité de stratégies de planification et de mise en œuvre minutieuses lors de l'adoption de l'OCR dans l'audit financier.

Les considérations éthiques jouent un rôle crucial dans l'utilisation de la technologie OCR dans l'audit financier. Alors que la technologie OCR a le potentiel de rationaliser le processus d'audit et d'améliorer l'efficacité, il est important de s'assurer que sa mise en œuvre se fait de manière éthique et transparente (Tiron-Tudor & Deliu, 2021). Une considération éthique est l'impact potentiel sur la sécurité d'emploi des auditeurs. La crainte de perdre des emplois en raison de l'automatisation est une préoccupation commune lors de l'introduction de nouvelles technologies. Cependant, dans le cas de l'OCR dans l'audit financier, les auditeurs ne risquent pas de perdre entièrement leur emploi. Au lieu de cela, la technologie OCR peut aider les auditeurs dans l'extraction et l'analyse des données, leur permettant de se concentrer sur des tâches plus complexes qui nécessitent un jugement et une interprétation humains (Tiron-Tudor & Deliu, 2021).

La conformité représente un autre défi important lors de l'utilisation de l'OCR dans l'audit financier (Yan & Moffitt, 2019). Les auditeurs doivent examiner la conformité du client aux exigences réglementaires et aux normes de l'industrie. Cela devient plus complexe lorsque la technologie OCR est utilisée, car elle implique le traitement et le stockage d'informations financières sensibles. Les réglementations sur la protection des données, telles que le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD), imposent des exigences strictes concernant la gestion des données personnelles et financières (Johnson & Grandison, 2007). Pour garantir la conformité, les auditeurs doivent tenir compte des implications en matière de sécurité et de confidentialité liées à l'utilisation de la technologie OCR. Cela comprend la mise en place de mesures robustes de protection des données, telles que le chiffrement et les contrôles d'accès, pour protéger les informations financières sensibles. De plus, les auditeurs doivent évaluer la conformité du logiciel OCR et des processus associés aux cadres réglementaires pertinents. En abordant ces défis de conformité, les auditeurs peuvent utiliser en toute confiance la technologie OCR dans l'audit financier tout en respectant les obligations légales et éthiques.

Les cabinets d'audit doivent investir dans l'intégration de la technologie OCR au sein de leur infrastructure et de leurs flux de travail existants pour maximiser son potentiel et surmonter tout défi de mise en œuvre (Goh et al., s. d.). Ainsi, certains cabinets pourraient être freinés dans leur capacité à utiliser l'OCR en raison de contraintes budgétaires, de contraintes technologiques.

L'OCR, en tant que technologie d'augmentation de l'IA, peut introduire des erreurs qui sont cohérentes et difficiles à identifier (Gotthardt et al., 2020). De plus, il existe des contraintes pour automatiser les tâches cognitives, car certains éléments de l'audit financier nécessitent un jugement et une interprétation humains. Par exemple, la technologie du traitement automatique du langage naturel (NLP) peut ne pas saisir avec précision les nuances subtiles du langage financier (Gotthardt et al., 2020). Ainsi, l'adoption de l'OCR nécessite un système hiérarchique d'approbation et de contrôle pour garantir l'exactitude et la fiabilité des données générées (Gotthardt et al., 2020). Ces défis soulignent la nécessité pour les auditeurs de faire preuve de prudence et de maintenir un état d'esprit critique tout en utilisant l'OCR dans l'audit financier.

En somme, les logiciels OCR avancés offrent la possibilité d'atténuer certains défis rencontrés dans l'audit financier. Cependant, il demeure essentiel de souligner que la vérification manuelle reste une étape indispensable pour réduire les risques et garantir la précision et l'intégrité des résultats. L'association de technologies avancées avec une validation humaine permet de tirer parti des avantages des deux approches, en créant un équilibre entre l'efficacité offerte par l'automatisation et la vigilance apportée par l'intervention humaine.



## Chapitre 7. Développement des hypothèses suite à la revue de littérature

L'examen approfondi de la littérature nous conduit à formuler des hypothèses qui seront soumises à des tests lors de la phase empirique de cette étude.

- Hypothèse 1 :

Durant notre analyse de la littérature théorique, il est ressorti que l'adoption de technologies telles que l'OCR et le cloud peut se heurter à des obstacles, notamment des contraintes budgétaires. Par conséquent, cette observation nous conduit à émettre la première hypothèse :

**H1 : L'utilisation de ces technologies varie en fonction de la taille du cabinet.**

Cette hypothèse est formulée en vue d'explorer si les grands cabinets manifestent une plus grande propension à adopter ces technologies par rapport aux cabinets de taille plus réduite.

- Hypothèse 2 :

La revue de littérature met en évidence à maintes reprises comment le cloud et l'OCR peuvent considérablement améliorer le processus d'audit. Ces technologies facilitent la collaboration, optimisent l'analyse des documents et réduisent les tâches monotones, libérant ainsi les auditeurs des activités manuelles et redondantes. Par conséquent, il est manifeste que, au sein de l'environnement professionnel des auditeurs, ce sont surtout les professionnels disposant de moins d'expérience en audit qui ont une propension accrue à réaliser des tâches opérationnelles et répétitives (Hayes, 2007). Ces tâches incluent des activités telles que la collecte de preuves, l'analyse des factures etc... Cette approche nous conduit à émettre la seconde hypothèse :

**H2 : Les professionnels d'audit ayant une expérience moindre sont plus enclins à faire usage de l'OCR.**

Cette hypothèse est formulée en vue d'explorer une relation entre le niveau d'expérience des auditeurs et leur propension à utiliser l'OCR.

- Hypothèse 3 :

La section théorique mentionne également la synergie du cloud et de l'OCR avec l'intelligence artificielle. Par conséquent, la troisième hypothèse formulée est :

**H3 : Les professionnels d'audit recourent à des services de cloud et à des logiciels d'OCR intégrant des fonctionnalités d'intelligence artificielle.**

L'objet de cette hypothèse est d'évaluer le degré d'actualisation technologique au sein des cabinets d'audit, une démarche qui pourrait également témoigner de leur volonté d'accroître l'efficacité et d'optimiser leurs pratiques dans le domaine de l'audit.

## Partie II : Étude empirique

Une fois la partie théorique de cette recherche exposée, nous abordons maintenant l'aspect empirique qui nous permet de collecter des informations basées sur l'observation et l'expérience de professionnels de l'audit.

Au commencement du premier chapitre, une problématique est introduite, la justification de l'approche méthodologique de recherche est présentée et les raisons derrière la sélection de l'échantillon sont détaillées. Dans le deuxième chapitre, les résultats provenant des questionnaires et des entretiens, sont présentés et analysés. Au terme du dernier chapitre, les résultats sont examinés en vue de résoudre la problématique tout en établissant des liens avec la partie théorique. Enfin, les hypothèses formulées sont mises à l'épreuve à travers l'analyse des résultats obtenus.

**Cette phase de la recherche a deux objectifs : répondre la problématique soulevée et de mettre à l'épreuve les hypothèses qui ont été formulées.**



# Chapitre 1. Méthodologie

## 1.1. Problématique et justification de la méthodologie

La partie empirique de ce mémoire adopte une approche d'analyse qualitative pour répondre à la problématique soulevée.

Selon Lejeune (2019), toute recherche scientifique repose sur quatre activités essentielles qui, dans le cadre de ce mémoire, ont été menées de manière séquentielle :

### *1) La problématisation*

La première étape du mémoire a consisté à définir le sujet de recherche, qui se concentre sur "L'état des lieux et l'analyse du potentiel du Cloud Computing et les techniques de Reconnaissance Optique de Caractères dans le métier d'auditeur". La revue de littérature nous a fourni un accès à une multitude d'informations essentielles pour construire notre cadre théorique et formuler des hypothèses. À présent, il est nécessaire d'établir une question de recherche précise et claire qui orientera l'intégralité de l'étude empirique. Dans cette optique, la problématique sélectionnée se formule ainsi : **"Comment le cloud computing et les techniques de l'OCR sont-ils actuellement mis en œuvre dans le domaine de l'audit ? Quels avantages en découlent et quelles limites sont associés à leur intégration dans le processus d'audit financier ?"**.

En raison de la nature inhérente de la problématique, l'approche qualitative s'avère ainsi particulièrement adaptée. L'objectif n'est pas tant d'accumuler une grande quantité de données que d'acquérir des informations approfondies. Cette approche de recherche se focalise sur les interprétations, les expériences et leurs implications. Elle se révèle essentielle lorsque la recherche se concentre sur des pensées, des significations ou des expériences (Claude, 2019).

### *2) La collecte de matériau empirique*

Dans le cadre de notre étude, des données exclusivement primaires ont été collectées en vue de répondre à la problématique. L'option de recueillir ce type de donnée se révèle plus appropriée, car elle permet d'obtenir directement des informations provenant des sources spécifiquement liées à la problématique en question (Dufays, 2023). De plus, les données primaires renferment des informations détaillées et spécifiques qui enrichissent les analyses et permettent une réponse plus précise à la question de recherche (Dufays, 2023). Par ailleurs, ces données sont collectées spécifiquement pour la recherche en cours, ce qui assure des informations à jour et pertinentes pour l'étude (Dufays, 2023). Enfin, cela offre une maîtrise sur l'échantillon en autorisant la sélection ciblée des participants (Dufays, 2023).

Dans le but d'obtenir une compréhension approfondie de la problématique et de mettre à l'épreuve nos hypothèses, nous avons privilégié une approche de collecte de données qui combine un questionnaire en ligne de 18 questions - comprenant des questions ouvertes et quelques questions à choix multiples - ainsi que des entretiens semi-structurés. Cette approche présente l'avantage d'obtenir des informations directes liées à la problématique, facilitant une meilleure compréhension des expériences, des perspectives et des opinions des professionnels de l'audit concernant l'utilisation des technologies étudiées (Dufays, 2023). En outre, les entretiens semi-structurés offrent une interaction plus approfondie avec les participants, favorisant une compréhension en profondeur des sujets abordés (Dufays, 2023).

### *3) L'analyse du matériau collecté (Chapitre 2. Résultats)*

Cette étape consiste à analyser les données en vue d'apporter une réponse approfondie à la problématique abordée. Pour cette étude, les informations empiriques obtenues sont disposées sous forme de tableaux, facilitant ainsi leur analyse, leur comparaison et la détection des tendances émergentes. En essence, cette analyse se fonde sur l'examen du contenu ou du discours (Claude, 2020). Cette méthode qualitative de recherche est fréquemment mise en œuvre pour l'exploration d'entretiens ou d'observations qualitatives comme le souligne Krippendorff (2018). Le succès de cette démarche repose sur une lecture attentive et méticuleuse des réponses obtenues.

### *4) La rédaction des résultats de l'analyse (Chapitre 3. Discussion)*

Dans cette dernière activité, les résultats de l'analyse sont consolidés et exposés de manière méthodique, tout en établissant des liens avec les connaissances acquises dans la partie théorique. Cette approche vise à répondre de manière précise à la problématique posée. Par la suite, l'analyse des résultats est réalisée pour déterminer la validation ou la réfutation des hypothèses formulées précédemment.

## 1.2. L'échantillon

Dans le cadre de l'étude empirique visant à comprendre comment l'informatique en nuage et l'OCR sont utilisés dans le métier d'auditeur, ainsi qu'à identifier les avantages et les limites liés à leur intégration dans le processus d'audit financier, la sélection des participants à l'échantillon a été soigneusement considérée.

La littérature académique a longuement débattu de la question de savoir s'il est plus opportun d'établir des règles strictes plutôt que de fournir des directives flexibles pour les enquêtes qualitatives. Le nombre de participants requis pour une étude représente un domaine où il est manifeste que de multiples facteurs interviennent et où les conditions de chaque étude diffèrent considérablement, ce qui rend la formulation de recommandations précises ardue (Morse, 2000). De ce fait, le nombre d'entretiens requis pour atteindre « la saturation », un point où les informations nouvelles collectées apportent peu de valeur ajoutée à l'étude, dépend d'une série de facteurs qui englobent la portée du projet, le public cible, les chercheurs impliqués, les ressources disponibles et le public destinataire de la recherche (Bonde, 2013).

Dans ce contexte, un processus de sélection de participants a été mis en place en réponse à la volonté de former un groupe diversifié de professionnels travaillant dans le domaine de l'audit. L'objectif était de recueillir une variété de perspectives et de parvenir à une compréhension complète de la problématique. La sollicitation de la participation de divers auditeurs a conduit à la sélection minutieuse de 17 experts du secteur de l'audit, formant ainsi l'échantillon de participants.

L'Annexe 15 reprend l'ensemble de l'échantillon empirique.

L'Annexe 16 fournit des informations supplémentaires pertinentes qui mettent en évidence la diversification de l'échantillon.

### 1.2.1. Les critères de sélection

Initialement, dans le but d'apporter une plus grande variété à notre échantillon, nous avons pris en compte la dimension des cabinets d'audit. Cette démarche visait à recueillir un éventail d'opinions provenant d'auditeurs œuvrant au sein d'organisations de différentes envergures. L'échantillon global englobe des experts opérant au sein de trois classifications de cabinets distinctes : les « Big Four<sup>25</sup> », les cabinets de taille moyenne et les petites structures.

Généralement, les cabinets d'audit sont généralement classés en deux catégories distinctes (Holley, 2009) : Les cabinets du « Big Four » et les cabinets non affiliés au « Big Four ». Par conséquent, dans le but de catégoriser un cabinet d'audit comme étant "moyen" ou "petit", le critère retenu a été celui de la présence internationale. En effet, plusieurs méthodes peuvent servir à évaluer la taille d'un cabinet, telles que le chiffre d'affaires, le nombre d'employés, ou encore le portefeuille clients (Zhou, 2015). Cependant, il peut parfois être complexe pour les collaborateurs d'accéder avec précision à des données telles que le chiffre d'affaires global ou le nombre total d'employés. À l'inverse, le nombre de bureaux situés à l'étranger, en dehors de la Belgique, représente un critère plus aisément accessible, permettant ainsi de classer les cabinets selon leur envergure internationale. Néanmoins, il est important de noter qu'aucun seuil "officiel" universellement défini n'existe pour classer un cabinet en tant que taille moyenne en fonction du nombre de bureaux à l'étranger. Cette évaluation peut varier selon les critères spécifiques établis par diverses organisations professionnelles, instances de régulation ou normes en vigueur. Ainsi, dans la démarche visant à établir une distinction nette entre les cabinets de petite et moyenne taille, nous avons établi que les petits cabinets sont définis par la présence de moins de 2 bureaux à l'étranger. Cette approche nous a donc permis de regrouper les cabinets d'audit en fonction de leur rayonnement à l'international. De plus, ce choix de sélection nous offre la possibilité de mettre à l'épreuve la première hypothèse.

Par la suite, dans l'objectif d'acquérir une perspective globale et minutieuse concernant l'application de l'OCR et du cloud dans le métier d'auditeur, nous avons également interrogé différents profils, notamment des auditeurs juniors, seniors, managers et réviseurs. Cependant, il est essentiel de noter que les critères d'ancienneté pour progresser d'un poste à un autre peuvent différer d'une organisation à l'autre. De ce fait, le critère des années d'expérience des participants, avec une moyenne de 6 années au sein de l'échantillon, a été retenu dans le dessein de mieux appréhender l'impact de l'expérience sur l'utilisation de ces technologies, et par conséquent, de tester directement l'hypothèse 2.

En synthèse, en interrogeant divers professionnels du secteur de l'audit, cette étude offre une perspective élargie et permet d'obtenir une connaissance approfondie des pratiques actuelles liées à l'adoption des technologies étudiées dans le métier d'auditeur.

### 1.2.2. La sélection de l'échantillon

Pour la sélection des participants, deux approches ont été adoptées. D'un côté, l'accent a été mis sur la sollicitation principalement de professionnels présents dans mon réseau existant, lequel est composé de collègues, de connaissances et de contacts professionnels établis au fil du temps lors de diverses interactions professionnelles et événements (*networking* et *stage*). Cette démarche a permis d'obtenir un échantillon d'auditeurs qui sont déjà familiers avec moi et qui ont volontiers accepté de prendre part à l'étude. De l'autre côté, la plateforme LinkedIn a également été utilisée pour entrer en contact avec certains participants. L'utilisation de LinkedIn a élargi la recherche et a permis d'atteindre des auditeurs avec lesquels je n'avais pas de connexion directe, mais qui possédaient l'expérience et l'expertise pertinentes pour cette étude.

Cette combinaison d'approches a permis de constituer un échantillon diversifié d'auditeurs, incluant à la fois des contacts familiers de mon réseau et des professionnels que j'ai pu atteindre via LinkedIn.

---

<sup>25</sup> Deloitte, KPMG, EY et PwC.



## Chapitre 2. Résultats

### 2.1. Méthodologie de présentation

Dans ce deuxième chapitre, les résultats obtenus à partir du questionnaire en ligne et des interviews semi-structurés sont présentés. Pour cette étude, un total de 17 professionnels de l'audit ont pris part à l'enquête. Chaque participant s'est vu attribuer un numéro unique pour préserver leur anonymat et faciliter le traitement des données. Avant tout, il est essentiel de souligner que lors de la sollicitation des participants, la possibilité a été offerte à chaque participant de répondre au questionnaire en ligne ou d'opter pour un entretien, permettant ainsi d'échanger et d'approfondir certaines questions en fonction de leurs disponibilités et de leurs préférences. Parmi les participants, deux personnes, identifiées sous les numéros 7 et 14, ont préféré participer à des entretiens plutôt que de remplir le questionnaire en ligne.

Dans un premier temps, les réponses issues du questionnaire en ligne, **permettant de répondre à la problématique**, sont présentées. Ces réponses ne sont pas retranscrites telles quelles, car un soin particulier a été apporté pour corriger d'éventuelles fautes et reformuler certains passages, tout en veillant à ne pas modifier le contenu ni le sens des propos recueillis. Ainsi, les réponses sont synthétisées et retranscrites sous forme de tableaux, afin de faciliter leur analyse et leur comparaison.

Dans le cadre des deux entretiens, qui concerne les auditeurs n°7 et n°14, des questions similaires à celles présentes dans le questionnaire en ligne leur ont été posées. Contrairement au questionnaire en ligne, les entretiens ont offert la possibilité d'échanger avec les participants, ce qui a permis d'obtenir des informations supplémentaires, des détails et des éclaircissements sur leurs réponses et donc une meilleure compréhension des expériences et des opinions des auditeurs concernant l'utilisation du cloud computing et des techniques d'OCR dans leur métier. Les réponses des participants interviewés sont synthétisées et regroupées. De même que le questionnaire en ligne, une analyse des réponses est effectuée.

L'Annexe 17 présente le questionnaire en ligne vierge dans son intégralité, comportant 18 questions. Ce questionnaire est organisé en cinq sections distinctes, ce qui permet une meilleure structuration des différentes thématiques abordées. Cette division en sections facilite la compréhension et la navigation pour les participants, tout en garantissant une approche méthodique pour recueillir les informations nécessaires. De plus, des explications supplémentaires concernant certaines questions spécifiques sont également fournies dans cette annexe, afin de clarifier les objectifs de certaines questions et d'aider à mieux comprendre les réponses obtenues.

L'Annexe 18 expose les données brutes issues du questionnaire en ligne.

Les Annexes 19 et 20 contiennent la transcription intégrale des deux entretiens, offrant ainsi une possibilité d'examen approfondi et préservant l'intégrité des discussions.

## 2.2. Présentation et analyse des résultats

Comme précédemment mentionné, le questionnaire<sup>26</sup> est structuré en cinq parties distinctes. La première porte sur l'introduction des participants, la deuxième aborde le cloud computing, la troisième partie s'interroge sur l'OCR, la quatrième partie comprend une question générale sur les deux technologies, et enfin, la dernière section aborde une question sur l'intelligence artificielle.

