



Groupe ICHEC–ISC St-LOUIS –ISFSC

Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

Mémoire ICHEC

Dans quelle mesure la technologie de la blockchain peut-elle être utilisée de manière efficace dans le processus d'audit financier externe ?

Mémoire présenté par :
Verhaeghe Dylan

Pour l'obtention du diplôme de
Master en gestion de l'entreprise

Année académique : 2022 - 2023

Promoteur :
Monsieur Christophe Lejeune

Boulevard Brand Whitlock 2 – 1150 Bruxelles



Groupe ICHEC-ISC St-LOUIS –ISFSC

Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

Mémoire ICHEC

Dans quelle mesure la technologie de la blockchain peut-elle être utilisée de manière efficace dans le processus d'audit financier externe ?

Mémoire présenté par :
Verhaeghe Dylan

Pour l'obtention du diplôme de
Master en gestion de l'entreprise

Année académique : 2022 - 2023

Promoteur :
Monsieur Christophe Lejeune

Boulevard Brand Whitlock 2 – 1150 Bruxelles

Remerciements

Ce mémoire n'aurait pas pu être rédigé sans toute l'aide reçue tout au long de la rédaction de celui-ci.

Je tiens à remercier notamment :

- Mon promoteur, Mr. Lejeune pour son aide quant à la recherche et les pistes données quant à la réflexion derrière mon sujet de mémoire.
- Mes deux personnes relais, Mme. Garcia et Mme. Denoiseux qui grâce aux diverses séances réalisées m'ont permis de mieux visualiser à chaque nouvelle étape les suivantes et par conséquent la méthodologie à adopter lors de la rédaction.
- Mr. Trumpener, pour avoir pris le temps de répondre à mes questions et de s'être rendu disponible malgré une période très chargée.
- Mes proches pour m'avoir soutenu tout au long de la rédaction mais principalement ma copine pour son aide et sa réflexion sur le sujet de ce mémoire ainsi que sa correction effectuée.

Engagement anti-plagiat

« Je soussigné, VERHAEGHE, Dylan, en Master 2, déclare par la présente que le travail ci-joint est exempt de tout plagiat et respecte en tous points le règlement des études en matière d'emprunts, de citations et d'exploitation de sources diverses signé lors de mon inscription à l'ICHEC, ainsi que les instructions et consignes concernant le référencement dans le texte respectant la norme APA, la bibliographie respectant la norme APA, etc. mises à ma disposition sur Moodle.

Par ma signature, je certifie sur l'honneur avoir pris connaissance des documents précités et que le travail présenté est original et exempt de tout emprunt à un tiers non-cité correctement. »

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dylan Verhaeghe".

Table des matières

0. Introduction générale.....	1
0.1. Contexte et objectifs du mémoire.....	1
0.2. Structure du mémoire	2
0.2.1. Revue de littérature	2
0.2.2. Partie pratique.....	3
1. Partie I - Revue de la littérature	4
1.1. Chapitre 1 – L'audit financier externe	4
1.1.1. L'audit interne et l'audit externe	4
1.1.1.1. L'audit interne.....	4
1.1.1.2. L'audit externe	5
1.1.1.3. Complémentarité entre l'audit interne et externe.....	6
1.1.2. Le réviseur d'entreprise	7
1.1.2.1. La fonction du réviseur d'entreprise.....	7
1.1.2.2. Les missions du réviseur d'entreprise.....	7
1.1.2.3. Comment devenir réviseur d'entreprise	10
1.1.2.4. La déontologie du réviseur d'entreprise.....	11
1.1.3. Le commissaire aux comptes	12
1.1.3.1. Le commissaire, qui est-il ?	12
1.1.3.2. Quelles entreprises sont dans l'obligation de nommer un commissaire ?	13
1.1.3.3. Durée du mandat du commissaire aux comptes	14
1.1.4. Supervision publique.....	15
1.1.4.1. L'Institut des Réviseurs d'Entreprise (IRE)	15
1.1.4.2. Le Collège de Supervision des Réviseurs d'Entreprises (CSR).....	15
1.1.4.3. Financial Services and Markets Authority (FSMA).....	16
1.1.4.4. Conseil supérieur des Professions Économiques (CSPE)	17
1.1.5. Organismes responsables des normes internationales	18
1.1.5.1. International Federation of Accountants (IFAC)	18
1.1.5.2. L'International Auditing and Assurance Standards Board	18
1.1.5.3. International Accounting Standards Board (IASB)	21
1.1.6. Les objectifs de l'audit financier externe	22

1.1.7. Le déroulement de l'audit financier.....	22
1.1.7.1. L'acceptation et le maintien de la mission	23
1.1.7.2. La planification de l'audit, évaluation du risque d'audit et stratégie d'audit	
24	
1.1.7.3. Exécution des procédures d'audit	28
1.1.7.4. Conclusion de l'audit et rapport.....	29
1.2. Chapitre 2 – La technologie de la blockchain.....	31
1.2.1. Définition de la blockchain.....	31
1.2.2. Fonctionnement de la blockchain	31
1.2.3. Types de blockchain	33
1.2.3.1. Blockchain publique.....	33
1.2.3.2. Blockchain privée	34
1.2.3.3. Blockchain de consortium.....	34
1.2.4. Modèles de consensus pour blockchains publiques.....	35
1.2.4.1. Proof of work (PoW)	35
1.2.4.2. Proof of stake (PoS).....	36
1.2.5. Modèles de consensus pour blockchains privées.....	37
1.2.5.1. Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT).....	37
1.2.5.2. Proof of authority (PoA).....	39
1.2.6. Concept de fork / scission	39
1.2.7. Smart contracts (contrats intelligents)	40
1.2.7.1. Définition et concepts clés.....	40
1.2.7.2. Avantages/forces des smart contracts	41
1.2.7.3. Désavantages/risques des smart contracts	42
1.2.8. Blockchain wallets	42
1.2.8.1. Types de wallet	43
1.2.9. Point de vue réglementaire Belge / Européen sur la blockchain.....	44
1.2.10. Forces et faiblesses de cette technologie	46
1.2.10.1. Forces de la blockchain	46
1.2.10.2. Faiblesses de la blockchain.....	48
1.3. Chapitre 3 – L'utilisation de la technologie blockchain lors d'un audit légal financier externe	50