### 2<sup>ème</sup> Partie : Cloud Computing

- **Question n°5** : Dans le contexte de votre travail, êtes-vous familier avec le concept de Cloud Computing ?

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Oui
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Oui
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Oui
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Oui
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Oui
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Oui
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Oui
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Oui
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Non
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Oui
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Oui
17	Réviseur	27	Rewise	Petit	Belgique	Oui

**Observations** : La majorité des participants est familière avec le concept de Cloud Computing dans le contexte de leur travail d'audit. Cette observation suggère que la plupart des auditeurs ont déjà une connaissance et une expérience préalable avec cette technologie émergente. Ces observations constituent une base solide pour approfondir l'étude sur l'utilisation du Cloud Computing dans le domaine de l'audit financier.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : "Oui, absolument. Le Cloud est devenu un aspect essentiel de notre travail. Nous l'utilisons régulièrement pour différentes raisons [...]"

**Auditeur n°14** : « Nous investissons actuellement dans l'adoption du cloud pour nos activités d'audit [...] Nous prévoyons d'intégrer le logiciel d'audit CaseWare pour accéder aux dossiers via le cloud. [...] En me basant sur mes connaissances, j'ai une certaine compréhension des avantages du cloud. »

**Observations** : Les deux auditeurs participants démontrent une familiarité avec le concept du cloud computing. Pour l'auditeur n°7, le cloud constitue déjà un élément crucial et est régulièrement utilisé dans les tâches quotidiennes. Pour le second auditeur, bien que son cabinet soit en train de finaliser la transition vers l'adoption du Cloud via l'intégration du logiciel CaseWare, il est conscient des avantages potentiels de cette technologie et donc familier avec le concept.

<sup>26</sup> Les numéros de questions sont en adéquation avec leur numérotation dans le questionnaire complet.

- **Question n°6** : Pourriez-vous expliquer dans quel contexte et comment est appliqué ce concept dans votre cabinet ? (Quelles fonctionnalités du Cloud Computing vous utilisez par exemple ?)

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Facilite le partage de documents, offre un accès instantané aux dossiers, et le cloud est largement utilisé.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Audit sur des systèmes en cloud, facilite la rétention et la revue des documents.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Plateforme de documentation d'audit, échanges de documents avec clients et cabinets, fonctionne comme bibliothèque virtuelle.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Utilisé pour échanger et gérer des documents.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Tests centralisés dans un cloud accessible à tous les participants.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Accès distant aux dossiers et outils de travail.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Stockage des informations clients et dossiers de travail dans le cloud, accès permanent.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Données mobiles, accès universel, facilite les échanges.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Non.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Utilisation de Dropbox et programme audit héberger dans le cloud.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Programme de gestion d'audit hébergé dans le cloud (CaseWare).
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Synchronisation avec le cloud permet le travail collaboratif et la sauvegarde instantanée des fichiers.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Utilisation d'un VPN pour se connecter à un serveur centralisé où les données et le travail d'audit sont stockés.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Actuellement non, mais le logiciel d'audit (Caseware) sera bientôt intégré dans le cloud.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Familier mais pas d'application au sein du cabinet.

**Observations** : Les utilisations les plus couramment citées pour le cloud comprennent sa fonction de plateforme de documentation des dossiers d'audit, les échanges de documents avec les collaborateurs et les clients, ainsi que son rôle de bibliothèque virtuelle.

La majorité des cabinets ont adopté activement l'utilisation du cloud, en particulier pour héberger leurs programmes de gestion de l'audit (notamment CaseWare). Cependant, certaines entreprises optent pour une approche différente en utilisant des serveurs centralisés pour stocker l'ensemble des données et des travaux réalisés lors des audits. Cela signifie qu'ils ne sont pas encore pleinement investis dans l'utilisation du cloud, ou qu'ils sont en train d'envisager cette transition.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « Le cloud est devenu indispensable [...]. Il est utilisé de manière cruciale à tous les niveaux de nos audits. Notre logiciel d'audit a été déplacé vers une plateforme cloud, ce qui nous offre des avantages [...]. »

**Auditeur n°14** : « [...]. Pas encore d'application mais notre cabinet s'apprête à faire le saut [...]. Notre objectif est de l'utiliser de manière extensive, de la collaboration entre équipes à l'amélioration de la sécurité de nos données financières et comptables. »

**Observations** : Pour le premier auditeur, le cloud est désormais un élément essentiel à toutes les étapes de l'audit. Ils ont déplacé leur logiciel d'audit vers une plateforme cloud. Dans le second cabinet d'auditeur, la transition vers le cloud est en phase finale. Ils ont pour projet d'utiliser le cloud à divers niveaux.

- **Question n°7 :** Selon vous, quels sont les principaux avantages de l'utilisation du Cloud Computing dans le domaine de l'audit ?

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Accès en temps réel aux dossiers et travail depuis n'importe où.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Question complexe : Rétention des informations, revue facilitée, accès rapide.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Flexibilité, réduction des coûts, mise à jour en temps réel, accès distant.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Analyse rapide des grandes données, automatisation de processus.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Partage rapide de documents/testings.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Travail possible de n'importe où.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Collaboration à distance, télétravail, accès et partage.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Facilité d'utilisation, accès simple aux dossiers.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Facilite, efficacité, économie de temps.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Sécurisation et sauvegarde des données.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Stabilité et accessibilité du service cloud hors du bureau.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Synchronisation pour travail en équipe, sauvegarde instantanée.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Favorise le travail d'équipe, protège contre perte ou altération de données, maintien du secret professionnel, accessibilité pour toute l'équipe.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Accès en temps réel, sécurité des données, travail à distance.
17	Réviseur	27	Rewise	Petit	Belgique	Centralisation et partage des données, possible via serveur local.

**Observations :** Les avantages clés du cloud dans l'audit incluent un accès en temps réel et rapide aux données et la flexibilité de travailler de n'importe où. Cela facilite la collaboration entre équipes, améliore l'efficacité, et sécurise les données contre la perte. De plus, l'automatisation des processus, la capacité à gérer de grandes quantités de données, et la sauvegarde instantanée contribuent à optimiser les opérations d'audit.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7 :** « L'outil cloud est simple à utiliser, nécessitant seulement une identification pour y accéder. Permet d'accéder aux données de nos clients en temps réel où que nous soyons. Cette mobilité est rendue possible facilitant la collaboration entre nos équipes dispersées. La capacité à stocker et à analyser d'énormes volumes de données [...] permet d'améliorer notre processus de travail et nos analyses. Gain de temps et optimise notre travail »

**Auditeur n°14 :** « Je me suis un peu renseigné car nous ne l'appliquons pas encore. Je vois plusieurs aspects positifs à venir. Premièrement, la flexibilité, car permet l'accès aux données de nos clients à tout moment et en tout lieu. Ensuite, améliore la collaboration entre les équipes internes et avec les clients, en partageant des informations et des documents en temps réel [...]. L'avantage réside également dans la gestion de grandes quantités de données. »

**Observations :** Le cloud est un outil simple à utiliser, offrant un accès en temps réel aux données indépendamment du lieu. Il gère efficacement les volumineuses données et favorise la collaboration, améliorant ainsi l'efficacité du processus d'audit.

- **Question n°8** : Selon vous, quels sont les principaux désavantages de l'utilisation du Cloud Computing dans le domaine de l'audit ?

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Dépendance au réseau cloud, parfois difficulté d'accès.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Risque de perte de confidentialité sans politique de sécurité stricte.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Risque de confidentialité, dépendance au fournisseur cloud, problèmes techniques.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Préoccupations de confidentialité, lenteur avec réseau faible.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Dépendance au cloud, préoccupations de sécurité/confidentialité.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Indisponibilité du serveur entraîne impossibilité de travailler.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Dépendance au réseau internet, risque de panne.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Perte de connexion, confidentialité des données.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Aucun inconvénient.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Ralentissement en cas de perturbation réseau.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Instabilité internet chez certains clients limite utilisation du service cloud.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Aucun inconvénient.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Retards possibles en cas de problèmes réseau.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Risque de temps d'arrêt, variété d'attaques en ligne.
17	Réviser	27	Revise	Petit	Belgique	Confidentialité, risque de panne internet.

**Observations** : Les principaux désavantages du cloud sont sa dépendance à la connectivité réseau, ce qui peut entraîner des retards dans le traitement des dossiers, et la sécurité et de confidentialité des données sensibles car elles sont plus exposées aux menaces.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « Je dirai la dépendance à une connexion internet. Cela pose de gros problèmes lorsque le réseau fiable car une interruption de service pourrait potentiellement entraver notre capacité à accéder aux données et donc à travailler [...]. Ensuite, je dirai la sécurité des données. [...] les données se trouvent sur internet, elles sont plus susceptibles d'être piratées. Cela est problématique car nous avons des données financières sensibles. Nous devons rassurer nos clients quant à la sécurité de leurs données qu'ils nous fournissent. »

**Auditeur n°14** : « Je n'ai pas encore eu l'opportunité de découvrir les inconvénients du cloud. Cependant, je dirai la dépendance au réseau. »

**Observations** : Également, la dépendance à la connectivité réseau qui peut entraîner des retards dans le traitement des dossiers, tout en soulevant des préoccupations quant à la sécurité et à la confidentialité des données sensibles.

- **Question n°9** : Selon vous, quels sont les principaux défis liés à l'utilisation du Cloud Computing dans l'audit ?

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Sécurité des données et maintenace.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	N/A.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Limites d'espace ou coûts, développement/maintenance des plateformes.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Traiter les inconvénients.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Gérer les inconvénients mentionnés.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Utilisation de plateformes pour partager des informations avec les clients.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Dépendance au réseau.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Sauvegarde de données, confidentialité.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Sécurité des données.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Incertain.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Incertain, manque de connaissances.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Aucun inconvénient.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Protection d'accès, risque d'utilisation non autorisée.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Sécurité des données, protection du secret professionnel.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Confidentialité, risque de panne internet.

**Observations** : Les défis liés à l'utilisation du cloud sont principalement axés sur la gestion des inconvénients. De plus, les défis liés aux coûts et à la capacité de stockage sont également mentionnés.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « Je dirai de gérer les désavantages [...]. Le coût aussi pourrait être un défi. Je ne suis pas expert mais il me semble qu'il s'agit d'un outil relativement cher. »

**Auditeur n°14** : « Pour moi, la sécurité des données est le plus grand défi concernant le cloud. [...]. On ne peut pas se permettre de les « perdre ». »

**Observations** : Les principaux défis du cloud sont la gestion des inconvénients, la sécurité des données et le coût.

- **Question n°10** : Quels types de tâches ou processus d'audit pensez-vous que le Cloud Computing peut automatiser, simplifier ou améliorer ?

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Amélioration de la gestion des données.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	N/A.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Obtention des justificatifs, documentation et stockage du dossier d'audit.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Accessibilité, sauvegarde automatique.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Stockage et accessibilité des données.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Incertain.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Traitement automatique de données.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Pas de concept clair.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Incertain.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Facilité de partage de documents, interne ou externe.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Automatisation de processus pour dossiers similaires.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Traitement de grandes bases de données.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non utilisé, pas d'avis.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Incertain.

**Observations** : Les éléments importants retenus sont l'automatisation des dossiers similaires, l'amélioration de la gestion des données, ainsi que le stockage et l'accessibilité des données.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « [...] Les processus liés à la collecte et à la gestion des données que nous avons sont automatisés, ce qui nous permet de gagner du temps. L'analyse de grandes quantités de données financières et comptables sont simplifiée. Cet outil nous permet aussi de dégager des tendances et des anomalies plus rapidement. [...] Je dirai que la collaboration entre les membres de l'équipe et même avec les clients est renforcée par des outils de partage et de communication intégrés au cloud. »

**Auditeur n°14** : « Je crois que l'adoption du cloud dans l'audit simplifie la gestion des données, renforce la collaboration et conduit à de nouvelles méthodes d'analyse plus sophistiquées. »

**Observations** : Le cloud améliore et simplifie considérablement les processus en automatisant la collecte et la gestion des données. L'analyse de gros volumes de données est simplifiée, permettant de dégager des tendances plus facilement. De plus, la collaboration au sein des équipes est également grandement améliorée grâce des outils de partage et de communication intégrés au cloud.

- **Question n°11** : Dans le contexte de votre travail, êtes-vous familier avec la Reconnaissance Optique de Caractères ?

Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Oui
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Non
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Oui
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Non
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Oui
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Oui
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Oui
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Oui
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Oui
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non
17	Réviseur	27	Rewise	Petit	Belgique	Oui

*Observations* : Les réponses à la question concernant la familiarité avec l'OCR montrent une répartition mixte parmi les participants. Neuf d'entre eux sont familiers avec l'OCR, tandis que six ne le sont pas. Cela suggère que l'OCR est un concept relativement connu au sein de ce groupe, bien que certaines personnes puissent ne pas avoir une compréhension approfondie de cette technologie. De plus, une tendance intéressante se dégage des réponses concernant la familiarité avec l'OCR. Parmi les participants juniors, tous semblent être familiers avec l'OCR. En revanche, parmi les participants plus expérimentés tels que les seniors et les managers, il y a une tendance à déclarer ne pas être familier avec cette technologie.

Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « Absolument, au cabinet, nous faisons principalement usage du logiciel DataSnipper. Il s'agit d'un outil intelligent qui nous aide dans le traitement de documents. »

**Auditeur n°14** : « Bien sûr ! J'utilise régulièrement un logiciel OCR. »

*Observations* : Le concept d'OCR est familier aux deux auditeurs. Il est intéressant de noter que l'auditeur n°7 utilise une solution avancée d'OCR appelée DataSnipper.

- **Question n°12** : Si oui, pourriez-vous expliquer dans quel contexte et comment est appliqué ce concept dans votre cabinet ? (Quel(s) logiciel(s) ? Quelle(s) fonctionnalité(s) ? ...)

### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Utilisation de DataSnipper pour la numérisation et l'analyse de documents.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Non.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Numérisation de factures, documents et notes de frais via DataSnipper.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Non.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Utilisation de Datasnipper via Excel. Add-in pour l'OCR et l'automatisation de tâches.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Identification de montants et d'informations importantes avec Datasnipper.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Datasnipper utilisé au cabinet pour faciliter des tâches sans valeur ajoutée.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	OCR avec Datasnipper pour numériser et traiter des documents.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Reconnaissance de caractères pour tester factures/transactions.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Reconnaissance de caractères pour fichiers PDF.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non.
17	Réviseur	27	Rewise	Petit	Belgique	Scannage de documents en PDF. OCR pour économiser du temps dans certains cas.

**Observations** : L'OCR est principalement employé pour numériser et analyser des documents au sein des cabinets. Une observation intéressante est que DataSnipper est largement utilisé, indiquant une utilisation concrète dans plusieurs contextes. Son application prédominante semble être l'automatisation des tâches liées à la vérification de factures et de documents. Il est observé que l'utilisation de DataSnipper, le logiciel OCR avancé, est plus fréquente au sein des cabinets de taille moyenne et grande. En revanche, dans les petits cabinets, l'accent est souvent mis sur la numérisation de base pour reconnaître les caractères, sans nécessairement recourir à des fonctionnalités avancées d'analyse et d'automatisation.

### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « [...] un usage régulier de DataSnipper, en particulier lors des phases de vérification. [...] Il joue un rôle essentiel dans l'automatisation de tâches telles que la reconnaissance de factures et de contrats. Le logiciel excelle dans la capacité à identifier et classifier des factures, à effectuer des vérifications de montants, et à extraire des informations clés nécessaires à nos analyses et contrôles. En somme, DataSnipper contribue à l'automatisation de certains de nos processus, améliorant ainsi l'efficacité de nos opérations. »

**Auditeur n°14** : « [...] J'utilise régulièrement un logiciel OCR pour convertir des documents en format modifiable, [...] avec Adobe Acrobat, qui présente de bonnes performances en termes de reconnaissance et offre des résultats satisfaisants. Toutefois, pour être honnête, je ne connaissais pas vraiment le nom précis de cette technologie. Nous faisons usage de cet outil au cabinet sans avoir reçu une formation formelle sur leur utilisation. »

**Observations** : Il est intéressant de noter que les deux auditeurs emploient des logiciels OCR, mais avec des caractéristiques différentes. L'un d'eux utilise DataSnipper, un OCR avancé, qui joue un rôle crucial dans l'extraction d'informations essentielles pour les phases de vérification et d'analyse. DataSnipper simplifie le processus en permettant la classification des factures, la vérification des montants et l'extraction d'éléments clés. En revanche, l'autre auditeur utilise Adobe Acrobat, principalement pour convertir des documents en format modifiable. Bien que moins avancé, ce logiciel offre des performances satisfaisantes dans cette tâche.

- **Question n°13** : Selon vous, quels sont les principaux avantages de l'utilisation de l'OCR dans le processus d'audit ?

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Gain de temps en réduisant les tâches répétitives et sans valeur ajoutée.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Accélération du traitement des informations, libérant ainsi du temps pour d'autres tâches.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Avantages de la dématérialisation : accessibilité, durabilité, intégrité, rapidité et efficacité du traitement de l'information.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Économie de temps.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Rapidité.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Gain de temps et simplification pour certaines tâches.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Focus sur des tâches à valeur ajoutée.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Optimisation du temps et de la facilité grâce à l'automatisation.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Assurance de l'exactitude et de l'intégralité des données converties.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Adaptable au contexte actuel d'audit à distance et facilite la conversion d'images en texte pour les travaux.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Amélioration du traitement des documents.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non informé sur le sujet.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Rapidité pour retrouver des informations textuelles par rapport aux images.
17	Réviseur	27	Rewise	Petit	Belgique	Pas d'avis.

**Observations** : L'utilisation des logiciels OCR permettent de gagner du temps en transformant rapidement des documents en formats éditables. De plus, la dématérialisation des documents est favorisée. L'automatisation, notamment grâce à des solutions comme DataSnippet, facilite et optimise le traitement des documents, entraînant ainsi des gains de temps considérables. Cette automatisation permet également aux auditeurs de se concentrer davantage sur des tâches à forte valeur ajoutée, renforçant ainsi l'efficacité globale du processus.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « DataSnippet est un outil qui apporte une révolution, [...] permet d'automatiser certaines tâches et de minimiser les risques d'erreur humaine. Ce qui est génial, c'est sa parfaite intégration avec Excel, un outil essentiel pour les auditeurs. [...] Reconnaît des informations dans les documents, [...], gain de temps. [...] Permet de numériser et de convertir des documents papier en texte éditable, ce qui simplifie énormément la manipulation et l'analyse des données. Tout cela fait que nous pouvons nous concentrer sur des tâches plus intéressantes. »

**Auditeur n°14** : « [...] l'un des avantages majeurs est le gain de temps. [...] permet de réduire le temps requis pour la saisie et la manipulation des données. [...] Améliore la précision dans la reconnaissance des caractères. [...] Plus besoin de stocker physiquement les documents, ce qui libère de l'espace et réduit les coûts au sein du cabinet. »

**Observations** : L'utilisation de l'OCR offre des avantages majeurs, notamment en termes de gain de temps et d'amélioration de la précision. En outre, cette technologie élimine la nécessité de stocker physiquement les documents, ce qui libère de l'espace et réduit les coûts. L'auditeur n°7 met en évidence l'outil DataSnippet comme une véritable révolution. En automatisant certaines tâches et en extrayant des informations essentielles, DataSnippet permet non seulement de gagner du temps, mais aussi de réduire les risques d'erreurs. Cette automatisation a un impact significatif sur l'efficacité du processus, en permettant de se concentrer sur des tâches à plus forte valeur ajoutée.

- **Question n°14** : Selon vous, quels sont les principaux inconvénients de l'utilisation de l'OCR dans le processus d'audit ?

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Possibilité d'erreurs si les documents ne sont pas très lisibles.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Nécessité de revoir constamment le travail car l'OCR n'est pas infallible, des erreurs peuvent survenir.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Risques d'erreurs, limitations, préoccupations de confidentialité et d'authenticité des documents.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Fréquents plantages, fichiers plus lourds.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Aucun inconvénient trouvé.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Qualité des documents.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Aucune idée.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Stockage sur Excel ralentit parfois le programme.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Risque de mauvaise interprétation des données.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Pas suffisamment familier avec l'utilisation de l'OCR pour répondre.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Efficacité variable en fonction des types de documents.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Pas d'informations sur le sujet.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Pas suffisamment familier avec l'utilisation de l'OCR pour répondre.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	N/A

**Observations** : Les désavantages les plus fréquemment mentionnés de l'OCR incluent la dépendance à la qualité des documents sources, la possibilité d'erreurs de reconnaissance de caractères et le risque de mauvaise interprétation des données. De plus, des préoccupations concernant la confidentialité des documents sont également soulevées.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « Pas vraiment de désavantages. Néanmoins, je vérifie de temps en temps le résultat car il se peut que le logiciel ne reconnaisse pas bien mais c'est vrai que c'est assez rare. »

**Auditeur n°14** : « Les logiciels OCR ne sont pas infallibles et il peut arriver que la qualité d'un document influence négativement les résultats. Cependant, je constate que le logiciel que nous utilisons est assez performant malgré cela. »

**Observations** : Un inconvénient notable de l'OCR réside dans le fait qu'il peut parfois échouer à reconnaître correctement les caractères d'un document, conduisant ainsi à une extraction erronée d'informations. Cela peut nécessiter une vérification manuelle par des humains.

- **Question n°15** : Quels sont les principaux défis liés à l'utilisation de l'OCR dans le domaine de l'audit ?

#### Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Minimiser les erreurs des résultats.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Trouver un outil avec peu d'erreurs.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Capacité/précision de la reconnaissance.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Améliorer la compatibilité.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Aucune idée.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Avoir une technologie avec un taux d'erreur très faible.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Je ne sais pas.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Faciliter l'audit et gagner du temps.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne sais pas.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne sais pas, pas assez familier avec l'OCR
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Efficacité et large compatibilité pour conversion de fichier texte de tout type.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Équilibre entre automatisation et secret professionnel en audit.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Je ne sais pas.
17	Réviser	27	Revise	Petit	Belgique	N/A

**Observations** : Les défis majeurs identifiés se concentrent sur la nécessité de réduire les erreurs et d'améliorer la compatibilité pour la conversion de texte dans différents formats.

#### Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « Je dirai la qualité des documents scannés parce que cela affecte les résultats. Parfois, nous avons des documents assez flous et le logiciel ne reconnaît pas directement (assez rare). Néanmoins, Datasniper est assez performant [...] pour reconnaître différents types de documents et de caractères. C'est un outil assez « révolutionnaire » car il est avancé et offre plus de fonctionnalités que les OCR classiques pour ainsi dire. »

**Auditeur n°14** : « Gérer l'inconvénient [...] et la sécurité des données principalement. Je pense aussi à l'intégration efficace de l'OCR dans les flux de travail existants et la formation des auditeurs pour une utilisation optimale de cette technologie représentent également des défis à relever. [...] avant cette entrevue, j'étais peu familier avec cette technologie. Je l'utilisais sans toutefois connaître son nom ni toutes les fonctionnalités qui peuvent l'accompagner. C'est en me renseignant que j'ai réalisé que j'utilisais cette technologie quotidiennement. C'est pourquoi j'évoque la question de la formation. »

**Observations** : Le défi majeur identifié concerne la qualité des documents scannés. Toutefois, grâce à DataSnipper, il est rare que des documents ou des caractères ne soient pas reconnus correctement, ce qui en fait un outil révolutionnaire. En outre, l'auditeur n°14 souligne les défis relatifs à la sécurité des données et met particulièrement en avant le besoin de formation pour une meilleure compréhension et utilisation de l'OCR. Il est fréquent que les auditeurs utilisent des technologies sans en maîtriser tous les aspects.

- **Question n°16 :**

Quels types de tâches ou processus d'audit pensez-vous que l'OCR peut automatiser, simplifier ou améliorer ?

**Réponses en ligne :**

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Examiner les inconvénients.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Révision des factures ; calculs dans Excel pourraient être plus faciles ; traitement des données.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Voir réponses précédentes.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Recherche dans des documents.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Identification et conversion de PDF en Excel.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Classification des documents.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Pas d'idée précise.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Particulièrement dans les parties substantives et le rapprochement des états financiers.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne sais pas.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Reconnaissance automatique des justificatifs reçus.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Lecture de factures et rapprochement par cross-référence.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Je ne vois pas.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	N'utilise pas donc je ne sais pas.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Je ne vois pas.

**Observations :** Il est notable que de nombreux auditeurs considèrent que l'OCR a le potentiel d'automatiser et d'améliorer davantage la révision et la recherche de documents. Une observation intéressante est que les deux auditeurs provenant de petits cabinets, qui ont exprimé leur avis, évoquent des fonctionnalités propres aux OCR avancés.

**Réponses en entretien :**

**Auditeur n°7 :** « L'OCR peut améliorer également la collaboration dans les équipes. Cela pourrait être particulièrement bénéfique pour les audits réalisés à distance ou impliquant des collaborateurs situés dans différentes régions. L'adoption d'OCR, notamment avec Datasnipper, ouvre des perspectives intéressantes pour l'automatisation. »

**Auditeur n°14 :** « En m'informant préalablement et en échangeant avec des professionnels de ce secteur au sein de mon réseau, j'ai découvert que d'autres cabinets utilisent des solutions OCR plus avancées. Ces solutions automatisent certaines tâches et offrent des performances supérieures, ce qui permet de gagner encore plus de temps dans l'analyse des documents. Même en tant que petit cabinet, j'espère que nous pourrions nous mettre à jour sur le plan technologique pour optimiser notre travail. »

**Observations :** L'utilisation de l'OCR offre la possibilité d'améliorer la collaboration au sein des équipes, notamment à distance. L'auditeur n°7 souligne les perspectives prometteuses liées à l'automatisation. Le second auditeur est conscient de l'existence d'OCR avancés capables d'automatiser certaines tâches et espère que son cabinet adoptera ce type de logiciel. (Et pourquoi pas DataSnipper ?).

- **Question n°17** : Pouvez-vous envisager d'autres utilisations potentielles de ces technologies, en dehors de celles que vous avez déjà mentionnées ?

**Réponses en ligne :**

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Pas spécialement
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Utilisation de divers logiciels/technologies internes chez Deloitte.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Non
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Potentiel infini des outils avancés, mais manque de connaissance.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	RAS
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Non
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Non je ne vois pas
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Non
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Non
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui très probablement
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Difficulté à concevoir l'utilisation des services de cloud computing et autres dans l'audit.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Je ne sais pas
17	Réviser	27	Revise	Petit	Belgique	Non

**Observations** : La plupart des participants ne semblent pas envisager d'autres utilisations de ces technologies. Cependant, certains mettent en avant un potentiel infini des outils avancés.

**Réponses en entretien :**

**Auditeur n°7** : « Non je ne vois pas d'autres utilisations potentielles. Je pense et j'espère que dans le futur, avec l'évolution d'autres technologies, peut-être que l'OCR et le cloud seront encore plus efficace avec ajouts de nouvelles fonctionnalités par exemple. »

**Auditeur n°14** : « Personnellement, je n'arrive pas à identifier d'autres applications éventuelles à l'heure actuelle. »

**Observations** : Il y a le souhait d'avoir de nouvelles fonctionnalités liées au cloud et à l'OCR dans le futur pour les rendre plus performants.

- **Question n°18** : Comment imagineriez-vous l'outil ou la technologie idéale basée sur l'intelligence artificielle ?

Réponses en ligne :

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Anticipation des risques financiers via analyse en temps réel des données comptables.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Outil efficace, simple, paramètres variés, spécifique aux industries.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Puissante technologie contrôlée pour industries/marchés clients.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Fiabilité, rapidité, précision et unification dans l'utilisation.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Données entrées (données financières,...) -> création automatisée de tests.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Automatisation tâches monotones, identification risques clés en audit.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Outil IA avec connaissance des normes comptables et régulations financières.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Assistant virtuel IA interagissant naturellement avec auditeurs.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	IA capable de détecter fraudes basées sur grands livres/balances.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Idéal : technologie se rapproche analyse humaine, tient compte nuances.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Incertitude sur l'utilisation de l'IA en audit.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Analyse automatisée de factures, repérage faiblesses contrôle interne.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Outil automatisant tâches monotones, réservant espace au jugement professionnel.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Technologie idéale : libère auditeur des tâches répétitives, focalisation sur anomalies.
17	Réviseur	27	Rewise	Petit	Belgique	Foi en l'intelligence humaine pour audits.

**Observations** : L'idée qui se dégage le plus fréquemment est l'automatisation des tâches répétitives. Certains envisagent même une IA capable d'analyser comme un être humain. Une autre proposition intéressante est un bot intelligent avec des connaissances en normes comptables et financières. Cependant, d'autres croient en la puissance de l'intelligence humaine.

Réponses en entretien :

**Auditeur n°7** : « Je pense qu'une IA dotée de la capacité d'analyse équivalente à celle d'un auditeur expérimenté, capable de répondre aisément à des questions techniques qui lui seraient posées. »

**Auditeur n°14** : « Je ne suis pas très sûr, mais je pense qu'une technologie très fiable, qui fonctionne bien sans avoir besoin de vérifications fréquentes qui prennent beaucoup de temps, serait idéale. Une autre suggestion pourrait être un bot intelligent avec lequel on pourrait interagir et poser des questions comptables ou fiscales, par exemple. »

**Observations** : Les concepts d'une intelligence artificielle ayant une capacité d'analyse similaire à celle d'un auditeur et d'un bot intelligent doté de connaissances en normes comptables et financières sont évoqués.



## Chapitre 3. Discussion

Après avoir présenté les résultats provenant du questionnaire en ligne et des deux entretiens, la phase de discussion est maintenant engagée. Cette section vise à condenser de manière concise les résultats en réponse à la problématique posée, tout en établissant des liens entre ces résultats et le cadre théorique. De plus, cette partie a pour objectif de vérifier la validation ou le rejet des hypothèses initialement énoncées.

### 3.1. Réponse à la problématique

Rappel de la question soulevée : **"Comment le cloud computing et les techniques de l'OCR sont-ils actuellement mis en œuvre dans le domaine de l'audit ? Quels avantages en découlent et quelles limites sont associés à leur intégration dans le processus d'audit financier ?"** Cette problématique s'articule autour de trois questions principales : la mise en œuvre de ces deux technologies dans le processus d'audit, les avantages qu'elles apportent et les limites qu'elles présentent.

Pour aborder ces questions manière organisée et cohérente, nous proposons de structurer notre réponse en répondant séparément aux trois questions spécifiques pour chaque technologie. Ainsi, une partie sera dédiée au cloud computing, tandis qu'une autre partie se penchera sur l'OCR.

#### Réponses :

L'analyse des données issues du questionnaire en ligne et des entretiens a permis de mettre en évidence des tendances significatives quant à l'utilisation actuelle du Cloud Computing et de l'OCR dans le domaine de l'audit, tout en confirmant des concepts théoriques discutés dans la littérature.

#### 3.1.1. Réponses en lien avec le Cloud

- **Sa mise en œuvre**

Après une analyse approfondie des résultats, il devient manifeste que l'adoption répandue du cloud computing constitue une tendance saillante, particulièrement au sein des cabinets de grande et moyenne envergure. Parallèlement, une attention grandissante envers l'adoption du cloud se manifeste également au sein des cabinets de plus petite taille. Cette constatation trouve un écho cohérent avec les théories qui mettent en avant l'évolution technologique au sein des entreprises. Cette observation concorde avec ce que nous avons exposé dans la partie théorique concernant la révolution induite par le cloud computing dans divers secteurs, y compris celui de l'audit.

- **Ses avantages**

Les avantages relevés dans les résultats de l'étude confirment les perspectives théoriques concernant les bénéfices du Cloud Computing dans le domaine de l'audit financier. Tout d'abord, l'accès en temps réel et rapide aux données, souligné par les auditeurs, correspond à la capacité du Cloud Computing à fournir un accès instantané aux informations mises à jour, comme discuté dans la théorie (Wicaksono et al., 2020). Cette caractéristique permet aux auditeurs d'obtenir des données financières actuelles, ce qui améliore la précision des démarches d'audit et diminue la dépendance vis-à-vis d'informations obsolètes (Wicaksono et al., 2020).

La collaboration directe avec les collaborateurs et les clients, comme mentionné par les auditeurs, est en adéquation avec la nature évolutive et flexible du Cloud Computing. La capacité de travailler simultanément sur les mêmes documents, peu importe la localisation géographique, renforce l'efficacité et la cohérence du processus d'audit, comme le suggère la théorie (Chou, 2015).

Les résultats qui mettent en avant la sécurité des données dans le cloud, malgré les inquiétudes pour certains, correspondent à l'accent mis par la théorie sur les mesures de sécurité robustes mises en place par les fournisseurs de cloud computing. Les auditeurs remarquent que les données sont bien protégées, ce qui est cohérent avec les pratiques de sécurité et de confidentialité du cloud computing discutées dans la théorie.

L'automatisation de certaines tâches, soulignée par les auditeurs, reflète la valeur ajoutée de l'intégration de l'intelligence artificielle et des outils d'analyse de données dans l'informatique en nuage, comme évoqué dans la théorie (Marshall & Lambert, 2018). Ces outils automatisent les procédures d'audit, permettant aux auditeurs de se concentrer sur des tâches à plus grande valeur ajoutée, telles que l'analyse, en cohérence avec les avantages de l'automatisation énoncés dans la théorie (Marshall & Lambert, 2018).

- **Ses limites**

Les résultats concernant les limites du cloud dans l'audit financier sont en corrélation avec les défis théoriques discutés précédemment. Les résultats soulignent des points spécifiques qui rejoignent les préoccupations théoriques concernant les désavantages de l'utilisation du cloud dans l'audit.

La dépendance du cloud vis-à-vis du réseau, mentionnée dans les résultats, reflète les défis de fiabilité et d'accessibilité évoqués dans la théorie (Sunyaev, 2020). Les difficultés de connexion mentionnées dans les résultats peuvent entraîner des retards dans le traitement des dossiers, ce qui rejoint les discussions sur l'impact des pannes de service sur les processus d'audit (Tianfield, 2012).

Les inquiétudes des auditeurs concernant la sécurité et la confidentialité des données correspondent aux préoccupations théoriques concernant la sécurité des données confidentielles stockées dans le cloud (Barona & Anita, 2017). L'accent mis par les auditeurs sur la vulnérabilité potentielle des données stockées dans le réseau renforce l'importance de garantir des mesures de sécurité solides, telles que le chiffrement et l'authentification sécurisée, pour protéger les informations sensibles (Barona & Anita, 2017 ; Pavithra et al., 2019).

L'accent mis par les auditeurs sur la sensibilité des informations traitées, associé à leurs inquiétudes concernant la vulnérabilité des données, renforce l'idée que les données financières confidentielles requièrent une protection rigoureuse dans l'environnement du cloud (Barona & Anita, 2017). Cela rejoint les discussions théoriques sur la nécessité de maintenir l'intégrité et la confidentialité des données dans l'audit financier (Barona & Anita, 2017).

### 3.1.2. Réponses en lien avec l'OCR

- **Sa mise en œuvre**

Selon les résultats de l'étude, nous pouvons constater une disparité significative entre l'adoption généralisée du cloud computing et l'utilisation moins répandue de l'OCR parmi les auditeurs. L'intégration complète de la reconnaissance optique de caractères n'est pas aussi répandue que celle du cloud, et cela peut être attribué en partie à un manque de familiarité avec cette technologie par certains cabinets. De plus, cette situation peut également résulter d'un déficit de formation et de sensibilisation à l'égard de cet outil au sein des cabinets d'audit. Cette observation constitue un point de départ pour d'éventuelles pistes de recherche à explorer.

Cependant, une tendance émergente se dessine dans le domaine de l'OCR, notamment avec l'adoption croissante d'OCR avancés tels que DataSnipper. Cette tendance est cohérente avec ce que nous avons abordé dans la partie théorique, où nous avons mis en avant l'évolution des technologies d'OCR vers des solutions plus sophistiquées et performantes. L'utilisation de ces outils avancés démontre une volonté de surmonter les obstacles associés à l'OCR traditionnel et de tirer parti des avantages qu'il peut offrir dans le domaine de l'audit. Ces progrès reflètent les idées concernant l'intégration de technologies d'intelligence artificielle et d'automatisation pour améliorer l'efficacité des audits.

Cette corrélation entre nos résultats empiriques et notre cadre théorique renforce l'idée que l'adoption des technologies comme l'OCR suit des trajectoires évolutives similaires à celles suggérées par les théories sur l'innovation technologique et l'adoption au sein des entreprises.

- **Ses avantages**

Les résultats empiriques observés dans le contexte de l'utilisation de l'OCR dans l'audit financier confirment et illustrent les concepts avancés dans la théorie. En analysant les résultats à la lumière des principes énoncés dans la phase II et la phase III de l'audit, des correspondances significatives avec les avantages de l'OCR émergent, étayant ainsi l'idée que cette technologie peut révolutionner le processus d'audit.

La théorie mentionne que l'OCR peut apporter une aide précieuse aux auditeurs en extrayant rapidement les données pertinentes à partir de diverses sources, comme les états financiers et les contrats (Gonçalves et al., 2022). Les résultats empiriques confirment cette assertion en montrant que l'utilisation de l'OCR facilite l'extraction des informations nécessaires à partir de documents comme les factures, ce qui contribue à accélérer l'analyse et la détection des données cruciales.

De plus, la théorie souligne que l'OCR peut aider les auditeurs dans l'organisation et la classification des données extraites, simplifiant ainsi la gestion des informations en fonction des objectifs d'audit spécifiques (Zhang, 2019). Les résultats empiriques renforcent cette idée en démontrant comment l'OCR transforme le texte en un format compréhensible par les machines, permettant aux auditeurs de trier et de regrouper aisément les informations, ce qui simplifie grandement le processus.

Dans la phase III de l'audit, la théorie met en avant l'importance d'obtenir des éléments probants suffisants pour étayer les conclusions d'audit, et l'OCR est présenté comme un outil facilitant cet objectif (Otero, 2018). Les résultats empiriques corroborent cette idée en montrant comment l'OCR permet aux auditeurs d'extraire rapidement et avec précision les données nécessaires à partir de documents divers, ce qui améliore la collecte de preuves pour les conclusions d'audit.

De plus, la théorie suggère que l'intégration de l'OCR avec d'autres technologies intelligentes, telles que la *machine learning* et l'automatisation robotique des processus, améliore le travail d'audit sur le terrain en permettant une extraction et une analyse automatisées des données (Hamad & Kaya, 2016). Les résultats empiriques étayent cette notion en montrant comment les logiciels OCR avancés, tel que DataSnipper, permet aux auditeurs d'extraire et automatiser des informations pertinentes à partir de documents financiers, contribuant ainsi à une analyse plus approfondie et à une automatisation des tâches répétitives (Yan & Moffitt, 2019).

- **Ses limites**

Les résultats empiriques reflètent les défis théoriques liés à l'utilisation de l'OCR dans l'audit financier, en fournissant des exemples concrets de la manière dont ces défis se manifestent dans la pratique.

Le défi de la qualité des documents sources, évoqué dans la théorie, est confirmé par les résultats empiriques qui soulignent que les documents financiers, tels que les reçus en espèces, peuvent souvent être de mauvaise qualité, ce qui peut affecter la précision de l'extraction d'informations par les

algorithmes OCR (Yimyam et al., 2020). Cela renforce l'idée que la qualité des documents sources est un défi majeur à surmonter lors de l'utilisation de l'OCR.