1.3.1. Les avantages de la blockchain lors de l'audit	50
1.3.1.1. L'automatisation	50
1.3.1.2. La sécurité	51
1.3.1.3. Les informations.....	52
1.3.2. Les défis de l'utilisation de la blockchain	52
1.3.2.1. La sécurité	52
1.3.2.2. Les normes	53
1.3.2.3. La formation / le jugement	53
1.3.3. Aspects généraux	54
1.3.3.1. Collaboration entre auditeur externe et auditeur IT	54
1.3.3.2. Nouveaux rôles pouvant émerger	54
1.4. Conclusion préliminaire.....	56
2. Partie II : Question de recherche et hypothèses.....	58
3. Méthodologie, enquête et analyse des résultats	60
3.1. Méthodologie de l'étude qualitative exploratoire	60
3.1.1. Etude comparative	60
3.1.2. La cible et l'échantillon.....	61
3.1.3. La structure du questionnaire qualitatif	61
4. Analyse des résultats.....	63
4.1. La sécurité quant à la technologie de la blockchain d'un point de vue audit	63
4.2. Les normes internationales d'audit.....	64
4.3. L'automatisation.....	64
4.3.1. L'automatisation au sens large	64
4.3.2. L'audit continu ou audit en temps réel.....	65
4.3.2.1. La couverture de l'information	65
4.3.2.2. La détection de la fraude	67
4.4. Le futur de la profession d'audit	67
4.4.1. Le rôle	67
4.4.2. Les compétences	68
4.4.3. La formation	69
4.4.4. Collaboration entre l'auditeur financier et l'auditeur IT.....	69
4.4.5. Les opportunités.....	70

5. Discussion	71
6. Conclusion générale	74
7. Limites, pistes ultérieures et apprentissages	76
7.1. Limites du mémoire	76
7.2. Pistes ultérieures	77
7.3. Apprentissages	77
Bibliographie	79
Annexes	Erreur ! Signet non défini.
Retranscription interview avec Jeroen Trumpener	Erreur ! Signet non défini.

Liste des figures

Figure 1 : Supervision Publique.

Figure 2 : IAASB Framework.

Figure 3 : ISA Framework.

Figure 4 : Processus de détermination des différents seuils.

Figure 5 : Représentation d'une chaîne de blocs.

Figure 6 : Représentation du fonctionnement d'une transaction blockchain.

Figure 7 : Représentation du dilemme des généraux byzantins.

Figure 8 : Comment un contrat intelligent fonctionne.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau comparatif entre les différents types de blockchain.

Tableau 2 : Tableau comparatif entre la Preuve de travail (PoW) et la Preuve d'enjeu (PoS).

Tableau 3 : Liste des principaux portefeuilles électroniques disponibles.

Tableau 4 : Tableau résumant la question de recherche ainsi que les hypothèses qui s'y rapportent.

0. Introduction générale

0.1. Contexte et objectifs du mémoire

Au cours des dernières décennies, la technologie de la blockchain a fait son apparition d'une manière conséquente, se présentant comme une innovation majeure avec un potentiel presque révolutionnaire pour divers secteurs économiques. De plus, à travers cette technologie, on entend souvent parler de bitcoins surtout ces derniers temps avec l'essor du Bitcoin mais également de toutes les différentes cryptomonnaies qui ont émergées. Cette technologie pourrait proposer bien d'autres applications et notamment dans le cadre de l'audit financier externe.

L'audit financier externe est un processus crucial qui a comme objectif primaire d'analyser et d'évaluer les risques quant aux informations financières d'une entité. Ce processus évolue principalement grâce aux nouvelles technologies qui émergent comme l'analyse des données par exemple. Traditionnellement, ce processus se faisait de manière manuelle et sur base de systèmes centralisés ce qui rendait l'audit peu efficient, chronophage et laissait un plus grand risque d'erreurs ou de fraudes.

La blockchain pourrait offrir par conséquent une alternative innovante en améliorant certains points comme la transparence, l'accès aux données (preuves) mais aussi aux informations financières. Son utilisation est versatile. En effet, la blockchain peut faire office de registre pour la comptabilité dans lequel les transactions sont enregistrées de manière chronologique et sécurisée. Il faut également tenir compte que ces transactions sont immuables et infalsifiables ce qui a une importance dans l'audit financier. Grâce à ces différents facteurs et d'autres fonctionnalités qui seront développées au cours du mémoire, son utilisation dans l'audit financier lui serait bénéfique pour différentes raisons, notamment par une automatisation des contrôles grâce aux contrats intelligents, l'authenticité des données mais encore la réduction des coûts ou l'accélération des processus.

Ce mémoire vise donc à explorer dans quelle mesure la technologie de la blockchain peut être utilisée de manière efficace lors du processus d'audit financier externe. Cela se fera d'une part au travers d'une revue de littérature qui comprendra 2 chapitres détaillant le concept d'audit financier externe ainsi que le concept de blockchain et ses composants. Un troisième chapitre sera dédié à l'examen des potentiels avantages que cette technologie peut apporter mais aussi les défis auxquels celle-ci peut être confrontée.

Il est cependant important de souligner que cette technologie est encore très nouvelle quant à son utilisation dans le milieu économique, en dehors de la cryptomonnaie. Cela signifie que les cas d'applications sont très restreints. Cela justifie que ce mémoire présente une revue de

littérature plus conséquente qu'un mémoire « classique ». Cela aura pour conséquence que les concepts clés et liés à ce sujet y seront développés dans toute la mesure du possible.

0.2. Structure du mémoire

Le mémoire sera comme énoncé précédemment, composé d'une revue de littérature comprenant 3 sections distinctes au travers desquelles les concepts d'audit financier externe, technologie de la blockchain et l'utilisation de la blockchain dans le processus d'audit seront expliqués.

A la suite de cette revue de littérature, s'en suivra une mise en pratique de celle-ci déployée en différentes sections afin d'obtenir un point de vue global tout en y apportant des détails concrets.

0.2.1. Revue de littérature

La première section définit les principaux concepts liés à l'audit externe mais également au processus complet d'audit, de la distinction entre audit interne et externe, des différentes normes et institutions liées et pour finir le processus complet de l'analyse et de l'évaluation du risque. Le but de cette section est d'expliquer de manière complète mais concise les enjeux et facteurs du processus d'audit externe ce qui permettra une lecture plus fluide de la troisième section.