Les résultats empiriques confirment également que l'OCR peut rencontrer des problèmes tels que des inexactitudes dues à des variations dans les polices et les mises en page (Pramkeaw et al., 2022). Ces problèmes sont en accord avec la théorie qui évoque les défis de la reconnaissance de la nature non structurée des documents financiers (Baviskar et al., 2021). Ainsi, les résultats empiriques mettent en évidence un besoin de contrôler les résultats des OCR.

Le défi organisationnel d'investissement dans la formation et les ressources pour utiliser efficacement la technologie OCR (Gonçalves et al., 2022) est illustré par les résultats empiriques qui montrent comment l'adoption de l'OCR nécessite des investissements et des ressources pour une intégration réussie dans les processus existants.

Les résultats issus de l'étude empirique corroborent également le défi de l'intégration de l'OCR avec les systèmes d'audit existants, en mettant en évidence la complexité et le temps nécessaires pour cette intégration (Gotthardt et al., 2020). Cela renforce l'idée que l'adoption de l'OCR peut présenter des défis organisationnels et nécessiter une planification minutieuse.

De plus, les résultats empiriques abordent le défi de la conformité réglementaire en soulignant les implications de la protection des données et en insistant sur la nécessité d'évaluer la conformité du logiciel OCR aux cadres réglementaires (Yan & Moffitt, 2019). Cela renforce l'idée que la protection et la conformité représentent des défis majeurs dans l'utilisation de l'OCR.

## 3.2. Test des hypothèses

Après avoir traité la problématique centrale de l'étude empirique tout en établissant des connexions avec la théorie, il est maintenant nécessaire de tester les hypothèses initialement formulées. Cette étape implique une évaluation objective pour déterminer si ces hypothèses sont validées ou réfutées, en se basant sur les observations et les analyses issues des résultats empiriques.

### Hypothèse 1 :

- **H1 : L'utilisation de ces technologies varie en fonction de la taille du cabinet.**

Dans un premier temps, nous avons remarqué que le cloud était une technologie plus familière aux auditeurs et plus répandue dans les cabinets que l'OCR.

Cependant, en observant de plus près, nous avons constaté que le cloud était largement adopté principalement par les « Big Four » et les cabinets de taille moyenne. Cette tendance pourrait s'expliquer par la gestion accrue de données au sein de ces cabinets, créant ainsi un besoin crucial pour cette technologie. De plus, la capacité financière plus importante dont disposent ces cabinets joue également un rôle dans la mise en œuvre réussie du cloud.

Parallèlement, nous avons constaté que les petits cabinets n'ont pas encore adopté l'informatique en nuage ou sont en cours d'adoption. Il semblerait qu'il existe un lien potentiel entre les ressources financières disponibles et l'adoption de ces technologies. Ces analyses suggèrent que les petits cabinets pourraient être en retard en matière d'adoption technologique.

En ce qui concerne l'OCR, les résultats de l'étude mettent en évidence que cette technologie est moins familière aux auditeurs et moins répandue. Il reste incertain si cela découle d'un manque de mise en œuvre au sein des cabinets ou si les auditeurs l'utilisent sans nécessairement connaître son nom et ses fonctionnalités complètes. Nous constatons ainsi que l'OCR n'a pas encore été largement adopté dans les cabinets ou par les personnes interrogées, ce qui nous amène alors à la deuxième hypothèse.

Néanmoins, une tendance particulièrement claire et pertinente se dégage des résultats de l'étude : l'adoption d'OCR avancés, comme DataSnipper, qui intègrent des fonctionnalités intelligentes. Ce logiciel trouve principalement application au sein des « Big Four » et des cabinets de taille moyenne. Au sein de ces cabinets, DataSnipper est utilisé de manière plus extensive, dépassant ainsi la simple numérisation pour englober la reconnaissance des caractères. Cette observation pourrait laisser entrevoir que les ressources disponibles ainsi que les besoins spécifiques des cabinets peuvent jouer un rôle dans la sélection et l'utilisation des logiciels OCR avancés. En revanche, il est important de noter que, dans les petits cabinets, l'utilisation de l'OCR se limite aux logiciels traditionnels.

En considérant ces observations, il semble que notre première hypothèse soit confirmée. En effet, il est clair que l'utilisation du cloud et de l'OCR varie en fonction de la taille du cabinet. Nous pouvons également noter que les cabinets de grande envergure adoptent des technologies plus avancées par rapport aux petits cabinets.

**H1 → « Validée »**

### Hypothèse 2 :

- **H2 : Les professionnels d'audit ayant une expérience moindre sont plus enclins à faire usage de l'OCR.**

Lors de l'analyse des résultats, une tendance intéressante a été relevée dans les réponses relatives à la familiarité avec l'OCR. Parmi les participants de niveau junior, tous semblent avoir une certaine familiarité avec la reconnaissance optique de caractères. Cependant, parmi les participants plus expérimentés tels que les seniors et les managers, il existe une tendance à déclarer une moindre familiarité avec cette technologie. Cette constatation semble suggérer que les membres moins expérimentés d'un cabinet, ayant une meilleure familiarité avec l'OCR, sont plus enclins à l'utiliser fréquemment. En revanche, les membres plus expérimentés, ayant une moins grande familiarité avec la technologie, pourraient ne pas avoir une connaissance approfondie de l'OCR, ce qui les rendrait moins enclins à l'utiliser fréquemment.

Cependant, cette observation à elle seule ne suffit pas à confirmer pleinement le postulat. Pour obtenir une validation plus rigoureuse de cette hypothèse, il serait nécessaire de mener une analyse statistique plus approfondie afin d'établir des corrélations significatives entre le niveau d'expérience des auditeurs et leur propension à utiliser l'OCR.

**H2 → « Partiellement soutenue »**

### Hypothèse 3 :

- **H3 : Les professionnels d'audit recourent à des services de cloud et à des logiciels d'OCR intégrant des fonctionnalités d'intelligence artificielle.**

À la suite de l'analyse approfondie des réponses des participants, il est devenu manifeste que certains cabinets optent pour l'adoption de technologies intégrant des fonctionnalités intelligentes. Une illustration concrète en est l'utilisation de logiciels OCR avancés tels que DataSnipper.

En ce qui concerne l'utilisation du cloud, les contributions des participants ont mis en lumière des scénarios d'application tels que l'automatisation de certaines opérations, l'analyse et la gestion de vastes ensembles de données. Cette constatation indique que les auditeurs exploitent également les fonctionnalités intelligentes mises à disposition par le cloud. Cependant, il est essentiel de relever que tous les cabinets ne tirent pas nécessairement parti de ces fonctionnalités intelligentes.

En considérant ces observations, cette troisième hypothèse est confirmée.

**H3 → « Validée »**

### 3.3. Les limites de l'étude

Cette étude présente quelques limitations importantes à prendre en compte.

Tout d'abord, la taille de l'échantillon est relativement réduite, ce qui pourrait restreindre la généralisation des conclusions.

De plus, il est important de noter que le questionnaire en ligne présente également certaines limites. Étant donné la nature rapide et impersonnelle de ce mode de collecte de données, il existe un risque que certains participants aient répondu rapidement, ce qui peut avoir entraîné des réponses incomplètes ou peu précises. Cette précipitation pourrait potentiellement altérer la qualité et la fiabilité des données recueillies. Par conséquent, ces limitations soulignent la nécessité d'interpréter les résultats avec prudence et de considérer l'impact potentiel de ces facteurs sur les conclusions de l'étude.

Ensuite, l'approche de cette étude est qualitative, ce qui signifie qu'elle ne peut pas établir des relations de cause à effet de manière définitive (Busetto et al., 2020 ; Queirós et al., 2017). Les risques de biais de réponse introduisent une certaine incertitude dans les résultats obtenus.

Enfin, bien que les entretiens aient été menés en profondeur, ils n'ont inclus que deux participants, ce qui pourrait limiter la diversité des perspectives recueillies. Pour améliorer la validité de cette étude, il serait judicieux d'élargir l'échantillon et d'opter pour une approche mixte, combinant méthodes qualitatives et quantitatives, pourrait également offrir une compréhension plus complète et nuancée du sujet.



## Conclusion

L'objectif fondamental de cette étude réside dans la compréhension approfondie de la manière dont le cloud computing et les techniques de l'OCR sont actuellement mis en œuvre dans le domaine de l'audit, ainsi que dans l'identification des avantages et des limites découlant de leur intégration dans le processus d'audit financier.

La revue de la littérature a joué un rôle essentiel permettant de mieux appréhender ces technologies ainsi que le processus d'audit dans son ensemble. De plus, cette exploration bibliographique a été enrichie par la prise en compte des développements technologiques du cloud et de l'OCR, largement influencées par l'intégration croissante de l'intelligence artificielle. L'intégration de l'IA dans le cloud et l'OCR a été entreprise sans plonger dans les spécificités, dans le dessein de fournir une perspective exhaustive et approfondie de l'utilisation ainsi que des avantages potentiels de ces synergies.

Après avoir effectué cette exploration théorique, nous avons formulé des hypothèses dans le but de les confronter aux observations recueillies dans l'étude. Dans la partie empirique de la recherche, nous avons mis en place une étude qualitative qui a combiné l'utilisation d'un questionnaire en ligne et la réalisation d'entretiens avec des auditeurs présentant des profils variés, notamment en ce qui concerne la taille de leur cabinet et leur expérience professionnelle. Cette approche a été choisie afin de fournir une réponse approfondie à la problématique posée : **"Comment le cloud computing et les techniques de l'OCR sont-ils actuellement mis en œuvre dans le domaine de l'audit ? Quels avantages en découlent et quelles limites sont associés à leur intégration dans le processus d'audit financier ?"**. L'examen des résultats issus des réponses de 17 professionnels a permis de répondre à la problématique posée tout en corroborant les concepts théoriques discutés dans la littérature.

Concernant le cloud, nos résultats mettent en évidence une adoption répandue au sein des cabinets, en particulier par les « Big Four » et les cabinets de taille moyenne. Par ailleurs, il est évident que les petits cabinets sont également en train de s'orienter de plus en plus vers cette technologie. L'ampleur de cette adoption dans le domaine de l'audit met en évidence son rôle central au sein des cabinets et l'impact qu'il a sur la façon dont les auditeurs abordent leurs opérations.

L'utilisation de l'informatique en nuage présente des avantages concrets. L'accès en temps réel aux données, mis en évidence par les auditeurs, est en adéquation avec la capacité du cloud à fournir des informations actualisées, améliorant ainsi la précision des audits et diminuant la dépendance aux données obsolètes. La collaboration directe avec les collaborateurs et les clients, l'automatisation de certaines tâches, ainsi que l'analyse avancées des données démontrent l'efficacité et la flexibilité du cloud, conformément aux principes théoriques. Toutefois, les résultats soulignent également la dépendance au réseau en tant que principale limitation, susceptible d'affecter la disponibilité et la sécurité des données. Malgré des avantages évidents, des inquiétudes persistent quant à la confidentialité et à la sécurité des données.

En parallèle, l'utilisation de l'OCR est moins répandue, mais elle manifeste une inclination croissante envers l'adoption d'OCR avancés, notamment DataSnipper. Cela suggère une tendance à tirer parti de ces fonctionnalités intelligentes pour optimiser les processus d'audit. Ainsi, il est essentiel que les auditeurs restent informés des dernières avancées des technologies.

Les avantages de l'OCR, tels que l'extraction rapide de données pertinentes, la gestion efficace des informations et l'amélioration des éléments probants, correspondent aux principes théoriques énoncés. Cependant, des défis pratiques tels que la qualité des documents sources, les inexactitudes dues aux variations de mise en page et les exigences de formation et d'intégration avec les systèmes d'audit sont également observés, en harmonie avec les discussions théoriques. La protection des données et la conformité réglementaire sont aussi soulignées comme des enjeux majeurs, reflétant les préoccupations théoriques quant à la sécurité et à la conformité dans l'utilisation de l'OCR.

Diverses tendances et observations notables ont également été identifiées en ce qui concerne l'utilisation actuelle du Cloud Computing et de l'OCR dans le domaine de l'audit. Ces éléments ont joué un rôle essentiel dans la mise à l'épreuve de nos hypothèses.

Les observations tirées de cette étude révèlent un schéma distinct d'adoption des technologies du cloud computing et de l'OCR dans le secteur de l'audit, avec des nuances en fonction de la taille des cabinets. Plus spécifiquement, cette analyse a mis en évidence une évolution graduelle dans l'intégration du Cloud Computing au sein des petits cabinets, tandis que les cabinets de plus grande envergure ont déjà pleinement assimilé cette technologie, la considérant comme un pilier central de leurs activités. Concernant l'OCR, il a été constaté que son utilisation est moins répandue, en particulier chez les petits cabinets. Cependant, au sein des "Big Four" et des cabinets de taille moyenne, l'OCR, en particulier à travers des solutions avancées comme DataSnipper, apparaît désormais comme un élément essentiel. Cette analyse a souligné une tendance selon laquelle les cabinets de plus grande taille sont plus enclins à adopter à la fois l'informatique en nuage et l'OCR, ce qui suggère une corrélation entre la taille du cabinet et l'utilisation de ces technologies. Cette corrélation renforce la validité de la première hypothèse formulée, laquelle avançait une relation entre la taille du cabinet et l'adoption de ces technologies.

L'hypothèse qui a établi une corrélation entre l'utilisation de l'OCR et l'expérience des professionnels de l'audit a apporté des éclairages intéressants. Selon ce postulat, les auditeurs moins expérimentés tendraient à recourir davantage à l'OCR. Les résultats ont indiqué une tendance significative : les auditeurs moins expérimentés semblent plus à l'aise avec l'OCR et donc, plus enclins à l'utiliser que leurs homologues plus expérimentés. Cependant, cette constatation n'a pas confirmé définitivement le postulat, qui a été classée comme "partiellement soutenue". Ainsi, cette hypothèse a soulevé des questions pertinentes quant à l'impact de l'expérience sur l'utilisation de l'OCR, mais elle nécessite encore des recherches supplémentaires pour parvenir à une confirmation plus définitive. Les résultats actuels illustrent l'importance d'approfondir cette corrélation afin d'obtenir une compréhension plus nuancée des facteurs qui influent sur l'adoption de l'OCR au sein du domaine de l'audit.

Par la suite, les résultats de cette étude ont confirmé que les professionnels de l'audit ont adopté des services de cloud ainsi que des logiciels d'OCR qui intègrent des fonctionnalités d'intelligence artificielle, validant ainsi la troisième hypothèse énoncée. Cette adoption reflète la prise de conscience croissante des avantages offerts par l'intégration de ces technologies avancées dans le secteur de l'audit. Les cabinets d'audit sont de plus en plus enclins à exploiter les fonctionnalités fournies par le Cloud Computing et l'OCR, en particulier des solutions de pointe telles que le logiciel DataSnipper. Cela inclut la mise en œuvre de fonctionnalités d'automatisation, la gestion de volumes importants de données, ainsi que l'amélioration de l'efficacité opérationnelle. Par conséquent, cette tendance souligne la volonté des professionnels d'audit d'embrasser les avancées technologiques pour optimiser leurs processus et fournir des services de qualité supérieure. En conséquence, l'utilisation de services de cloud et de logiciels d'OCR dotés d'intelligence artificielle s'inscrit désormais comme une pratique courante au sein de la profession d'audit, contribuant à une transformation significative de la manière dont les activités d'audit sont menées et offrant de nouvelles perspectives pour l'avenir de ce secteur.

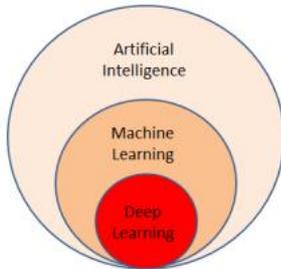
Cependant, il est essentiel de noter les limitations de cette étude. La taille limitée de l'échantillon, les risques de biais de sélection et de réponse, ainsi que l'approche qualitative adoptée pour les entretiens, peuvent introduire des incertitudes dans les résultats. Pour une compréhension plus approfondie et nuancée, une étude future pourrait envisager une approche mixte, en combinant méthodes qualitatives et quantitatives.

En définitive, cette étude a contribué à une meilleure compréhension de l'adoption des technologies dans l'audit financier. Les résultats offrent des perspectives intéressantes pour les praticiens et les chercheurs du domaine. Toutefois, les observations soulignent également la nécessité de poursuivre les recherches pour explorer davantage les facteurs influençant ces tendances technologiques, tout en tenant compte des limites

# Annexes

- **PARTIE THEORIQUE**

## Annexe 1 : La relation entre l'IA, Machine Learning et Deep Learning



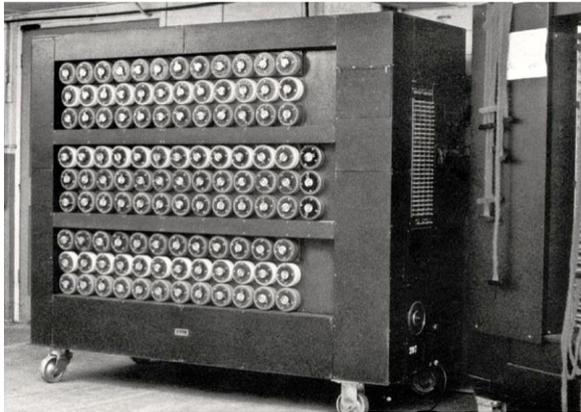
Source : (Cutting & Cutting-Decelle, 2021, p.4).

## Annexe 2 : Machine « Enigma »



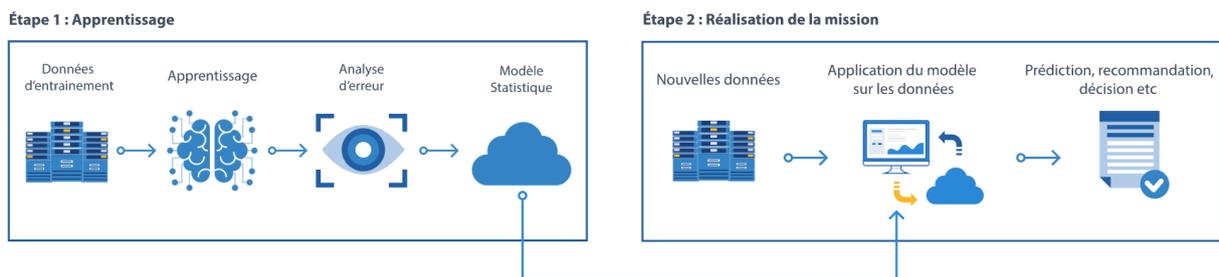
Source : *The Enigma Machine — the National Museum of Computing.* (s. d.). *The National Museum of Computing.*  
<https://www.tnmoc.org/bh-2-the-enigma-machine>

### Annexe 3 : Machine « Bombe »



Source: Humanist heritage : Bombe machine. (s. d.-b). Humanist Heritage. <https://heritage.humanists.uk/object/bombe-machine/>

### Annexe 4 : Fonctionnement du machine learning



Source : HTTPCS - tout sur la machine learning en cyber sécurité | HTTPCS by Ziwit. (s. d.-b). Tout sur le Machine Learning en Cyber Sécurité | HTTPCS by Ziwit. <https://www.httpcs.com/fr/machine-learning-cybersecurite>

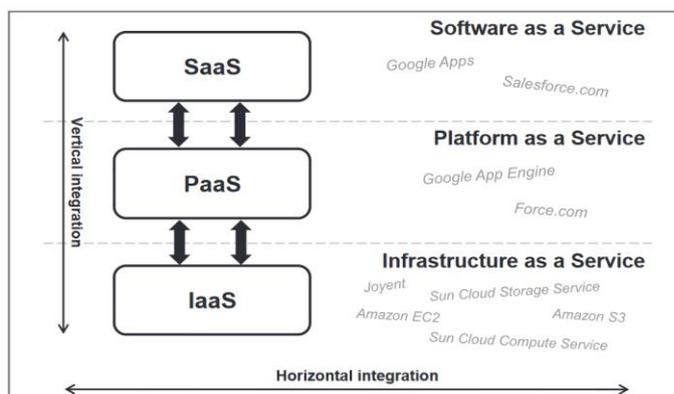
## Annexe 5 : Différences entre l'apprentissage supervisé et non supervisé

### What is the Difference Between Supervised and Unsupervised Machine Learning?

Aspect	Supervised Learning	Unsupervised Learning
Process	Input and output variables are provided to train model.	Only input data is provided to train model. No output data is used.
Input Data	Uses labeled data.	Uses unlabeled data.
Algorithms Supported	Supports regression algorithms, instance-based algorithms, classification algorithms, neural networks and decision trees.	Supports clustering algorithms, association algorithms and neural networks.
Complexity	Simpler.	More complex.
Subjectivity	Objective.	Subjective.
Number of Classes	Number of classes is known.	Number of classes is unknown.
Primary Drawback	Classifying massive data with supervised learning is difficult.	Choosing number of clusters can be subjective.
Primary Goal	Train the model to predict output when presented with new inputs.	Find useful insights and hidden patterns.