La deuxième section explique dans un premier temps la technologie de la blockchain et de son fonctionnement dans les grandes lignes dans le but de pouvoir rapidement détailler les concepts intéressants qui peuvent être connectés à l'audit externe. Cela sera fait en plusieurs sous-points expliquant les différents types de blockchain, les modèles de consensus, les contrats intelligents ainsi que d'autres concepts plus précis qui ont tout de même leur importance à jouer. En outre, cette section a pour objectif que le lecteur ait une vision globale mais ciblée sur les concepts et notions pertinentes qui seront utilisées dans la troisième section.

La troisième section qui traite sur l'utilisation de la blockchain dans le processus d'audit est divisée en deux parties, la première présentant les avantages potentiels que cette technologie apporterait à l'audit et la deuxième analysant les défis qui découleraient de ces avantages. Cette section est plus concise afin de canaliser le propos vers l'essentiel et par conséquent de basculer plus dynamiquement vers la partie pratique qui reviendra plus en détail sur le sujet.

0.2.2. Partie pratique

Cette partie pratique est divisée en deux énoncés importants, d'une part la rédaction d'hypothèses qui émergent de la revue de littérature et d'autre part la recherche de réponses sur le terrain.

La partie qui concerne la recherche sur le terrain sera subdivisée en quatre points qui ressortent principalement des enquêtes qui y sont menées. Ce sont les suivants :

- La sécurité quant à la technologie de la blockchain d'un point de vue audit
- Les normes internationales d'audit
- L'automatisation développée sous plusieurs aspects
- Le futur de la profession d'audit du point de vue du rôle, des compétences, de la formation, des opportunités mais aussi de collaborations possibles

Ces différents points une fois énoncés permettront de répondre à la problématique de ce mémoire étant : « Dans quelle mesure la technologie de la blockchain peut-elle être utilisée de manière efficace dans le processus d'audit financier externe ? »

1. Partie I - Revue de la littérature

1.1. Chapitre 1 – L'audit financier externe

Dans cette partie, seront énoncés les différents principes et concepts indispensables à la compréhension de ce qu'est concrètement l'audit ainsi que toutes ses composantes. Ce chapitre a différents objectifs, d'une part le but est d'avoir une vision globale sur ce qu'est l'audit de manière générale. D'autre part, cette vision globale sera affinée pour démontrer les aspects et concepts qui seront utilisés et mis en corrélation avec le troisième chapitre qui abordera les liens possibles, les avantages et les inconvénients de la mise en relation de l'audit avec la technologie de la blockchain.

La terminologie et les concepts qui sont liés à cette matière sont essentiels. C'est pourquoi, il est indispensable de revenir sur les différentes notions clés se rapportant à l'audit telles que les termes d'audit interne et externe, la notion de commissaire et de réviseur d'entreprise ainsi que les différents acteurs/organes qui sont intrinsèquement liés à l'audit.

1.1.1. L'audit interne et l'audit externe

Il existe deux types d'audit, l'audit interne et l'audit externe. Comme il en découle de leurs appellations distinctes, l'un est réalisé de manière interne à l'entreprise et l'autre est réalisée par des personnes externes à l'entreprise.

1.1.1.1. L'audit interne

L'audit interne est défini selon Jacques Renard (Renard, 2017) comme étant : « *une activité indépendante et objective qui donne à une organisation une assurance sur le degré de maîtrise de ses opérations, lui apporte ses conseils pour les améliorer, et contribue à créer de la valeur ajoutée* ». En utilisant une méthode rigoureuse et organisée, l'audit interne soutient l'organisation dans la réalisation de ses objectifs en évaluant les processus de gestion des risques, de contrôle et de gouvernance. Par la suite, elle formule des recommandations pour améliorer leur efficacité et leur performance. (Renard, 2017).

Par ailleurs, selon l'Institut of Internal Auditors (IIA, s.d.), l'audit interne consisterait en « *une activité d'assurance et de conseil indépendante et objective, conçue pour ajouter de la valeur et améliorer les opérations d'une organisation. Il aide une organisation à atteindre ses objectifs en adoptant une approche systématique et disciplinée pour évaluer et améliorer l'efficacité des processus de gestion des risques, de contrôle et de gouvernance.* »

De plus, selon l'EDC (2023), l'auditeur est chargé de vérifier les documents financiers, les procédures opérationnelles ainsi que les politiques internes dans le but d'assurer que toute activité de l'entreprise est légale et conforme aux normes en vigueur. De surcroît, pour qu'un auditeur interne soit efficace, il est nécessaire d'avoir des connaissances approfondies en ce qui concerne les normes en vigueur ainsi que leurs changements potentiels mais également posséder des compétences en analyse financière et de gestion des risques. Les auditeurs travaillent généralement en équipe et doivent donc être les plus objectifs possibles, être indépendants, avoir une grande intégrité afin d'assurer la véracité et l'exactitude de leurs conclusions car celles-ci, sont d'une grande importance pour l'entreprise. En effet, si les informations sont erronées, les décisions internes faites sur base de celles-ci pourraient causer des problèmes de différentes natures en fonction de l'étendue de cette erreur. Par conséquent, le département d'audit interne est nécessaire dans toute entreprise soit ayant une grande envergure soit étant composée de processus complexes.

1.1.1.2. L'audit externe

Un audit externe est, quant à lui, un examen financier effectué par une partie qui n'est pas directement associée à l'entreprise ou au service qui fait l'objet d'un audit. Cet audit externe aboutit à un rapport impartial qui est destiné aux investisseurs, aux agences gouvernementales, au grand public ou encore à l'entreprise elle-même (Gartner, 2022).

Cet audit est effectué par un membre agréé de l'IRE (pour la Belgique). Celui-ci peut être aidé par des auditeurs n'ayant pas cette certification mais travaillant en tant qu'auditeurs externes. Le but général est de produire une certification des états financiers d'une entité, cette certification ne peut être donnée que par un réviseur d'entreprise soit à son nom soit au nom d'un cabinet d'audit. Cette certification peut être demandée par les investisseurs ou encore des actionnaires, elle est même obligatoire pour les entreprises dites EIP définies ci-dessous.