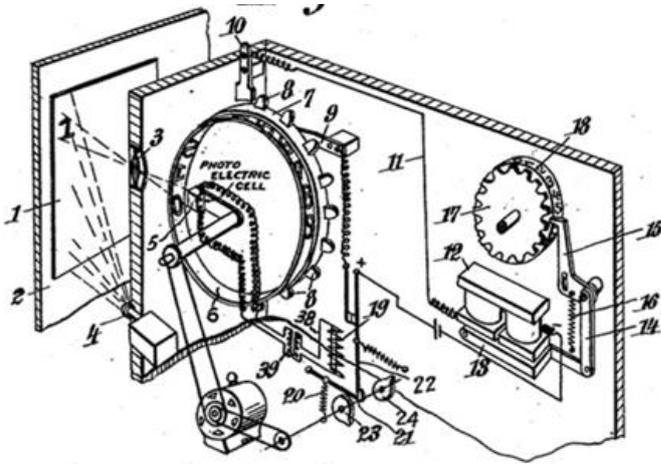
Source : What is machine learning and why is it important ? | OpenText. (s. d.-b). <https://www.microfocus.com/en-us/what-is/machine-learning>

## Annexe 6 : Les trois couches architecturales du Cloud Computing



Source : (Stanoevska-Slabeva & Wozniak, 2010, p.52).

## Annexe 7 : Machine à lire de Gustav Tauschek



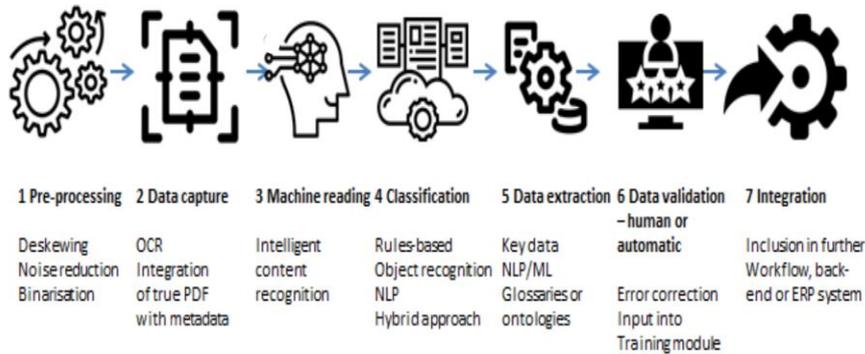
Source : Alexandre. (2023, 5 juin). Apprendre à l'ordinateur à lire avec l'Optical Character Recognition. Formation Data Science | DataScientest.com. <https://datascientest.com/optical-character-recognition>

## Annexe 8 : Optophone de Fournier



Source : The « Optophone », a reading device for the blind, invented by E. E. Fournier D'Albe : demonstrated in use by a Man. photograph, Ca. 1921. (s. d.). Wellcome Collection. <https://wellcomecollection.org/works/j2645fuw>

## Annexe 9 : Le flux de travail complet de bout en bout d'IDP



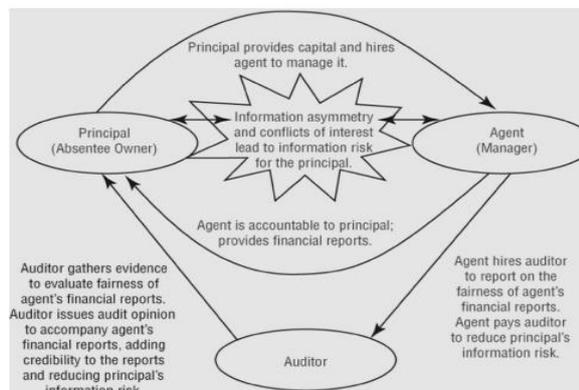
Source : (Cutting & Cutting-Decelle, 2021, p.12).

## Annexe 10 : Comparaison OCR et IDP

	OCR	IDP
In which cases it is used ?	Basic structured documents which fits into a template	Complex documents as tables, pictures with too many variations.
What is it offering ?	Only data extraction	It understand the data, insights, context and generate a narrative
How is it working?	Is a manual process which optimize data extractions using a tool	It uses machine learning techniques to understand and offer accuracy overtime
Does it require templates to operate?	It needs templates which are costly to create , manage and maintain	It does not require templates

Source : (Mihai & Duțescu, 2022).

## Annexe 11 : L'asymétrie de l'information



Source : (Francis, 2022).

## Annexe 12 : Les techniques de collecte de preuves pour un audit

Technique	Definition	Examples
Inquiry	Consists of seeking information from knowledgeable persons inside or outside the entity	Obtaining written or oral information from the client in response to specific questions during the audit
Observation	Consists of looking at a process or procedure being performed by others	Observation by the auditor of the counting of inventories by the entity's personnel, site visit at the client facilities
Inspection	Consists of examining records, documents or tangible assets with <u>vouching or tracing</u> objectives (see chart below)	Reviewing sales orders, sales invoices, shipping documents, bank statements, client complaint letters, etc.
Recalculation	Consists of checking the arithmetical accuracy of source documents and accounting records or performing independent calculations	Extending sales invoices and inventories, checking the calculation of depreciation expenses or interest accruals
Reperformance	Consists of independent execution of procedures or controls that were originally performed as part of the entity's internal controls	Reperform ageing of accounts receivable or of a valuation model of tradeable assets
Confirmation	Consists of an external response to an inquiry to corroborate information contained in the accounting records	Used to confirm the existence of accounts receivable (client confirmations) and accounts payable (supplier confirmations), verify cash balances with banks (bank confirmations), review litigations faced by the company (lawyers' confirmation letters)
Analytical procedures	Consists of the analysis of significant ratios and trends, including the resulting investigation of fluctuations and	Calculating trends in sales based on past few years and market growth rates, comparing budgeted results to actual results, reviewing

Source : (Francis, 2022, p.39).

## Annexe 13 : Éléments de preuve d'audit suffisants et appropriés

Sufficient and Appropriate Audit Evidence	
Consideration	Effect on sufficient and appropriate evidence
Materiality of the item being examined	The more material the item the greater the amount of evidence required
Effectiveness of management's responses to risks	More effective management responses to risks and controls decreases quality and quantity of audit evidence required
Prior audit experience with the client	Prior audit experience with the client will indicate how much evidence was taken in prior audits and if that was enough
Auditor's assessment of inherent and control risks	The higher the inherent or control risk, the greater the amount of evidence required
Reliability of the available information	The less reliable the source of information, the greater the amount of evidence required
Whether fraud or error is suspected	If fraud or error is suspected, the amount of evidence required increases

Source : (Francis, 2022, p.43).

## Annexe 14 : Fiabilité des éléments de preuve

<b>Reliability of Evidence</b>		
	<b>Least reliable</b>	<b>Most reliable</b>
Source relative to entity	Internal (from inside the entity)	External (from outside the entity)
Source – person: employee or auditor	Employee of company	External auditor
Source – person: employee or third party	Employee of company	Third party
Source: independence of provider	Associated with company	Not associated with company
Source: qualification of provider	Little knowledge of subject	Expert in subject
Source: operation of internal controls	Not in operation	Effective operations

Source : (Francis, 2022, p.43).

- **PARTIE EMPIRIQUE**

### Annexe 15 : L'échantillon de l'étude empirique

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Méthode
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Questionnaire
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Questionnaire
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Questionnaire
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Questionnaire
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Questionnaire
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Questionnaire
7	Senior	3	BDO	Moyen	Belgique	Entretien
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Questionnaire
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Questionnaire
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Questionnaire
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Questionnaire
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Questionnaire
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Questionnaire
14	Junior	1	DGST & Partners	Petit	Belgique	Entretien
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Questionnaire
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Questionnaire
17	Réviseur	27	Rewise	Petit	Belgique	Questionnaire

Source : Survio® - [www.survio.com](http://www.survio.com). (s. d.). Sondage en ligne | Créer un sondage gratuit | Survio®. Survio®. <https://www.survio.com/fr/>

### Annexe 16 : Informations supplémentaires pertinentes concernant l'échantillon

Statut	Nombre
Junior	6
Senior	7
Manager	3
Réviseur	1
<b>Total</b>	<b>17</b>

Quelque chiffres
6 années d'expérience en moyenne
9 cabinets distincts
4 "Big Four"
2 cabinets de taille moyenne
3 cabinets de petit taille

Cabinet	Nombre
Deloitte	3
EY	1
PwC	1
KPMG	1
BDO	3
Grant Thornton	1
DGST & Partners	4
Heynen Nyssen	2
Rewise	1
<b>Total</b>	<b>17</b>

Source : Annexe 15.

## Annexe 17 : Questionnaire complet qui a transmis en ligne via « Survio.com »

### • 1<sup>ère</sup> Partie : Présentation

#### Question n°1

Quel est le nom du cabinet d'audit dans lequel vous travaillez actuellement ?

#### Question n°2

Quel est la taille de votre cabinet ?

Propositions de réponse: *Le critère est la présence à l'internationale*

moins de 2 bureaux à l'étranger    plus de 2 bureaux à l'étranger    Big Four (Deloitte, KPMG, EY ou PwC)

*Explications :* Deux bureaux à l'étranger ont été sélectionnés comme points de référence afin de clarifier la distinction entre les cabinets ayant une présence internationale prononcée, tels que BDO, et ceux qui sont établis uniquement en Belgique, ou éventuellement dans un pays supplémentaire. Cette sélection visait à mieux cerner les cabinets disposant d'une envergure internationale significative et à les différencier des cabinets opérant principalement en Belgique.

#### Question n°3

Quel statut avez-vous actuellement dans votre cabinet ?

Propositions de réponse: *Choisissez une seule réponse*

Junior    Senior    Manager    Réviseur

*Explications :* Les conditions d'ancienneté nécessaires pour évoluer d'un poste à un autre peuvent varier d'une firme à l'autre. Cependant, il est couramment établi qu'un auditeur junior possède en général moins de 2 ans d'expérience. Le niveau senior requiert une expérience dépassant les 2 ans, tandis que le poste de manager exige au moins 5 années d'expérience (Hayes, 2007). En ce qui concerne le réviseur, ce rôle s'accompagne d'un statut requis de diplômé.

#### Question n°4

Depuis combien d'années exercez-vous votre métier ?

### • 2<sup>ème</sup> Partie : Cloud Computing

#### Question n°5

Dans le contexte de votre travail, êtes-vous familier avec le concept de Cloud Computing ?

Propositions de réponse: *Définition du cloud computing : La pratique consistant à utiliser un réseau de serveurs distants hébergés sur Internet pour stocker, gérer et traiter des données, plutôt qu'un serveur local ou un ordinateur personnel*

Oui    Non

*Explications :* Une définition du cloud a été incluse pour clarifier le concept au cas où certains participants n'en avaient pas une compréhension précise. Certains participants peuvent utiliser des technologies liées au cloud sans connaître précisément les termes techniques associés. Cette clarification vise à faciliter leur compréhension et à garantir qu'ils puissent répondre aux questions subséquentes en tenant compte du contexte approprié.

### Question n°6

Si oui, pourriez-vous expliquer dans quel contexte et comment est appliqué ce concept dans votre cabinet ? (quelles fonctionnalités du Cloud Computing vous utilisez par exemple)

Propositions de réponse: Indiquez "non" si ce n'est pas le cas / Soyez complet

### Question n°7

Selon vous, quels sont les principaux avantages de l'utilisation du Cloud Computing dans le domaine de l'audit ?

### Question n°8

Selon vous, quels sont les principaux désavantages de l'utilisation du Cloud Computing dans le domaine de l'audit ?

### Question n°9

Selon vous, quels sont les principaux défis liés à l'utilisation du Cloud Computing dans l'audit ?

### Question n°10

Quels types de tâches ou processus d'audit pensez-vous que le Cloud Computing peut automatiser, simplifier ou améliorer ?

## • 3<sup>ème</sup> Partie : OCR

### Question n°11

Dans le contexte de votre travail, êtes-vous familier avec la Reconnaissance Optique de Caractères (OCR) ?

Propositions de réponse: Définition de OCR :Processus permettant de convertir une image de texte en format de texte lisible par une machine. Un document (texte, photographie) que l'on scanne, et le convertit ensuite en un fichier texte.

Oui  Non

**Explications :** Une définition de l'OCR a été incluse pour clarifier le concept au cas où certains participants n'en avaient pas une compréhension précise. Certains participants peuvent utiliser des technologies liées à l'OCR sans connaître précisément les termes techniques associés. Cette clarification vise à faciliter leur compréhension et à garantir qu'ils puissent répondre aux questions subséquentes en tenant compte du contexte approprié.

### Question n°12

Si oui, pourriez-vous expliquer dans quel contexte et comment est appliqué ce concept dans votre cabinet ? ( Quel(s) logiciel(s)? Quelle(s) fonctionnalité(s)? ...)

Propositions de réponse: Indiquez "non" si ce n'est pas le cas / Soyez complet

### Question n°13

Selon vous, quels sont les principaux avantages de l'utilisation de l'OCR dans le processus d'audit ?

### Question n°14

Selon vous, quels sont les principaux inconvénients de l'utilisation de l'OCR dans le processus d'audit ?

Question n°15

Quels sont les principaux défis liés à l'utilisation de l'OCR dans le domaine de l'audit ?

Question n°16

Quels types de tâches ou processus d'audit pensez-vous que l'OCR peut automatiser, simplifier ou améliorer ?

- **4<sup>ème</sup> Partie : Cloud/OCR**

Question n°17

Pouvez-vous envisager d'autres utilisations potentielles de ces technologies, en dehors de celles que vous avez déjà mentionnées ?

*Explications* : Il est intéressant de poser cette question pour explorer la créativité et l'imagination des participants en matière d'applications possibles du Cloud Computing et de l'OCR au-delà de celles déjà évoquées.

- **5<sup>ème</sup> Partie IA**

Question n°18

Comment imagineriez-vous l'outil ou la technologie idéale basée sur l'intelligence artificielle ?

*Explications* : Comme expliqué dans la section théorique, les technologies comme l'OCR et le cloud présentent des opportunités d'amélioration en intégrant des solutions intelligentes basées sur l'intelligence artificielle. Dans cette perspective, il est pertinent et stimulant de poser cette question aux participants. De plus, cela permet d'explorer la créativité et l'imagination des auditeurs.

## Annexe 18 : Réponses brutes<sup>27</sup> du questionnaire en ligne

- **Question 5 :** Dans le contexte de votre travail, êtes-vous familier avec le concept de Cloud Computing ?

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Oui
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Oui
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Oui
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Oui
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Oui
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Oui
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Oui
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Oui
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Non
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Oui
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Oui
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Oui

- **Question 6 :** Pourriez-vous expliquer dans quel contexte et comment est appliqué ce concept dans votre cabinet ? (Quelles fonctionnalités du Cloud Computing vous utilisez par exemple)

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Nous permet d'échanger des documents comme nos fichiers de travaux ou des rapports. Accès en temps réel à nos dossiers. L'utilisation du cloud est omniprésente.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Pas de fonctionnalités particulières mais nous auditions parfois sur des systèmes en cloud computing. Cela permet une bonne rétention des documents et une revue du travail facilitée.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Le cloud nous sert de plateforme de documentation des dossiers d'audit, permet des échanges de documents avec les clients/entre cabinets, nous l'utilisons comme une bibliothèque virtuelle.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Nous l'utilisons comme plateforme d'échanges de documents et de gestion de dossier.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Nos testings sont situés dans un cloud commun de sorte à ce que chaque personne impliquée peut y accéder.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Accessibilité à tous les dossiers et outils de travail grâce à la connexion à distance.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Le cloud est utilisé pour stocker les infos de nos clients ainsi que nos dossiers de travaux. Permet d'avoir accès à tout moment
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Mobilité des données, et accès peu importe l'endroit où on se trouve. Facilite nos échanges.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Non
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Nous utilisons le cloud computing via une dropbox pour l'hébergement des données.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Notre programme de gestion de l'audit est hébergé sur le cloud (CaseWare).
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Grâce à la synchronisation avec le cloud, nous avons la possibilité de travailler à plusieurs sur un même dossier et de sauvegarder les fichiers de travail instantanément.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Nous utilisons un VPN pour une connexion à un serveur centralisé où toutes les données et le travail réalisé lors des audits sont stockés.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non pas encore pour le moment. Bientôt, le logiciel d'audit utilisé (Caseware) sera intégré dans un cloud.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Familier mais pas d'application au sein du cabinet.

- **Question 7 :** Selon vous, quels sont les principaux avantages de l'utilisation du Cloud Computing dans le domaine de l'audit ?

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Principalement l'accès en temps réel aux dossiers et travailler depuis n'importe quel endroit.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Question compliquée :- Rétention des informations ; - Revue facilitée ; - Accès rapide aux informations.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Flexibilité (pas de synchronisation, accessible à distance, possibilité de mise à jour en temps réel), réduction des coûts.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	La possibilité d'analyser rapidement et facilement des grande data set et l'automatisation de process.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Partage plus rapide des documents/des testings.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Travailler de n'importe où.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Collaboration entre collaborateurs, accès à distance, permet le télétravail.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Facilité d'utilisation, accès facile aux dossiers et documents.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Facilite, efficience, gain de temps.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Sécurisation et sauvegarde des données.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Selon moi, un des principaux avantage est la stabilité du service cloud et son accessibilité plus facile hors du bureau.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Synchronisation permettant le travail à plusieurs sur un même dossier et sauvegarde des fichiers de travaux "instantanément.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	1-cela favorise le travail d'équipe primordial en audit 2-protz ton contre l'altération et la perte de données 3-cela concourt au maintien du secret professionnel 4-l'accessibilité de l'information pour toute l'équipe.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Accès en temps réel aux informations. Sécurité contre la perte de données. Possibilité de travailler à distance.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Centralisation et partage des données. Cet objectif peut aussi être atteint via un serveur local.

<sup>27</sup> Les questions n°1, n°2, n°3 et n°4 (partie introduction du questionnaire) sont repris directement dans les tableaux.