Une Entité d'Intérêt Public peut prendre différentes formes, selon l'article 1:11 du code des sociétés et associations, une société cotée est « *une société dont les actions, les parts bénéficiaires ou les certificats se rapportant à ces actions sont admis aux négociations sur un marché réglementé* ». (Le marché réglementé en Europe est Euronext ou encore Euronext growth)

Selon l'article 1:12 du CSA, par « entité d'intérêt public », il faut entendre :

- 1) Les sociétés cotées comme cité à l'article 1:11
- 2) Les sociétés dont les valeurs mobilières sont admises aux négociations sur un marché réglementé
- 3) Les établissements de crédit

- 4) Les entreprises d'assurance ou de réassurance
- 5) Les organismes de liquidation et les organismes assimilés à des organismes de liquidation

Le rôle de l'auditeur externe consiste à vérifier que les comptes annuels d'une entreprise sont corrects et respectent les règles comptables et fiscales en vigueur. Cette mission a pour objectif d'assurer la fiabilité et la transparence des informations financières présentées par l'entreprise. L'auditeur externe a pour mission de vérifier la justesse des informations financières d'une entreprise en examinant minutieusement les différents documents comptables tels que les factures et les livres de comptes (EDC, 2023).

En outre, il évalue également la qualité des procédures de contrôle interne de l'entreprise pour en évaluer la pertinence et la fiabilité. L'objectif principal de l'auditeur externe est de garantir de manière indépendante et objective que les états financiers présentés par l'entreprise reflètent de manière précise sa situation financière, ses performances et ses flux de trésorerie. Cette vérification est essentielle pour les actionnaires, les créanciers, les fournisseurs et toutes les autres parties prenantes qui ont besoin de ces informations pour prendre des décisions financières informées (EDC, 2023).

1.1.1.3. Complémentarité entre l'audit interne et externe

Selon Jean-François Caron (2020), bien que l'audit interne et externe aient des objectifs différents, ils peuvent travailler en collaboration pour améliorer d'une part l'efficacité ainsi que l'efficience dans l'audit d'une entreprise. Comme expliqué précédemment, l'audit interne évalue et améliore l'efficacité des processus de contrôle interne tandis que pour l'audit externe, c'est la vérification des états financiers de l'entreprise avec les normes comptables et fiscales. Pour que leur collaboration soit fructueuse, il est primordial qu'il y ait une communication transparente entre les deux parties pour garantir le succès de cette coopération.

Pour clôturer cette partie, Jacques Renard (2017), résume cela en une simple phrase : « *le contrôle interne apparaît donc comme un moyen pour l'audit externe alors qu'il est un objectif pour l'audit interne* ».

1.1.2. Le réviseur d'entreprise

1.1.2.1. La fonction du réviseur d'entreprise

Les réviseurs d'entreprise, sont encore trop souvent réduits à l'audit ou le contrôle légal des comptes, un réviseur d'entreprise peut effectuer d'autres missions non-audit (dans un cadre réglementaire bien précis) comme l'évaluation d'une entreprise ou encore des conseils fiscaux ou juridiques. Selon l'Institut des Réviseurs d'Enterprise (IRE, 2022), « *Le révisorat d'entreprises ou contrôle légal des comptes, est une profession réglementée et indépendante qui contribue à la qualité et à la transparence de l'information financière et comptable émise par les entités contrôlées.* ». Le contrôle légal des comptes est par conséquent exercé par un réviseur d'entreprise, en tant que commissaire qui lui peut également comme dit précédemment effectuer d'autres missions légales de manière occasionnelle ou des missions contractuelles au service soit d'entreprises soit d'institutions privées ou publiques ou encore de structures du secteur non marchand. (IRE, 2022)

1.1.2.2. Les missions du réviseur d'entreprise

Selon l'Institut des Réviseurs d'Enterprise (IRE, 2022), et selon la loi du 7 décembre 2016 portant sur l'organisation de la profession et de la supervision publique des réviseurs d'entreprises, nous pouvons définir les missions révisorales comme « *toute mission qui a pour objet de donner une opinion d'expert sur le caractère fidèle et sincère des comptes annuels, d'un état financier intermédiaire, d'une évaluation ou d'une autre information économique et financière fournie par une entité ou une institution ; est également incluse dans cette notion, l'analyse et l'explication des informations économiques et financières à l'intention des membres du conseil d'entreprise.* »

Selon l'article 3 ,10° du code des sociétés et des associations : « *Les comptes annuels sont déposés par l'organe d'administration à la Banque nationale de Belgique. Ce dépôt a lieu dans les trente jours de leur approbation et au plus tard sept mois après la date de clôture de l'exercice. Si les comptes annuels n'ont pas été déposés conformément à l'alinéa 2, le dommage subi par les tiers est, sauf preuve contraire, présumé résulter de cette omission.* »

Par ailleurs, l'IRE distingue à travers cet article, 3 types d'interventions.

1.1.2.2.1. Les missions légales permanentes

Il existe deux types de missions légales permanentes que le contrôleur d'entreprise doit réaliser, la première est la mission d'audit légal des comptes annuels et la seconde est la certification auprès du conseil d'entreprise.

La mission d'audit légal

Cette mission est axée sur l'émission d'une opinion sur les comptes annuels, celle-ci est également appelée attestation. Selon le Code des Sociétés et Associations (art. 3:55), « *ce contrôle légal des comptes est fait sur les comptes statutaires ou des comptes consolidés où ce contrôle est* » :

- 1) Prescrit par le droit de l'Union européenne
- 2) Prescrit par le droit belge à l'égard des petites sociétés
- 3) Réalisé à la demande volontaire de petites sociétés muni d'un rapport écrit visé soit à l'article 3:74 ou 3:80 du CSA

En outre, les points 2) et 3) valent également pour les ASBL ou AISBL (art. 3:98 et 3:99 du CSA).

Pour qu'un réviseur exprime son opinion, il devra en un premier temps analyser et déterminer les travaux d'audit nécessaires à différents niveaux tels que les procédures de contrôle interne de l'entité en plus des comptes. Cette opinion est censée refléter l'image fidèle des comptes annuels ou des comptes consolidés en ayant effectué un ensemble de procédures de contrôle que l'on nomme audit. Cette opinion est réalisée par un commissaire nommé par l'entité pendant son mandat (cfr. 2.1.3. Le commissaire d'entreprise).

Avant que cette mission soit réalisée, il faut convenir des termes de la mission grâce à une lettre de mission ou tout autre forme d'accord écrite, ce qui fixera l'envergure de cette dernière dans le cadre de la loi d'application (IRE, 2022).

La certification auprès du conseil d'entreprises

Pour commencer, une définition du conseil d'entreprises s'impose, en effet, « *le conseil d'entreprise est un organe de concertation paritaire, composé de représentants des travailleurs et des employeurs. Toute entreprise ou institution qui occupe au moins 100 travailleurs doit créer un conseil d'entreprise (CE)* ».

Le conseil d'entreprise possède plusieurs compétences mais avant tout celui-ci occupe un rôle d'organe d'information et de consultation. Cet organe permet plus particulièrement qu'il y ait une communication plus poussée entre travailleurs et employeurs. Le CE peut prendre des

décisions dans un nombre limité de matières qui sont décrites dans le règlement d'ordre intérieur (ci-après nommé ROI). Ces décisions prises soit grâce aux modalités prévues dans le ROI soit à l'unanimité devront être exécutées par l'employeur car celui-ci est lié au conseil d'entreprise. (Service Public Fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale, s.d.)

Le réviseur d'entreprise aura comme rôle pour cette mission, dans le cas où une entreprise est dotée d'un conseil d'entreprise, de certifier l'exactitude et la complétude des informations économiques et financières fournies par l'organe de gestion. Cela donne dans ce cas-ci un rôle pédagogique dont la finalité est de faciliter le dialogue entre les parties. De manière conforme à la loi, ces mêmes entreprises ont l'obligation de nommer un ou plusieurs réviseurs d'entreprises à l'exception des institutions d'enseignement subsidiaires. (IRE, 2022)

Quant aux normes et réglementations, les chefs d'entreprises sont soumis à des obligations légales et réglementaires (par arrêté royal) en ce qui concerne les informations économiques et financières. De surcroît, la mission du réviseur auprès du conseil d'entreprise est encadrée par le Code des sociétés et des associations mais aussi des normes relatives à cette mission.

Plus précisément, le réviseur a pour mission à l'égard du conseil d'entreprise de :

- De faire rapport sur les comptes annuels et sur le rapport de gestion ;
- Certifier la fidélité et la complétude des informations économiques et financières que l'organe de gestion remet au conseil d'entreprise ;
- D'effectuer une analyse et une explication de données financières et économiques de l'entreprise en lien avec sa structure financière ainsi que l'évolution financière de celle-ci ;
- Si le réviseur ne peut certifier avec certitude le caractère fidèle et complet des informations financières et économiques, ou qu'il constate par lui-même des lacunes dans ces mêmes informations qui sont transmises au conseil d'entreprise, il se voit obligé d'en faire état à l'organe de gestion. Si l'organe de gestion ne donne pas suite à cette intervention, le réviseur est tenu d'en informer le conseil d'entreprise.

Ces deux missions vont généralement de pair car les critères sont du même ordre et donc ces missions seront effectuées en qualité de commissaire d'entreprise ou en collège si ceux-ci sont plusieurs. Nous reviendrons plus tard sur ce point dans la section 2.1.3. qui expliquera de manière plus concrète le rôle du commissaire.

1.1.2.2.2. Les missions légales occasionnelles

Selon l'IRE (2022), lorsque des entreprises se retrouvent dans l'une des situations qui seront énoncées ci-dessous, elles ont généralement l'obligation légale de faire appel à un réviseur d'entreprise :

- Apports en nature
- Fusions – scissions
- Transformations
- Dissolutions
- Etc.

Il existe d'autres missions légales qui portent sur la lutte contre le blanchiment et la corruption ou encore les contrôles environnementaux. Si une entité fait appel à un réviseur pour cette mission cela doit être fait par lettre de mission ou sous forme d'accord écrit comme pour les missions légales permanentes.

1.1.2.2.3. Les missions contractuelles

Il existe selon l'IRE (2022) différentes missions contractuelles, il est important de noter que ces missions cumulées avec les missions légales permanentes peuvent remettre en cause l'indépendance du commissaire. Celles-ci sont donc effectuées de manière générale sans que cela soit la même personne qui réalise les missions légales permanentes.

Ces missions peuvent être par exemple :

- Une évaluation de la société ;
- Une mission de due diligence (fusion, acquisition) ;
- Attestation sur la qualité d'informations non financières ;
- Etc.

1.1.2.3. Comment devenir réviseur d'entreprise

Le métier de réviseur d'entreprise est une profession libérale réglementée, cela signifie que c'est un métier conceptuel et intellectuel dont l'accès est limité à différentes conditions en fonction du métier. Pour le cas d'un réviseur, il faut respecter différentes conditions afin d'obtenir ce titre par l'Institut des Réviseurs d'Entreprise, selon la loi du 7 décembre 2016, Art. 5 §1 :

- 1) Être ressortissant d'un État membre et disposer d'un établissement, dans un État membre, ou avoir un établissement en Belgique.

- 2) Être honorable, cela signifie de ne pas avoir été privé de ses droits civils ou politiques, en d'autres termes, avoir un casier judiciaire totalement vierge.
- 3) Être détenteur d'un diplôme de master valide par une université belge ou être diplômé d'un parcours de type long de niveau universitaire.
- 4) Avoir accompli le stage organisé par l'IRE et réussi l'examen d'aptitudes dont le programme et les conditions sont fixées par le Roi.
- 5) Avoir prêté serment devant la Cour d'appel de Bruxelles dans la langue principale de la personne concernée (français, néerlandais ou allemand)
- 6) Être âgé de soixante-cinq ans au plus.
- 7) Être lié à un cabinet de révision ou un cabinet d'audit.

C'est également la seule profession libérale qui est soumise à une supervision publique externe (IRE, 2022).

Le réviseur d'entreprise vérifie la conformité des comptes annuels quant aux différents principes comptables mais peut également comme dit précédemment, effectuer un audit financier externe. Le révisorat et l'audit financier sont deux activités distinctes mais sont souvent associées, le révisorat s'assure de la régularité et de la sincérité des comptes annuels tandis qu'un audit financier examine ces mêmes comptes dans le but d'exprimer une opinion sur leur régularité et leur sincérité.