- **Question 8 : Selon vous, quels sont les principaux désavantages de l'utilisation du Cloud Computing dans le domaine de l'audit ?**

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Dépendance au réseau cloud. Parfois difficulté à rentrer dans le cloud.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	S'il n'y a pas une politique stricte de sécurité, le désavantage pourrait être une perte de confidentialité ou un
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Risque de confidentialité, dépendance vis-à-vis du fournisseur du Cloud, problèmes techniques.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Préoccupations concernant la confidentialité des données et la lenteur en cas de réseau faible.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Dépendance du cloud, potentiel problème de sécurité/confidentialité.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Si le serveur ne fonctionne pas ou tombe en panne, impossible de travailler et accéder aux informations.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Dépend du réseau internet, peu tomber en panne.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Perte de connexion et confidentialité des données.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Aucun.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Lenteur d'exécution des tâches en cas de perturbation du réseau.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Il arrive parfois, encore aujourd'hui, que les connexion internet soient peu stable chez certain clients. Dans ce
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Aucun.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Aucun inconvénient si ce n'est que les problèmes techniques réseau qui peuvent parfois créer des retards dans
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Risque de temps d'arrêt et de panne (d'internet). Large éventail d'attaque car en ligne.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Confidentialité; risque de panne du web.

- **Question 9 : Selon vous, quels sont les principaux défis liés à l'utilisation du Cloud Computing dans l'audit ?**

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	La sécurité des données principalement et les maintenances.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	N/A.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Espace de stockage limité ou plus coûteux, développement/maintenance des plateformes.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Je ne sais pas.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Gérer les désavantages mentionnés.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Que les clients utilisent des plateformes pour partager les informations pour nos missions d'audit. En utilisant nos plateformes le client peut déposer ses documents et sont enregistrés dans nos serveurs.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	La dépendance au réseau.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	La question de la sauvegarde des données, la confidentialité.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	La sécurité des données
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne sais pas.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne suis pas assez familier et je n'ai pas assez de connaissance pour pouvoir déterminer les défis du cloud computing.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Aucun.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	La protection des accès car nul ne garantit que des identifiants ne puissent être utilisés par une personne autre que l'auditeur.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	La sécurité des données. Notre métier requérant le secret professionnel, il est très important de sécuriser les données des clients. Je pense qu'il s'agit d'un des plus grand défi.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Confidentialité; risque de panne du web.

- **Question 10 : Quels types de tâches ou processus d'audit pensez-vous que le Cloud Computing peut automatiser, simplifier ou améliorer ?**

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Meilleure gestion des données.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	N/A.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Obtention des justificatifs, Documentation du dossier d'audit et stockage/archivage.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Accessibilité, auto save.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Stockage des données, accessibilité aux informations.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Je ne sais pas.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Traitement automatique des données.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Pas d'idée concrète
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Ne sais pas.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Faciliter de partage de documents (en interne et/ ou en externe).
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Pour les dossiers avec les même spécificités (type, forme, objet social, erp) reprendre automatiquement les process et risque liée à ceux-ci => toujours avec une validation humaine
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Traitement des grosses bases de données.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Ne l'utilisant pas au cabinet, je ne sais pas.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Je ne sais pas.

- **Question 11 :** Dans le contexte de votre travail, êtes-vous familier avec le concept d'OCR ?

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Oui
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Non
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Oui
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Non
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Oui
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Oui
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Oui
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Oui
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Oui
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Oui

- **Question 12 :** Si oui, pourriez-vous expliquer dans quel contexte et comment est appliqué ce concept dans votre cabinet ? (Quel(s) logiciel(s) ? Quelle(s) fonctionnalité(s) ? ...)

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	On utilise DataSnipper dans la numérisation de documents et dans leur analyse.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Non
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Simple numérisation de factures et de documents, notes de frais via DataSnipper
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Non
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Nous utilisons Datasnipper via Excel. Cet add-in permet l'OCR. Il s'agit d'un OCR qui permet l'automatisation de certaines tâches.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	J'utilise Datasnipper pour identifier des montants sur des documents reçus par le client. Pour identifier également des informations importantes sur les documents reçus des clients et vérifier si l'information existe et est correcte.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Le cabinet utilise Datasnipper principalement. Facilite des tâches sans réelle valeur ajoutée.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Utilisation du logiciel OCR Datasnipper. Numérisation et traitement des documents.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Reconnaissance de caractère pour tester des factures/transactions.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Reconnaissance de caractère pour fichier PDF.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Scannage de tous les documents en PDF. OCR pour gagner du temps dans certains cas de figure.

- **Question 13 :** Selon vous, quels sont les principaux avantages de l'utilisation de l'OCR dans le processus d'audit ?

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Gain de temps, les tâches répétitives et sans valeur ajoutée diminuent. Très efficace
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Rapidité du traitement des informations et surtout le fait que les personnes chargées de réaliser ce travail
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Dématérialisation (accessibilité, durabilité, intégrité), rapidité/efficacité de traitement de l'information, format plus compatible pour faire des recherches/copier-coller etc,
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Gain de temps
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Rapidité
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Gain de temps et facilite la vie pour certains tâches
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Permet de se concentrer sur des tâches à valeur ajoutée.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Gain de temps, facilité, grâce à l'automatisation de certaines tâches.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Conformité de l'exactitude et exhaustivité des données converties
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Vu l'augmentation du travail à distance dans l'audit (moins de déplacement en clientèle), l'envoi des pièces justificatives se font parfois par scan et photo. Cela pourrait être utile de transformer ces images en texte utilisable pour nos travaux.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Facilite le traitement du document.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Pas informé sur le sujet.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Rapidité pour retrouver une information dans une zone de texte plutôt que dans une image.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Je ne vois pas.

- Question 14 : Selon vous, quels sont les principaux inconvénients de l'utilisation de l'OCR dans le processus d'audit ?

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Risque d'erreurs si les documents pas très visible.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Il faut toujours revoir le travail car ce n'est pas infallible. Il y a parfois des erreurs et il est nécessaire de revérifier à chaque fois les résultats de l'OCR.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Risque d'erreurs et de limitations, confidentialité, authenticité des documents.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Crash plus fréquents, files plus lourds
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Pas trouvé d'inconvénients
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	La qualité des documents
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Pas d'idée
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Donner à stocker sur Excel ralenti desfois le programme
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Mauvaise interprétation des données
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne sais pas, je ne suis pas assez familier avec l'utilisation de l'OCR
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Pas toujours efficace en fonction des documents
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Pas d'information sur le sujet
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Je ne sais pas, je ne suis pas assez familier avec l'utilisation de l'OCR
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	N/A

- Question 15 : Quels sont les principaux défis liés à l'utilisation de l'OCR dans le domaine de l'audit ?

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Minimiser les erreurs des résultats.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Trouver un outil qui ne commette pas ou peu d'erreurs.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Capacité/précision de la reconnaissance;
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Améliorer la compatibilité.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Aucune idée.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Avoir une technologie avec un taux d'erreur très faible.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Je ne sais pas.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Faciliter l'audit et gagner du temps.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne sais pas.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne sais pas, je ne suis pas assez familier avec l'utilisation de l'OCR
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Etre plus efficace et plus large afin de permettre une conversion de fichier texte sur base de n'importe quelle type de document
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	La limite entre l'automatisation et le secret professionnel primordial dans le métier d'auditeur.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Je ne sais pas
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	N/A

- Question 16 : Quels types de tâches ou processus d'audit pensez-vous que l'OCR peut automatiser, simplifier ou améliorer ?

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Voir les désavantages.
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Revue des factures; Calculs effectués dans Excel qui pourraient se faire plus facilement ; Traitement des données.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Voir réponses précédentes.
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	N/A.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Recherche dans des documents.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Identifier, transformer un documents en pdf en Excel.
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	La classification des documents.
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Pas d'idée précise.
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Presque toute mais notamment dans la partie substantives et le ticking des FS.
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Je ne sais pas.
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Reconnaissance automatiques des pièce justificatives reçue.
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	La lecture de facture et donc le classement par crossref.
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Je ne vois pas.
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	N'utilise pas donc je ne sais pas.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Je ne vois pas.

- **Question 17 : Pouvez-vous envisager d'autres utilisations potentielles de ces technologies, en dehors de celles que vous avez déjà mentionnées ?**

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Pas spécialement
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Nous avons toute une série de logiciels/technologies internes au sein de Deloitte
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Non
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Les possibilités offertes par des outils avancés sont infinies mais j'en ai pas connaissance.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	RAS
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Non
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Non je ne vois pas
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Non
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Non
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	Oui très probablement
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	J'ai difficile a imaginé comment utiliser les service de cloud computing et autres dans l'audit
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Non
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Non
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Je ne sais pas
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Non

- **Question 18 : Comment imagineriez-vous l'outil ou la technologie idéale basée sur l'intelligence artificielle ?**

N°	Statut	Années d'expérience	Nom du cabinet	Taille du cabinet	Pays	Réponse
1	Junior	1	Deloitte	Big Four	Belgique	Une technologie capable d'anticiper les risques financiers potentiels en analysant en temps réel les données comptables
2	Senior	4	Deloitte	Big Four	Belgique	Avant tout un outil efficace sur lequel on peut clairement se baser. L'outil doit être simple d'usage tout en permettant de « brasser large » avec toute une série de paramètres.
3	Manager	8	Deloitte	Big Four	Luxembourg	Spécifique aux industries/marchés de nos clients, puissante mais contrôlée
4	Manager	6	EY	Big Four	Belgique	Fiable, rapide, précis et unificateur à utiliser.
5	Senior	2	PwC	Big Four	Luxembourg	Inputs rentrés (financial data,...)-> design of testings créé directement.
6	Junior	2	KPMG	Big Four	Belgique	Faire toutes les tâches monotones en audit pour gagner du temps mais aussi identifier les risques qui sont à la base de la stratégie d'audit
8	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Un outil d'IA doté d'une compréhension approfondie des normes comptables et des réglementations financières
9	Junior	2	BDO	Moyen	Belgique	Un assistant virtuel alimenté par l'IA qui interagirait de manière naturelle avec les auditeurs
10	Junior	2,5	Grant Thornton	Moyen	Luxembourg	Une IA capable de détecter des fraudes selon un grand livre ou une balance
11	Manager	20	DGST & Partners	Petit	Belgique	L'idéal étant celle qui se rapprocherait le plus de l'analyse humaine avec la prise en compte des nuances et de la subjectivité inhérentes aux sujets traités
12	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	J'ai difficile a imaginé comment utiliser l'intelligence artificiel dans l'audit
13	Senior	4	DGST & Partners	Petit	Belgique	Analyse et check de facture automatisé + identification des faiblesses dans les process de contrôle interne
15	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Un outil qui automatisé les tâches rébarbatives tout en laissant de la place pour le jugement professionnel de l'auditeur
16	Senior	3	Heynen Nyssen	Petit	Belgique	Comme précisé à une question précédente, la technologie idéale devrait permettre d'éviter toutes les tâches répétitives à l'auditeur pour que celui-ci puisse se concentrer sur des tests de cohérence en utilisant son esprit critique afin de détecter des anomalies.
17	Réviser	27	Rewise	Petit	Belgique	Je crois en l'intelligence humaine pour les audits.

## Annexe 19 : Retranscription complète du premier entretien (24/04/2023)

- Rappel du profil : Auditeur n°7 /Senior/ 3 ans d'expérience/BDO/Moyen/Belgique.

### **Quel est le nom du cabinet d'audit dans lequel vous travaillez actuellement ?**

*« Je travaille actuellement chez BDO, à Battice et ce, depuis 3 ans maintenant. »*

### **Quel est la taille de votre cabinet ?**

*« Il est fréquemment mentionné que BDO est un cabinet de taille moyen. Bien que nous ne fassions pas partie des Big Four, notre présence à l'échelle internationale est forte, avec de multiples bureaux implantés à l'étranger. »*

### **Quel statut avez-vous actuellement dans votre cabinet ?**

*« Je suis devenu senior récemment. J'ai 3 ans d'expériences dans le domaine de l'audit. Il s'agit de mon premier cabinet. Il s'avère que j'ai été embauché dès la sortie de mon stage. »*

### **En tant qu'auditeur, êtes-vous familier avec le concept de Cloud Computing ?**

*"Oui, absolument. Le Cloud est devenu un aspect essentiel de notre travail. Nous l'utilisons régulièrement pour différentes raisons, dont je suppose que je devrais expliquer. »*

### **Comment le cloud est-il intégré au sein de votre cabinet et dans quel contexte l'utilisez-vous ?**

*« Le cloud est devenu une technologie incontournable de notre travail au sein du cabinet. À tous les niveaux de nos opérations d'audit, le cloud est utilisé de manière cruciale. Nous avons migré notre logiciel d'audit vers une plateforme cloud, ce qui nous permet d'accéder aux données de nos clients en temps réel, de collaborer plus efficacement avec nos équipes dispersées et de sécuriser nos données de manière robuste. »*

### **Quels atouts majeurs percevez-vous dans l'intégration du Cloud Computing dans le secteur de l'audit ?**

*« Tout d'abord, je trouve qu'il s'agit d'un outil simple à utiliser. Il suffit de s'identifier pour avoir accès au « cloud ». En tant qu'auditeurs, nous avons besoin d'accéder aux données de nos clients en temps réel, où que nous soyons même en télétravail. Grâce au cloud, cette mobilité est rendue possible, facilitant la collaboration entre nos équipes dispersées. La capacité à stocker et à analyser d'énormes volumes de données financières et comptables dans le cloud permet aussi d'améliorer notre processus de travail et nos analyses. Tout cela fait que nous gagnons beaucoup de temps et optimise notre travail ! »*

### **D'après vous, quels inconvénients majeurs pourraient découler de l'intégration du Cloud Computing dans le secteur de l'audit ?**

*« Tout d'abord je dirai la dépendance à une connexion internet. Cela pose de gros problèmes lorsque le réseau fiable car une interruption de service pourrait potentiellement entraver notre capacité à accéder aux données et donc à travailler. Cela m'est déjà arrivé plusieurs fois chez le client. Ensuite, je dirai la sécurité des données. Vu que les données se trouvent sur internet, elles sont plus susceptibles d'être piratées. Cela est problématique car nous avons des données financières sensibles. Nous devons rassurer nos clients quant à la sécurité de leurs données qu'ils nous fournissent. »*

**Pourriez-vous nous parler des éventuels défis que vous pourriez rencontrer en adoptant le Cloud Computing pour vos activités d'audit ?**

*« Je dirai de gérer les désavantages que j'ai cités dans la question précédente. Le coût aussi pourrait être un défi. Je ne suis pas expert mais il me semble qu'il s'agit d'un outil relativement cher. »*

**Quels types de tâches ou processus d'audit pensez-vous que le Cloud Computing peut automatiser, simplifier ou améliorer ?**

*« Le cloud nous offre un potentiel significatif pour rationaliser et améliorer divers aspects de l'audit. Les processus liés à la collecte et à la gestion des données que nous avons sont automatisés, ce qui nous permet de gagner du temps. L'analyse de grandes quantités de données financières et comptables sont simplifiée. Cet outil nous permet aussi de dégager des tendances et des anomalies plus rapidement. Pour finir, je dirai que la collaboration entre les membres de l'équipe et même avec les clients est renforcée par des outils de partage et de communication intégrés au cloud. »*

**Dans votre domaine professionnel, avez-vous une connaissance pratique de la Reconnaissance Optique de Caractères (OCR) ?**

*« Absolument, au cabinet, nous faisons principalement usage du logiciel DataSnipper. Il s'agit d'un outil intelligent qui nous aide dans le traitement de documents. »*

**Pourriez-vous expliquer dans quel contexte et comment est appliqué DataSnipper dans votre cabinet ?**

*« Comme je l'ai évoqué, nous faisons un usage régulier de DataSnipper, en particulier lors des phases de vérification. Il nous est très utile car il joue un rôle essentiel dans l'automatisation de tâches telles que la reconnaissance de factures et de contrats. Le logiciel excelle dans la capacité à identifier et classer des factures, à effectuer des vérifications de montants, et à extraire des informations clés nécessaires à nos analyses et contrôles. En somme, DataSnipper contribue à l'automatisation de certains de nos processus, améliorant ainsi l'efficacité de nos opérations. »*

**Selon vous, quels sont les principaux avantages de l'utilisation du logiciel DataSnipper?**

*« DataSnipper est un outil qui apporte une révolution, car il nous permet d'automatiser certaines tâches et de minimiser les risques d'erreur humaine. Ce qui est génial, c'est sa parfaite intégration avec Excel, un outil essentiel pour les auditeurs. Il est capable de reconnaître des informations dans les documents, ce qui se traduit par un véritable gain de temps. En fin de compte, ce logiciel nous permet de numériser et de convertir des documents papier en texte éditable, ce qui simplifie énormément la manipulation et l'analyse des données. Tout cela fait que nous pouvons nous concentrer sur des tâches plus intéressantes. »*

**S'il y en a, quels sont les principaux inconvénients de l'utilisation de l'OCR dans l'audit ?**

*« Pas vraiment de désavantages. Néanmoins, je vérifie de temps en temps le résultat car il se peut que le logiciel ne reconnaisse pas bien mais c'est vrai que c'est assez rare. »*

**Pourriez-vous nous parler des éventuels défis que vous pourriez rencontrer en utilisant la Reconnaissance Optique de Caractères (OCR) pour vos activités d'audit, notamment avec l'outil Datasnipper ?**

*« Je dirai la qualité des documents scannés parce que cela affecte les résultats. Parfois, nous avons des documents assez flous et le logiciel ne reconnaît pas directement (assez rare). Néanmoins, Datasnipper*

*est assez performant je trouve pour reconnaître différents types de documents et de caractères. C'est un outil assez « révolutionnaire » car il est avancé et offre plus de fonctionnalités que les OCR classiques pour ainsi dire. »*

**Comment envisagez-vous que l'OCR puisse automatiser, simplifier ou optimiser les différentes tâches ou processus impliqués dans le domaine de l'audit ?**

*« L'OCR peut améliorer également la collaboration dans les équipes. Cela pourrait être particulièrement bénéfique pour les audits réalisés à distance ou impliquant des collaborateurs situés dans différentes régions. L'adoption d'OCR, notamment avec Datasnipper, ouvre des perspectives intéressantes pour l'automatisation. »*

**Pouvez-vous envisager d'autres utilisations potentielles de ces technologies, en dehors de celles que vous avez déjà mentionnées ?**

*« Non je ne vois pas d'autres utilisations potentielles. Je pense et j'espère que dans le futur, avec l'évolution d'autres technologies, peut-être que l'OCR et le cloud seront encore plus efficace avec ajouts de nouvelles fonctionnalités par exemple. »*

**Comment imagineriez-vous l'outil ou la technologie idéale basée sur l'intelligence artificielle ?**

*« Je pense qu'une IA dotée de la capacité d'analyse équivalente à celle d'un auditeur expérimenté, capable de répondre aisément à des questions techniques qui lui seraient posées. »*

## Annexe 20 : Retranscription complète du deuxième entretien (16/05/2023)

- Rappel du profil : Auditeur n°14 /Junior/ 1 an d'expérience/ DGST & Partners/Petit/Belgique.