1.1.2.4. La déontologie du réviseur d'entreprise

La fonction de réviseur d'entreprise est régie par un code déontologique strict, il existe certains principes fondamentaux de comportement à respecter pendant toute mission accomplie par le réviseur. La loi du 7 décembre 2016 explique ces différents principes qui sont les suivants (IRE, 2022) :

- 1) **L'intégrité** : Le réviseur d'entreprise pratique son métier avec sincérité et honnêteté, en évitant toute action ou comportement qui pourrait compromettre la dignité ou la probité de sa profession.
- 2) **L'objectivité** : Le réviseur d'entreprise garde son jugement professionnel impartial en ne laissant aucun préjugé, conflit d'intérêts ou influence extérieur interférer dans son travail.
- 3) **La compétence professionnelle** : Le réviseur d'entreprise effectue ses missions avec minutie et en respectant les exigences requises. De plus, avant d'accepter sa mission, ce dernier doit jouir des compétences, des collaborations ainsi que du temps nécessaire pour exécuter cette mission de manière appropriée.
- 4) **La confidentialité** : Le réviseur d'entreprise est soumis au secret professionnel auquel la loi le soumet. Cela porte sur toutes les informations avec lesquelles le réviseur va

travailler et analyser pendant sa mission dans le but d'accomplir celle-ci. Il existe néanmoins certaines exceptions à cette obligation de secret comme lorsque le réviseur est amené à s'exprimer devant la loi, et qu'il y a soupçon de blanchiment ou de fraude fiscale (en informant la Cellule de traitement des informations financières).

- 5) **Le comportement professionnel** : Le réviseur s'abstient de tout acte pouvant jeter le discrédit sur la profession
- 6) **L'indépendance** : Le réviseur d'entreprise doit, tant d'esprit que d'apparence, s'acquitter en toute indépendance quant aux missions révisorales qui lui sont confiées. L'indépendance d'esprit fait référence à la capacité de penser par soi-même sans se laisser influencer par les opinions ou les jugements d'autrui. Par ailleurs, l'indépendance d'apparence est comme son nom l'indique d'apparence, il faut éviter les situations et les faits matériels qui pourraient amener un tiers à remettre en question la capacité du réviseur à être objectif.

1.1.3. Le commissaire aux comptes

1.1.3.1. Le commissaire, qui est-il ?

Premièrement, le commissaire est nommé par l'assemblée générale de l'entreprise, il est choisi parmi les autres réviseurs d'entreprises qui sont inscrits au registre public des réviseurs d'entreprises ou les cabinets enregistrés afin d'accomplir sa mission de contrôle légal des comptes annuels et, éventuellement, des comptes consolidés.

Dans le cas où l'entreprise n'est pas légalement obligée de nommer un comité d'audit, le commissaire est désigné durant l'assemblée générale parmi plusieurs autres réviseurs proposés par l'organe d'administration. Si l'entreprise se retrouve légalement forcée à nommer un comité d'audit, ce qui est le cas pour les EIP (Entité d'Intérêt Public), alors c'est le comité d'audit qui proposera différents réviseurs d'entreprise à l'assemblée générale afin de nommer le commissaire. (Code des Sociétés et associations, art. 3 :58, 2018)

Le comité d'audit

Selon la loi du 17 décembre 2008, le comité d'audit possède plusieurs missions qui auront un impact direct sur le travail du commissaire. C'est d'ailleurs cette même loi qui impose l'instauration d'un comité d'audit dans les sociétés d'intérêts public ou pour citer les exemples de la loi, les entreprises d'assurance, les sociétés cotées, les établissements de crédit, les sociétés d'investissements et pour finir, les sociétés d'organismes de placement collectif.

Voici les différentes missions que le comité d'audit se doit de réaliser selon cette même loi :

- 1) Suivre les différents processus d'élaboration de l'information financière ;
- 2) Établir un suivi des systèmes de contrôle interne et de gestion des risques au niveau de leur efficacité ;
- 3) Suivre le département d'audit interne ainsi que ses activités ;
- 4) Établir un suivi quant au contrôle légal des comptes annuels ou consolidés ainsi que de prendre en considération les questionnements et les recommandations établis par le commissaire de l'entreprise ;
- 5) Réaliser un examen et un suivi par rapport à l'indépendance du commissaire ou du réviseur d'entreprise notamment en ce qui concerne les missions contractuelles que celui-ci est capable de mener.

Ce comité fait de manière régulière, rapport à l'organe d'administration sur l'exercice de leurs missions.

1.1.3.2. Quelles entreprises sont dans l'obligation de nommer un commissaire ?

Comme expliqué précédemment, les entités d'intérêt public doivent obligatoirement nommer un commissaire. Néanmoins, selon l'article 1:24 du Code des sociétés et associations, les sociétés se voient également obligées de nommer un commissaire si celles-ci dépassent deux des trois critères suivants à la date de bilan du dernier exercice clôturé, répondant à la définition de « grande société » :

- 1) Nombre de travailleurs, en moyenne annuelle : 50
- 2) Chiffre d'affaires annuel hors taxes (TVA) : 9 000 000 €
- 3) Total du bilan : 4 500 000 €

Si la société avait été qualifiée de grande mais que celle-ci dépasse ou ne dépasse plus d'un des critères cités, cela n'aura d'incidence que si, cette circonstance se matérialise au cours de deux exercices comptables consécutifs.

Les petites sociétés sont qualifiées comme tel si elles ne dépassent pas plus d'un des critères cités auparavant. Par ailleurs, cela n'empêche pas qu'une petite société nomme un commissaire et ce pour différentes raisons. L'une de ces hypothèses serait que cette société réponde à la définition du Code des sociétés et des associations des EIP ou encore qu'elle fasse partie d'un groupe de plusieurs entreprises ayant par conséquent des comptes consolidés. D'autre part, si une petite société souhaite tout de même nommer un commissaire, c'est tout à fait envisageable. Cela ne relèverait pas d'une contrainte mais cela leur permettra d'augmenter leur transparence et leur crédibilité financière auprès du public (IRE, 2022).