### **Pouvez-vous me donner le nom du cabinet d'audit dans lequel vous travaillez actuellement ?**

*« Je suis auditeur chez DGST & Partners, spécifiquement au sein du cabinet basé à Namur. Il faut savoir que DGST est une association de cabinets spécialisés dans la révision d'entreprises. Il s'agit donc d'un réseau. »*

### **Quel est la taille de votre cabinet ?**

*« Nous sommes considérés comme un cabinet de petite envergure. Néanmoins, notre présence se limite à la Belgique. Néanmoins, nous disposons de bureaux à Verviers, Namur et Bruxelles. »*

### **Quel statut avez-vous actuellement dans votre cabinet ?**

*« En réalité, nous n'adoptons pas de hiérarchie très formelle. Cependant, au sein de notre cabinet plutôt informel, je suis généralement perçu comme un auditeur junior. J'ai une expérience d'un an dans le domaine. »*

### **Dans votre métier d'auditeur, êtes-vous familier avec le concept de Cloud Computing ?**

*« Actuellement, nous investissons dans l'adoption du cloud pour nos opérations d'audit. En effet, parmi nos trois bureaux, nous sommes les derniers à envisager cette adoption. Nous prévoyons d'intégrer le logiciel d'audit CaseWare, ce qui nous permettra d'accéder aux dossiers via le cloud. Notre cabinet est en train de finaliser cette transition. Cependant, en me basant sur mes connaissances, j'ai une certaine compréhension des avantages du cloud. »*

### **Pourriez-vous nous expliquer comment le cloud computing joue un rôle au sein de votre cabinet et dans quels cas spécifiques vous en tirez parti ?**

*« J'ai une certaine familiarité avec les avantages du cloud, et je suis ravi de dire que notre cabinet est sur le point de franchir cette étape. D'ici deux mois, nous aurons achevé notre transition vers le cloud pour nos opérations d'audit. Nous espérons l'utiliser à plusieurs niveaux, allant de la collaboration entre nos équipes à la sécurisation améliorée de nos données financières et comptables. »*

### **Pourriez-vous énumérer les avantages clés que vous identifiez en utilisant le Cloud Computing dans vos activités d'audit ?**

*« En ce qui concerne les avantages de l'utilisation du cloud dans mon métier, je me suis un peu renseigné car nous ne l'appliquons pas encore. Je vois plusieurs aspects positifs à venir. Premièrement, la flexibilité, car cela nous permettra d'accéder aux données de nos clients à tout moment et en tout lieu. Ensuite, cela permettra d'améliorer la collaboration entre nos équipes internes et avec nos clients, en partageant des informations et des documents en temps réel. C'est tout ce que je sais pour le moment des avantages du cloud. L'avantage réside également dans la gestion de grandes quantités de données. »*

### **Pourriez-vous identifier certains éventuels désavantages liés à l'utilisation du Cloud Computing dans le contexte de l'audit financier ?**

*« Je n'ai pas encore eu l'opportunité de découvrir les inconvénients du cloud. Cependant, je dirai la dépendance au réseau. »*

### **Selon vous, quels sont les principaux défis liés à l'utilisation du Cloud Computing dans l'audit ?**

*« Pour moi, la sécurité des données est le plus grand défi concernant le cloud. Les données que nous traitons sont très sensibles et on ne peut pas se permettre de les « perdre ». »*

**Quels types de tâches ou processus d'audit pensez-vous que le Cloud Computing peut automatiser, simplifier ou améliorer ?**

*« Je crois que l'adoption du cloud dans l'audit simplifie la gestion des données, renforce la collaboration et conduit à de nouvelles méthodes d'analyse plus sophistiquées. »*

**Dans votre domaine professionnel, avez-vous une connaissance pratique de la Reconnaissance Optique de Caractères (OCR) ?**

*« Bien sûr ! J'utilise régulièrement un logiciel OCR pour convertir des documents en format modifiable. Au sein du cabinet, nous privilégions principalement Adobe Acrobat, qui présente de bonnes performances en termes de reconnaissance et offre des résultats satisfaisants. Toutefois, pour être honnête, je ne connaissais pas vraiment le nom précis de cette technologie. Nous faisons usage de cet outil au cabinet sans avoir reçu une formation formelle sur leur utilisation. »*

**Selon vous, quels sont les principaux avantages de l'utilisation de l'OCR dans le processus d'audit ?**

*« Principalement, je dirais que l'un des avantages majeurs est le gain de temps. L'utilisation de l'OCR permet de considérablement réduire le temps requis pour la saisie et la manipulation des données. De plus, l'OCR améliore la précision dans la reconnaissance des caractères. Enfin, nous n'avons plus besoin de stocker physiquement les documents, ce qui libère de l'espace et réduit les coûts au sein du cabinet. »*

**Selon vous, quels sont les principaux inconvénients de l'utilisation de l'OCR dans le processus d'audit ?**

*« Les logiciels OCR ne sont pas infaillibles et il peut arriver que la qualité d'un document influence négativement les résultats. Cependant, je constate que les logiciels que nous utilisons sont assez performants malgré cela. »*

**Comment percevez-vous les principaux obstacles associés à l'adoption de la Reconnaissance Optique de Caractères (OCR) dans le contexte de l'audit ?**

*« Gérer l'inconvénient que j'ai expliqué et la sécurité des données principalement. Je pense aussi à l'intégration efficace de l'OCR dans les flux de travail existants et la formation des auditeurs pour une utilisation optimale de cette technologie représentent également des défis à relever. Comme je l'ai dit, avant cette entrevue, j'étais peu familier avec cette technologie. Je l'utilisais sans toutefois connaître son nom ni toutes les fonctionnalités qui peuvent l'accompagner. C'est en me renseignant que j'ai réalisé que j'utilisais cette technologie quotidiennement. C'est pourquoi j'évoque la question de la formation. »*

**Comment envisagez-vous que l'OCR puisse automatiser, simplifier ou optimiser les différentes tâches ou processus impliqués dans le domaine de l'audit ?**

*« En m'informant préalablement et en échangeant avec des professionnels de ce secteur au sein de mon réseau, j'ai découvert que d'autres cabinets utilisent des solutions OCR plus avancées. Ces solutions automatisent certaines tâches et offrent des performances supérieures, ce qui permet de gagner encore plus de temps dans l'analyse des documents. Même en tant que petit cabinet, j'espère que nous pourrions nous mettre à jour sur le plan technologique pour optimiser notre travail. »*

**Pouvez-vous envisager d'autres utilisations potentielles de ces technologies, en dehors de celles que vous avez déjà mentionnées ?**

*« Personnellement, je n'arrive pas à identifier d'autres applications éventuelles à l'heure actuelle. »*

**Comment imagineriez-vous l'outil ou la technologie idéale basée sur l'intelligence artificielle ?**

*« Je ne suis pas très sûr, mais je pense qu'une technologie très fiable, qui fonctionne bien sans avoir besoin de vérifications fréquentes qui prennent beaucoup de temps, serait idéale. Une autre suggestion pourrait être un bot intelligent avec lequel on pourrait interagir et poser des questions comptables ou fiscales, par exemple. »*



## Bibliographie

- *2021 Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements* / IAASB. (s. d.). Consulté 15 juillet 2023, à l'adresse <https://www.iaasb.org/publications/2021-handbook-international-quality-control-auditing-review-other-assurance-and-related-services>
- Abbas, A. M., Hameed, M. S. S., Balakrishnan, S., & Anandh, K. S. (2022). Intelligent Document Finding using Optical Character Recognition and Tagging. *2022 International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS)*, 1165-1168. <https://doi.org/10.1109/ICACRS55517.2022.10029142>
- Abolhassani, M., Fuhr, N., & Gövert, N. (2003). Information Extraction and Automatic Markup for XML Documents. In H. Blanken, T. Grabs, H.-J. Schek, R. Schenkel, & G. Weikum (Éds.), *Intelligent Search on XML Data : Applications, Languages, Models, Implementations, and Benchmarks* (p. 159-174). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-45194-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-540-45194-5_11)
- Alali, F. A., & Yeh, C.-L. (2012). Cloud Computing : Overview and Risk Analysis. *Journal of Information Systems*, 26(2), 13-33. <https://doi.org/10.2308/isys-50229>
- Amazon Web Services. (2021, 15 juillet). *What is cloud computing ?* | Amazon Web Services [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=mxT233EdY5c>
- Appelbaum, D., & Nehmer, R. A. (2020). Auditing Cloud-Based Blockchain Accounting Systems. *Journal of Information Systems*, 34(2), 5-21. <https://doi.org/10.2308/isys-52660>
- Aubert, A. (2017, novembre 17). *What is Machine Learning?* Saagie. <https://www.saagie.com/en/blog/machine-learning-definition-2/>

- *audit\_1 noun—Definition, pictures, pronunciation and usage notes | Oxford Advanced Learner's Dictionary at OxfordLearnersDictionaries.com.* (s. d.). Consulté 15 juillet 2023, à l'adresse [https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/audit\\_1?q=audit](https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/audit_1?q=audit)
- Barona, R., & Anita, E. A. M. (2017). A survey on data breach challenges in cloud computing security : Issues and threats. *2017 International Conference on Circuit ,Power and Computing Technologies (ICCPCT)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/ICCPCT.2017.8074287>
- Bassil, Y., & Alwani, M. (2012). *OCR Post-Processing Error Correction Algorithm using Google Online Spelling Suggestion* (arXiv:1204.0191). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1204.0191>
- Bauer, E., & Adams, R. (2012). *Reliability and Availability of Cloud Computing*. John Wiley & Sons.
- Baviskar, D., Ahirrao, S., Potdar, V., & Kotecha, K. (2021). Efficient Automated Processing of the Unstructured Documents Using Artificial Intelligence : A Systematic Literature Review and Future Directions. *IEEE Access*, 9, 72894-72936. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3072900>
- Blavier, A. (2022). Digital Business. Syllabus, HEC Ecole de gestion de l'Université de Liège
- Bonde, D. (2013). Qualitative Interviews : When enough is enough. (s. d.). *Qualitative Interviews*. [https://researchbydesign.com.au/wp-content/uploads/2016/08/RxD\\_WhitePaper\\_enough\\_is\\_enough.pdf](https://researchbydesign.com.au/wp-content/uploads/2016/08/RxD_WhitePaper_enough_is_enough.pdf)
- Brown, R. G. (1962). Changing Audit Objectives and Techniques. *Accounting Review*, 37(4), 696.
- Bruwer, J.-P., Smit, Y., Roux, S. L., & Siwangaza, L. (2020). Conceptualising the modern proactive internal auditor amidst the 4th Industrial Revolution : A literature review.

*International Journal of Critical Accounting*, 11(6), 503-519.

<https://doi.org/10.1504/IJCA.2020.112865>

- Bunke, H., Roth, M., & Schukat-Talamazzini, E. G. (1995). Off-line cursive handwriting recognition using hidden markov models. *Pattern Recognition*, 28(9), 1399-1413.  
[https://doi.org/10.1016/0031-3203\(95\)00013-P](https://doi.org/10.1016/0031-3203(95)00013-P)
- Busetto, L., Wick, W., & Gumbinger, C. (2020). How to use and assess qualitative research methods. *Neurological Research and Practice*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s42466-020-00059-z>
- Chabanne, X. (2021, février 8). L'intelligence artificielle une alliée dans le cloud. *Bilan*.  
<https://www.bilan.ch/opinions/xavier-chabanne/lintelligence-artificielle-une-alliee-dans-le-cloud>
- Chanda, S., Baas, J., Haitink, D., Hamel, S., Stutzmann, D., & Schomaker, L. (2018). Zero-Shot Learning Based Approach For Medieval Word Recognition using Deep-Learned Features. *2018 16th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR)*, 345-350. <https://doi.org/10.1109/ICFHR-2018.2018.00067>
- Chang, Z., Du, Z., Zhang, F., Huang, F., Chen, J., Li, W., & Guo, Z. (2020). Landslide Susceptibility Prediction Based on Remote Sensing Images and GIS : Comparisons of Supervised and Unsupervised Machine Learning Models. *Remote Sensing*, 12(3), Article 3.  
<https://doi.org/10.3390/rs12030502>
- Chaudhuri, A., Mandaviya, K., Badelia, P., & Ghosh, S. K. (2017). Optical Character Recognition Systems. In A. Chaudhuri, K. Mandaviya, P. Badelia, & S. K Ghosh (Éds.), *Optical Character Recognition Systems for Different Languages with Soft Computing* (p. 9-41). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-50252-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-50252-6_2)

- Chauhan, T., Rawat, S., Malik, S., & Singh, P. (2021). Supervised and Unsupervised Machine Learning based Review on Diabetes Care. *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 1, 581-585.  
<https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9442021>
- Chen, C. H., & DeCurtins, J. L. (1993). Word recognition in a segmentation-free approach to OCR. *Proceedings of 2nd International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR '93)*, 573-576. <https://doi.org/10.1109/ICDAR.1993.395670>
- Chou, D. C. (2015). Cloud computing risk and audit issues. *Computer Standards & Interfaces*, 42, 137-142. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2015.06.005>
- Chowdhury, R. R., Shahadat Hossain, M., Hossain, S., & Andersson, K. (2019). Analyzing Sentiment of Movie Reviews in Bangla by Applying Machine Learning Techniques. *2019 International Conference on Bangla Speech and Language Processing (ICBSLP)*, 1-6.  
<https://doi.org/10.1109/ICBSLP47725.2019.201483>
- Claude, G. (2019). Étude qualitative ; : définition, techniques, étapes et analyse. *Scribbr*.  
<https://www.scribbr.fr/methodologie/etude-qualitative/>
- Claude, G. (2020b). Analyse de discours ; : définition générale, méthodologie et exemple. *Scribbr*. <https://www.scribbr.fr/methodologie/analyse-de-discours/>
- *cloud-computing noun—Definition, pictures, pronunciation and usage notes | Oxford Advanced Learner's Dictionary at OxfordLearnersDictionaries.com*. (s. d.). Consulté 26 juillet 2023, à l'adresse  
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/cloud-computing?q=cloud+computing>

- Cutting, G. A., & Cutting-Decelle, A.-F. (2021). *Intelligent Document Processing—Methods and Tools in the real world* (arXiv:2112.14070). arXiv.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.14070>
- Daintith, J., & Wright, E. (2008). Artificial intelligence. In *A Dictionary of Computing*. Oxford University Press.  
<https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780199234004.001.0001/acref-9780199234004-e-204>
- *Définitions : Nuage—Dictionnaire de français Larousse*. (s. d.). Consulté 7 août 2023, à l'adresse <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/nuage/55167>
- Dengel, A., Hoch, R., Hönes, F., Jäger, T., Malburg, M., & Weigel, A. (1997). Techniques for improving ocr results. In *Handbook of Character Recognition and Document Image Analysis* (p. 227-258). WORLD SCIENTIFIC. [https://doi.org/10.1142/9789812830968\\_0008](https://doi.org/10.1142/9789812830968_0008)
- Dillon, T., Wu, C., & Chang, E. (2010). Cloud Computing : Issues and Challenges. *2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, 27-33. <https://doi.org/10.1109/AINA.2010.187>
- Dimitriu, O., & Matei, M. (2015). Cloud Accounting : A New Business Model in a Challenging Context. *Procedia Economics and Finance*, 32, 665-671.  
[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01447-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01447-1)
- Dirican, C. (2015). The Impacts of Robotics, Artificial Intelligence On Business and Economics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 564-573.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.134>
- Duan, H. K. (2022). *The applications of exogenous data and emerging technologies in accounting and auditing* [Rutgers University - Graduate School - Newark].  
<https://doi.org/10.7282/t3-90z5-bc21>

- Ducap, A. (2019). L'audit digital au service de la transformation des organisations. Consulté 3 août 2023, à l'adresse [https://www.ey.com/fr\\_fr/assurance/l-audit-digital-au-service-de-la-transformation-des-organisations](https://www.ey.com/fr_fr/assurance/l-audit-digital-au-service-de-la-transformation-des-organisations)
- Dufays, F. (2023). Master Thesis Methodology. Syllabus, HEC Ecole de gestion de l'Université de Liège.
- Eilifsen, A. (2014). *Auditing & assurance services* (Third international edition). McGraw-Hill Education.
- Ellison, N. (2023, 27 juillet). *Seymour Papert | MIT professor, logo programming pioneer*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/biography/Seymour-Papert>
- El Naqa, I., & Murphy, M. J. (2015). What Is Machine Learning? In I. El Naqa, R. Li, & M. J. Murphy (Éds.), *Machine Learning in Radiation Oncology : Theory and Applications* (p. 3-11). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-18305-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-18305-3_1)
- Etchevers, X. (2012). *Deploying legacy applications in cloud computing environments*.
- Fedyk, A., Hodson, J., Khimich, N., & Fedyk, T. (2022). Is artificial intelligence improving the audit process? *Review of Accounting Studies*, 27(3), 938-985. <https://doi.org/10.1007/s11142-022-09697-x>
- Ferry, G. (2015). Ada Lovelace : In search of "a calculus of the nervous system". *The Lancet*, 386(10005), 1731. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00686-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00686-8)
- Fieguth, P. (2022). *An Introduction to Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-95995-1>
- Francis, Y. (2022). Audit. Syllabus, HEC Ecole de gestion de l'Université de Liège.

- Galloway, J. M., Smith, K., & Vrbsky, S. S. (2011). *Power Aware Load Balancing for Cloud Computing*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Power-Aware-Load-Balancing-for-Cloud-Computing-Galloway-Smith/90b355b3d147a51db92070a35744a8bc54a919fb>
- Goh, C., Pan, G., Seow, P. S., Lee, B. H. Z., & Yong, M. (s. d.). *Charting the future of accountancy with AI*.
- Gonçalves, M. J. A., da Silva, A. C. F., & Ferreira, C. G. (2022). The Future of Accounting : How Will Digital Transformation Impact the Sector? *Informatics*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/informatics9010019>
- Gorinski, P. J., Wu, H., Grover, C., Tobin, R., Talbot, C., Whalley, H., Sudlow, C., Whiteley, W., & Alex, B. (2019). *Named Entity Recognition for Electronic Health Records : A Comparison of Rule-based and Machine Learning Approaches* (arXiv:1903.03985). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1903.03985>
- Gotthardt, M., Koivulaakso, D., Paksoy, O., Saramo, C., Martikainen, M., & Lehner, O. (2020). *Current State and Challenges in the Implementation of Smart Robotic Process Automation in Accounting and Auditing*. 9. <https://www.proquest.com/docview/2528457568/abstract/8446B1078356441CPQ/1>
- Gul, I., Rehman, A., & Islam, M. (2011). *Cloud computing security auditing*.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence : On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5-14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Haiech, J. (2020). Parcourir l'histoire de l'intelligence artificielle, pour mieux la définir et la comprendre. *médecine/sciences*, 36(10), Article 10. <https://doi.org/10.1051/medsci/2020145>

- Hamad, K., & Kaya, M. (2016). A Detailed Analysis of Optical Character Recognition Technology. *International Journal of Applied Mathematics Electronics and Computers, Special Issue-1*, Article Special Issue-1. <https://doi.org/10.18100/ijamec.270374>
- Hamdi, A., Voerman, J., Coustaty, M., Joseph, A., d'Andecy, V. P., & Ogier, J.-M. (2017). Machine Learning vs Deterministic Rule-Based System for Document Stream Segmentation. *2017 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), 05*, 77-82. <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2017.332>
- Harraj, A. E., & Raissouni, N. (2015). OCR accuracy improvement on document images through a novel pre-processing approach. *Signal & Image Processing : An International Journal*, 6(4), 01-18. <https://doi.org/10.5121/sipij.2015.6401>
- Hayes, R. S. (Éd.). (2007). *Principles of auditing : An introduction to international standards of auditing* (2. ed., [Nachdr.]). Financial Times Prentice Hall.
- Hihn, H., & Braun, D. A. (2020). Specialization in Hierarchical Learning Systems. *Neural Processing Letters*, 52(3), 2319-2352. <https://doi.org/10.1007/s11063-020-10351-3>
- Hodges, A. (2009). Alan Turing and the Turing Test. In R. Epstein, G. Roberts, & G. Beber (Éds.), *Parsing the Turing Test : Philosophical and Methodological Issues in the Quest for the Thinking Computer* (p. 13-22). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_2)
- Holley, R. (2009). How Good Can It Get? : Analysing and Improving OCR Accuracy in Large Scale Historic Newspaper Digitisation Programs. *D-Lib Magazine*, 15(3/4). <https://doi.org/10.1045/march2009-holley>
- Hollings, C., Martin, U., & Rice, A. (2017). The early mathematical education of Ada Lovelace. *BSHM Bulletin: Journal of the British Society for the History of Mathematics*, 32(3), 221-234. <https://doi.org/10.1080/17498430.2017.1325297>