Selon le dictionnaire juridique de Serge Braudo (1996-2023), « *un consortium est une entente entre plusieurs personnes, associations ou entreprises en vue d'une coopération pour l'exécution d'une ou plusieurs opérations économiques, financières, scientifiques ou culturelles. Sa durée est celle de l'activité pour laquelle ses fondateurs l'ont prévu.* »

Dans le cas d'un consortium d'entreprises, c'est-à-dire placées sous une direction unique, selon l'article 3:24 du Code des sociétés et des associations, des comptes consolidés doivent être établis incluant toutes les sociétés du consortium ainsi que leurs filiales. Cela signifie que chacune des sociétés faisant partie de ce même consortium sont considérées comme des sociétés consolidantes.

Selon Lieven Acke, réviseur d'entreprise (2022), de manière régulière il faut, constater que l'existence même d'un consortium n'est pas identifiée. Cela signifie par conséquent que le réviseur d'entreprise se doit de vérifier que l'entreprise contrôlée, vérifie par elle-même si elle fait partie d'un consortium, cela peut même devenir une partie de la mission de contrôle.

Ce principe de consortium d'entreprise est primordial dans la thématique de ce mémoire car ce dernier revient également dans le cadre des blockchains utilisées par les entreprises.

1.1.3.3. Durée du mandat du commissaire aux comptes

Le commissaire est toujours nommé pour une période de 3 ans renouvelable. Avant la loi du 7 décembre 2016, le commissaire une fois désigné pouvait réaliser autant de mandats que possible à la seule condition que le renouvellement du mandat soit fait par l'entreprise. Depuis l'adoption de cette loi, une limite de 3 mandats consécutifs a été posée, soit une durée maximale de 9 années consécutives pour une seule même société.

Une extension de cette durée est néanmoins possible de deux manières différentes selon le Règlement européen n°537/2014 :

- 1) Dans le cadre d'un appel d'offre public après le 3^{ème} mandat, donc au bout des 9 premières années et que par la suite de cet appel d'offre public, ce même commissaire peut à nouveau être désigné et ce pour 3 mandats supplémentaires donnant un total de 6 mandats soit 18 années ;
- 2) Dans le cas d'une constitution d'un collège d'audit ou encore nommé « joint audit ». Cela signifie que le commissaire aux comptes actuels travaille de manière conjointe avec un confrère commissaire (à la suite des 3 premiers mandats). Cette hypothèse voit le jour lorsque le commissaire initial est à nouveau nominé et que celui-ci accepte de travailler avec un autre commissaire pour cette même entité. On peut donc observer une extension totale de 8 mandats soit 24 années consécutives.

Ces extensions de durée de mandat présentent un avantage tout particulier puisque ce même commissaire ou le collège, acquerront des connaissances accrues sur l'entité. Cela aura un impact conséquent concernant l'utilisation de la technologie de la blockchain dans le contrôle légal des comptes annuels ou des comptes consolidés, qui sera analysée ci-après.

1.1.4. Supervision publique

Il existe comme nous avons pu observer en expliquant les différents concepts, différents organismes régulateurs. Ces organismes ont tous leurs rôles distincts à jouer au niveau de la profession de réviseur d'entreprise mais également à différents niveaux.

1.1.4.1. L’Institut des Réviseurs d’Entreprise (IRE)

L’Institut des Réviseurs d’Entreprise, ci-après IRE, (2022) se caractérise comme étant une organisation professionnelle créée par une loi du 22 juillet 1953 créant un IRE et organisant la supervision publique de la profession de réviseur d’entreprises. L’objectif de l’IRE est de garantir que des spécialistes qualifiés, indépendants et intègres soient disponibles en permanence pour représenter et assurer la fonction de réviseur d’entreprise tout en assurant l’exécution correcte de leurs missions. Pour que tout cela soit réalisé en bonne et due forme, une organisation rigoureuse est nécessaire et appliquée par l’IRE.

L’IRE a pour principales missions de fournir une formation continue, la tenue et la mise à jour du registre public de fournir l'accès à la profession de réviseur d’entreprise. Chaque année l’institut a comme obligation de rédiger un rapport retraçant ses propres activités. Depuis le 1^{er} janvier 2017, c'est le Collège de Supervision (CSR) qui est chargé de la surveillance de la pratique de la profession de réviseur d’entreprise ainsi que de l’organisation du contrôle de qualité. (IRE, 2022)

1.1.4.2. Le Collège de Supervision des Réviseurs d’Entreprises (CSR)

Selon la loi du 7 décembre 2016, le Collège possède à présent le rôle d’organe central qui a comme mission de veiller à la qualité des missions de contrôles des réviseurs. Le CSR a comme responsabilités les différentes tâches suivantes :

- 1) La surveillance de l’attribution de la qualité du réviseur d’entreprises et de la tenue à jour du registre public ;
- 2) La supervision de la formation continue ;

- 3) La supervision des systèmes de contrôle de qualité ;
- 4) La surveillance de la conformité aux obligations légales, réglementaires et normatives ;

Le Collège de Supervision supervise l’Institut des Réviseurs d’Entreprise mais lui a délégué certaines compétences, comme vu ultérieurement, plus précisément l’octroi ou le retrait de la qualité de réviseur, la tenue du registre public ainsi que de l’organisation de la formation permanente. Le Collège a son siège dans les locaux de la FSMA et c’est également le personnel de celle-ci qui va effectuer les contrôles. (IRE, 2022)

1.1.4.3. Financial Services and Markets Authority (FSMA)

La FSMA a été créé le 1^{er} avril 2011, elle est également connue sous son nom francophone d’Autorité des services et marchés financiers. La FSMA travaille avec la Banque Nationale de Belgique (BNB) au niveau du contrôle du secteur financier belge.