- Hui Du & Yu Cong. (2010). Cloud Computing, Accounting, Auditing, and Beyond. *CPA Journal*, 80(10), 66-70.
- Ionos, L. É. (2022). Que se cache derrière le cloud computing ? *IONOS Digital Guide*.  
<https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/know-how/cloud-computing>
- Jacob, S., Souissi, S., & Trudel, J.-S. (s. d.). *INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET TRANSFORMATION DES MÉTIERS DE LA COMPTABILITÉ ET DE*.
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3), 685-695. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>
- Johnson, C., & Grandison, T. (2007). Compliance with data protection laws using Hippocratic Database active enforcement and auditing. *IBM Systems Journal*, 46, 255-264.  
<https://doi.org/10.1147/sj.462.0255>
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning : Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- Kato, N., Mao, B., Tang, F., Kawamoto, Y., & Liu, J. (2020). Ten Challenges in Advancing Machine Learning Technologies toward 6G. *IEEE Wireless Communications*, 27(3), 96-103.  
<https://doi.org/10.1109/MWC.001.1900476>
- Khan, N. H., & Adnan, A. (2018). Urdu Optical Character Recognition Systems : Present Contributions and Future Directions. *IEEE Access*, 6, 46019-46046.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2865532>
- Kommunuri, J. (2022). Artificial intelligence and the changing landscape of accounting : A viewpoint. *Pacific Accounting Review*, 34(4), 585-594. <https://doi.org/10.1108/PAR-06-2021-0107>

- Krippendorff, K. (2018). *Content Analysis : An Introduction to Its Methodology*. SAGE Publications.
- Kumar, E. P. (2015). *Origin And Development of Auditing*.
- Lee, G. (2014). Data Center Evolution—Mainframes to the Cloud. In *Cloud Networking* (p. 11-35). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800728-0.00002-3>
- Lejeune, C. (2019). *Manuel d'analyse qualitative*. De Boeck Superieur.
- Levandowski, C. E., Jiao, J. R., & Johannesson, H. (2015). A two-stage model of adaptable product platform for engineering-to-order configuration design. *Journal of Engineering Design*, 26(7-9), 220-235. <https://doi.org/10.1080/09544828.2015.1021305>
- Levy, H. B., CPA. (2020b). History of the Auditing World, Part 1. *The CPA Journal*. <https://www.cpajournal.com/2020/11/25/history-of-the-auditing-world-part-1/>
- Li, Y., Zheng, Y., Doermann, D., & Jaeger, S. (2008). Script-Independent Text Line Segmentation in Freestyle Handwritten Documents. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 30(8), 1313-1329. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2007.70792>
- Ling, X., Gao, M., & Wang, D. (2020). Intelligent document processing based on RPA and machine learning. *2020 Chinese Automation Congress (CAC)*, 1349-1353. <https://doi.org/10.1109/CAC51589.2020.9326579>
- Lins, S., Schneider, S., & Sunyaev, A. (2018). Trust is Good, Control is Better : Creating Secure Clouds by Continuous Auditing. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 6(3), 890-903. <https://doi.org/10.1109/TCC.2016.2522411>
- Llobet, R., Cerdan-Navarro, J.-R., Perez-Cortes, J.-C., & Arlandis, J. (2010). OCR Post-processing Using Weighted Finite-State Transducers. *2010 20th International Conference on Pattern Recognition*, 2021-2024. <https://doi.org/10.1109/ICPR.2010.498>

- Lohr, S. (2007, octobre 8). Google and I.B.M. Join in 'Cloud Computing' Research. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2007/10/08/technology/08cloud.html>
- Marie, & Marie. (2021). Définition de la reconnaissance automatique des factures : OCR | CELGE. *CELGE.fr 1er comparateur de logiciels de gestion d'entreprise*.  
<https://www.celge.fr/article-conseil/definition-reconnaissance-automatique-factures-ocr>
- Marshall, T. E., & Lambert, S. L. (2018). Cloud-Based Intelligent Accounting Applications : Accounting Task Automation Using IBM Watson Cognitive Computing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15(1), 199-215. <https://doi.org/10.2308/jeta-52095>
- Martínez-Rojas, A., López-Carnicer, J. M., González-Enríquez, J., Jiménez-Ramírez, A., & Sánchez-Oliva, J. M. (2023). Intelligent Document Processing in End-to-End RPA Contexts : A Systematic Literature Review. In S. Bhattacharyya, J. S. Banerjee, & D. De (Éds.), *Confluence of Artificial Intelligence and Robotic Process Automation* (p. 95-131). Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-8296-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-981-19-8296-5_5)
- McCarthy J. (2007). What is AI ? Retrieved from  
<http://www.formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), Article 4. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- Mell, P., & Grance, T. (s. d.). *The NIST Definition of Cloud Computing*.
- Mirowski, A. (2017). At the Electronic Crossroads Once Again : The Myth of the Modern Computer Utility in the United States. *IEEE Annals of the History of Computing*, 39(2), 13-29. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2017.12>

- Mishra, A., Shekhar, S., Singh, A. K., & Chakraborty, A. (2019). OCR-VQA : Visual Question Answering by Reading Text in Images. *2019 International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, 947-952. <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2019.00156>
- Mishra, S., & Panda, S. K. (2023). *Cloud Computing : Applications, Challenges and Open Issues* (arXiv:2305.17454). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.17454>
- Mittal, R., & Garg, A. (2020). Text extraction using OCR : A Systematic Review. *2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 357-362. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA48905.2020.9183326>
- Mizrach, B. (2006). The Enron Bankruptcy : When did the options market in Enron lose it's smirk? *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 27(4), 365-382. <https://doi.org/10.1007/s11156-006-0043-2>
- Mohandas, S. (2020). *The Role of AI in Cloud Computing*. 7(12).
- Moll, J., & Yigitbasioglu, O. (2019). The role of internet-related technologies in shaping the work of accountants : New directions for accounting research. *The British Accounting Review*, 51(6), 100833. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.04.002>
- Morse, J. M. (2000). Determining Sample Size. *Qualitative Health Research*, 10(1), 3-5. <https://doi.org/10.1177/104973200129118183>
- Moura, J., & Hutchison, D. (2016). Review and analysis of networking challenges in cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 60, 113-129. <https://doi.org/10.1016/j.inca.2015.11.015>
- Nayar, K. B., & Kumar, V. (2018). Cost benefit analysis of cloud computing in education. *International Journal of Business Information Systems*, 27(2), 205-221. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2018.089112>

- Ng, C., & Alarcon, J. (2020). *Artificial Intelligence in Accounting : Practical Applications*. Routledge.
- Nichols, J. A., Herbert Chan, H. W., & Baker, M. A. B. (2019). Machine learning : Applications of artificial intelligence to imaging and diagnosis. *Biophysical Reviews*, 11(1), 111-118. <https://doi.org/10.1007/s12551-018-0449-9>
- Nieters, R. (2022, juin 7). *Qu'est-ce que l'OCR ? - Guide ultime OCR 2023*. Klippa. <https://www.klippa.com/fr/blog/informations/ocr-guide-ultime/>
- Öhman, P., & Wallerstedt, E. (2012). Audit regulation and the development of the auditing profession: The case of Sweden. *Accounting History*, 17(2), 241-257. <https://doi.org/10.1177/1032373211434723>
- *optical-character-recognition noun—Definition, pictures, pronunciation and usage notes | Oxford Advanced Learner's Dictionary at OxfordLearnersDictionaries.com*. (s. d.). Consulté 30 juillet 2023, à l'adresse <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/optical-character-recognition>
- Otero, A. R. (2018). *Information Technology Control and Audit, Fifth Edition*. CRC Press.
- Parker, S., & Johnson, L. A. (2017). The Development of Internal Auditing as a Profession in the U.S. During the Twentieth Century. *The Accounting Historians Journal*, 44(2), 47-67.
- Pavithra, S., Ramya, S., & Prathibha, S. (2019). A Survey On Cloud Security Issues And Blockchain. *2019 3rd International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCCT)*, 136-140. <https://doi.org/10.1109/ICCCCT2.2019.8824891>
- Pejic Bach, M., Krstić, Ž., & Seljan, S. (2019). *Big data text mining in the financial sector* (p. 80-96). <https://doi.org/10.4324/9780429024061-6>

- Pramkeaw, P., Chumuang, N., Ketcham, M., Yimyam, W., & Ganokratanaa, T. (2022). Development of a Process to Enhance the Reimbursement Efficiency with OCR and Ontology for Financial Documents. *2022 International Conference on Cybernetics and Innovations (ICCI)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICCI54995.2022.9744183>
- Qasim, A., & Kharbat, F. F. (2020). Blockchain Technology, Business Data Analytics, and Artificial Intelligence : Use in the Accounting Profession and Ideas for Inclusion into the Accounting Curriculum. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 17(1), 107-117. <https://doi.org/10.2308/jeta-52649>
- Queirós, A., Faria, D., & Almeida, F. (2017). STRENGTHS AND LIMITATIONS OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE RESEARCH METHODS. *European Journal of Education Studies*, 3(9). <https://doi.org/10.5281/zenodo.887089>
- Ray, S. (2021, mars 4). *History of AI*. Medium. <https://towardsdatascience.com/history-of-ai-484a86fc16ef>
- Sarker, I. H. (2021). Machine Learning : Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, 2(3), 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- Sathya, R., & Abraham, A. (2013). Comparison of Supervised and Unsupervised Learning Algorithms for Pattern Classification. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, 2. <https://doi.org/10.14569/IJARAI.2013.020206>
- Schantz, H. F. (1982). *The history of OCR, optical character recognition*. [Manchester Center, Vt.] : Recognition Technologies Users Association. <http://archive.org/details/historyofocropti0000scha>

- Seddon, J. J. M., & Currie, W. L. (2013). Cloud computing and trans-border health data : Unpacking U.S. and EU healthcare regulation and compliance. *Health Policy and Technology*, 2(4), 229-241. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2013.09.003>
- Sharif, M., Mohsin, S., Jamal, M. J., & Raza, M. (2010). Illumination normalization preprocessing for face recognition. *2010 The 2nd Conference on Environmental Science and Information Application Technology*, 2, 44-47.  
<https://doi.org/10.1109/ESIAT.2010.5567274>
- Sharma, N., Sharma, R., & Jindal, N. (2021). Machine Learning and Deep Learning Applications-A Vision. *Global Transitions Proceedings*, 2(1), 24-28.  
<https://doi.org/10.1016/j.gltpt.2021.01.004>
- Shidaganti, G., Salil, S., Anand, P., & Jadhav, V. (2021). Robotic Process Automation with AI and OCR to Improve Business Process : Review. *2021 Second International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*, 1612-1618.  
<https://doi.org/10.1109/ICESC51422.2021.9532902>
- Silvoso, J. A. (1972a). Report of the Committee on Basic Auditing Concepts. *The Accounting Review*, 47, 15-74.
- Sookhak, M., Gani, A., Talebian, H., Akhunzada, A., Khan, S. U., Buyya, R., & Zomaya, A. Y. (2015). Remote Data Auditing in Cloud Computing Environments : A Survey, Taxonomy, and Open Issues. *ACM Computing Surveys*, 47(4), 65:1-65:34.  
<https://doi.org/10.1145/2764465>
- Srihari, S., Cohen, E., Hull, J., & Kuan, L. (1989). A System to Locate and Recognize ZIP Codes in Handwritten Addresses. *Int. J. Res. Eng. Postal Appl.*, 1.
- Stanoevska-Slabeva, K., & Wozniak, T. (2010). Cloud Basics – An Introduction to Cloud Computing. In K. Stanoevska-Slabeva, T. Wozniak, & S. Ristol (Éds.), *Grid and Cloud*

*Computing : A Business Perspective on Technology and Applications* (p. 47-61). Springer.

[https://doi.org/10.1007/978-3-642-05193-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-05193-7_4)

- Sunyaev, A. (2020). Cloud Computing. In A. Sunyaev (Éd.), *Internet Computing : Principles of Distributed Systems and Emerging Internet-Based Technologies* (p. 195-236). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-34957-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34957-8_7)
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1998). 3. *The Reinforcement Learning Problem* (p. 51-86). The MIT Press. [https://muse.jhu.edu/pub/6/oa\\_monograph/chapter/2175552](https://muse.jhu.edu/pub/6/oa_monograph/chapter/2175552)
- Taghva, K., Borsack, J., & Condit, A. (1996). Evaluation of model-based retrieval effectiveness with OCR text. *ACM Transactions on Information Systems*, 14(1), 64-93. <https://doi.org/10.1145/214174.214180>
- Teck-Heang, L., & Md Ali, A. (2008). *The evolution of auditing : An analysis of the historical development*. 1548-6583.
- Teeter, R. A., Alles, M. G., & Vasarhelyi, M. A. (2010). The Remote Audit. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 7(1), 73-88. <https://doi.org/10.2308/jeta.2010.7.1.73>
- *The Audit Profession and the Evolution to Independent Oversight*. (s. d.). Default. Consulté 15 juillet 2023, à l'adresse [https://pcaobus.org/news-events/speeches/speech-detail/the-audit-profession-and-the-evolution-to-independent-oversight\\_159](https://pcaobus.org/news-events/speeches/speech-detail/the-audit-profession-and-the-evolution-to-independent-oversight_159)
- Thottoli, M. M., Ahmed, E. R., & Thomas, K. V. (2022). Emerging technology and auditing practice : Analysis for future directions. *European Journal of Management Studies*, 27(1), 99-119. <https://doi.org/10.1108/EJMS-06-2021-0058>
- Tianfield, H. (2012). Security issues in cloud computing. *2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 1082-1089. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2012.6377874>

- Tiron-Tudor, A., & Deliu, D. (2021). Reflections on the human-algorithm complex duality perspectives in the auditing process. *Qualitative Research in Accounting & Management*, 19(3), 255-285. <https://doi.org/10.1108/QRAM-04-2021-0059>
- Topol, E. J. (2019). High-performance medicine : The convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>
- Voorsluys, W., Broberg, J., & Buyya, R. (2011). Introduction to Cloud Computing. In *Cloud Computing* (p. 1-41). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470940105.ch1>
- Wallage, P. (1993). Internationalising Audit : A study of audit approaches in the Netherlands'. *European Accounting Review*, 2(3), 555-577. <https://doi.org/10.1080/096381893000000051>
- *What Is Machine Learning and Why Is It Important? | OpenText*. (s. d.). Consulté 25 juillet 2023, à l'adresse <https://www.microfocus.com/en-us/what-is/machine-learning>
- Wicaksono, A., Kartikasary, M., & Salma, N. (2020). Analyze Cloud Accounting Software Implementation and Security System for Accounting in MSMEs and Cloud Accounting Software Developer. *2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*, 538-543. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech50083.2020.9211271>
- Wiechetek, L., Pirinen, F., Hämäläinen, M., & Argese, C. (2021). *Rules Ruling Neural Networks – Neural vs. Rule-Based Grammar Checking for a Low Resource Language*. <http://hdl.handle.net/10138/334037>
- Yan, Z., & Moffitt, K. (2019). Contract Analytics in Auditing. *Accounting Horizons*, 33. <https://doi.org/10.2308/acch-52457>

- Yang, C., Huang, Q., Li, Z., Liu, K., & Hu, F. (2017). Big Data and cloud computing : Innovation opportunities and challenges. *International Journal of Digital Earth*, 10(1), 13-53. <https://doi.org/10.1080/17538947.2016.1239771>
- Yimam, D., & Fernandez, E. B. (2016). A survey of compliance issues in cloud computing. *Journal of Internet Services and Applications*, 7(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s13174-016-0046-8>
- Yimyam, W., Ketcham, M., Jensuttiwetchakult, T., Hiranchan, S., Pramkeaw, P., & Chumuang, N. (2020). Enhancing and Evaluating an Impact of OCR and Ontology on Financial Document Checking Process. *2020 15th International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (iSAI-NLP)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/iSAI-NLP51646.2020.9376808>
- Yin, F., & Liu, C.-L. (2009). Handwritten Chinese text line segmentation by clustering with distance metric learning. *Pattern Recognition*, 42(12), 3146-3157. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2008.12.013>
- Zafar, F., Khan, A., Malik, S. U. R., Ahmed, M., Anjum, A., Khan, M. I., Javed, N., Alam, M., & Jamil, F. (2017). A survey of cloud computing data integrity schemes : Design challenges, taxonomy and future trends. *Computers & Security*, 65, 29-49. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2016.10.006>
- Zhang, C. (Abigail). (2019). Intelligent Process Automation in Audit. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(2), 69-88. <https://doi.org/10.2308/jeta-52653>
- Zhang, Y., Shi, X., Zhang, H., Cao, Y., & Terzija, V. (2022). Review on deep learning applications in frequency analysis and control of modern power system. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 136, 107744. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.107744>

- Zhao, Z., & Liu, H. (2007). Spectral feature selection for supervised and unsupervised learning. *Proceedings of the 24th international conference on Machine learning*, 1151-1157. <https://doi.org/10.1145/1273496.1273641>
- Zhou, Y. (2015). Auditor Size And Audit Quality : A Partner-Level Perspective. *Dissertations, Theses, and Capstone Projects*.  
[https://academicworks.cuny.edu/gc\\_etds/1203](https://academicworks.cuny.edu/gc_etds/1203)
- Zlatanov, N. (2016). *The data center evolution from Mainframe to Cloud*.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4103.8489>

**Nombre de références : 149**

## *Executive Summary*

In a context of exponential digitization, marked by the emergence of Big Data and artificial intelligence, companies find themselves compelled to adapt in order to ensure their prosperity. This digital transition also impacts the audit sector, where the growing prominence of digital technologies, such as Cloud Computing and OCR, presents new opportunities to enhance the efficiency and accuracy of audit processes.

The primary objective of this thesis is to gain a better understanding of the concepts of Cloud Computing and OCR, as well as to examine their influence on the financial audit process. This study aims to analyze how these technologies are implemented in the field of auditing while identifying the inherent advantages and limitations.

The literature review is enriched by considering technological advancements in cloud computing and OCR, which are influenced by artificial intelligence. Following the formulation of hypotheses, a qualitative inquiry is conducted through an online questionnaire and interviews with auditors from diverse backgrounds. The results underscore a widespread adoption of Cloud Computing within audit firms, particularly among the "Big Four" and medium-sized firms. Moreover, a trend towards the adoption of these technologies is also emerging among smaller businesses. The Cloud offers tangible benefits, such as real-time data access and the management of large volumes of information, contributing to increased audit precision through the automation of manual tasks and fostering collaboration. Nevertheless, challenges persist, including network dependency, which could impact data availability and security.

Simultaneously, the adoption of OCR, while less prevalent, reveals a trend towards embracing advanced solutions like DataSnipper. This reflects auditors' willingness to optimize audit procedures by leveraging these intelligent features. The benefits of OCR, such as task automation and in-depth data analysis, align with theoretical foundations. However, tangible challenges remain, such as document source quality and the requirements for training and integration with audit systems. Issues related to data protection and regulatory compliance are also highlighted, in line with theoretical concerns regarding security and compliance in OCR usage.

Research also indicates that the adoption of these technologies varies based on firm size, further reinforcing the correlation between firm size and the use of Cloud and OCR technologies. The hypothesis linking OCR usage to auditor experience is partially validated, requiring further investigation. Auditors increasingly embrace Cloud and AI-enabled OCR to enhance efficiency and service quality, transforming the audit landscape. However, despite the contributions of this research, certain limitations have been identified, including the limited sample size.

In conclusion, this study deepens the understanding of technology adoption in the financial audit domain, paving the way for future research to delve more deeply into the factors influencing these technological trends.

**Keywords :** Digitization - Big Data - Artificial intelligence - Cloud Computing - OCR (Optical Character Recognition) - Audit Efficiency

**Word count = 29,526**