[La Commission des sanctions de la FSMA](#)

La Commission des sanctions de la FSMA est l’organe qui se charge de la prise de mesures ou d’amendes administratives en réponse à des infractions aux dispositions légales, réglementaires et normatives concernant le contrôle légal des comptes. A la suite d’une notification du Collège de Supervision, la commission est habilitée à formuler les sanctions suivantes (IRE, 2022) :

- 1) Un avertissement ;
- 2) Une réprimande ;
- 3) Une déclaration publique sur le site web de la FSMA indiquant le nom ainsi que la nature de l’infraction de la personne responsable ;
- 4) Une interdiction temporaire pouvant aller jusqu’à trois ans pour le réviseur d’entreprises, le cabinet d’audit enregistré ou le représentant permanent de fournir des services professionnels ou des services spécifiques ;
- 5) Une déclaration publique indiquant que le rapport d’audit ne répond pas aux exigences de l’article 28 de la directive ou de l’article 10 du règlement (UE) n° 537/2014 ;
- 6) Une interdiction temporaire pouvant aller jusqu’à trois ans pour un membre du cabinet de révision ou de l’organe d’administration ou de direction d’une entité d’intérêt public d’exercer des fonctions au sein de cabinets de révision ou d’entités d’intérêt public ;
- 7) Le retrait de la qualité du réviseur d’entreprise
- 8) Une amende administrative pouvant atteindre un maximum de 2.500.000 euros pour une même infraction ou un ensemble de faits similaires. Si l’infraction a entraîné un

bénéfice pour la personne responsable ou a évité une perte, le montant de l'amende peut être triplé.

1.1.4.4. Conseil supérieur des Professions Économiques (CSPE)

Le Conseil supérieur des Professions Économiques a pour responsabilité d'approuver les normes et les recommandations qui concernent la réalisation des missions d'audit ou qui sont utiles à leur mise en œuvre. Avant de prendre une décision sur les projets de normes et de recommandations, le CSPE consulte les représentants de l'IRE et, si nécessaire, il sollicite le cas échéant l'avis du CSR.

C'est l'IRE qui a le droit d'initiative et notamment un rôle d'avis sur l'élaboration des normes et recommandations. Pour qu'une norme ou une recommandation soit adoptée, c'est le CSPE ainsi qu'un ministre ayant l'Économie dans ses attributions qui ont la responsabilité finale de décider de l'adoption ou non d'une de ces recommandations et ou de ces normes. Ce même ministre est en charge de l'approbation quant aux missions d'audit, ce qui fera l'objet d'une publication au Moniteur Belge.

Voici une illustration représentant les différents organismes ainsi que leurs relations entre eux :

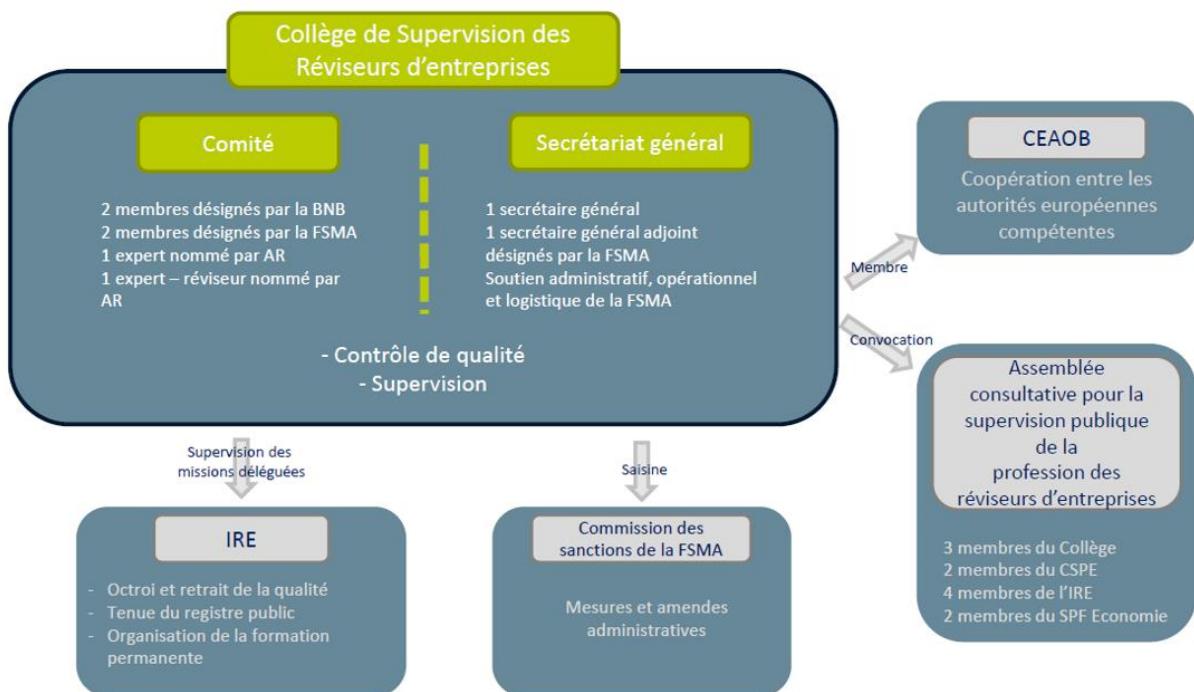


Figure 1 : Supervision Publique. (Syllabus, Déontologie et Indépendance du Réviseur – Option Audit, M. Kaisin. 2022)

1.1.5. Organismes responsables des normes internationales

1.1.5.1. International Federation of Accountants (IFAC)

L'IFAC a été fondée en 1977 à New York et est l'organisation représentant la profession des comptables. Sa mission globale est de servir l'intérêt public, renforcer la profession comptable dans le monde entier et contribuer au développement d'économies internationales solides en établissant et en promouvant le respect de normes professionnelles de haute qualité. L'une des filiales de l'IFAC est l'IAASB qui est responsable de développer et de promouvoir les normes ISA ainsi que d'autres normes. (Van Hoof, 2020)

1.1.5.2. L'International Auditing and Assurance Standards Board

L'IAASB également nommé Conseil des normes internationales d'audit et d'assurance sous sa forme francophone est un organisme de normalisation indépendant chargé de définir des normes internationales de haute qualité pour les missions d'audit, de contrôle qualité, de révision, d'autres missions d'assurance et de services connexes, dans l'intérêt du public. Le but de cette organisation est de renforcer la qualité et l'uniformité des pratiques dans le monde entier et de renforcer la confiance du public dans le monde professionnel de l'audit et de l'assurance. (IAASB, s.d.)

L'IAASB émet différentes normes internationales. Les normes principales sont les normes ISA (International Standards on Auditing) applicables dans l'audit d'informations financières historiques. Il en existe d'autres comme les normes ISRE (International Standards on Review Engagements) qui sont comme son nom l'indique utilisées dans l'examen des informations financières, les normes ISAE (International Standards on Assurance Engagements) et pour finir les ISRS (International Standards on Related Services). (Van Hoof, 2020)

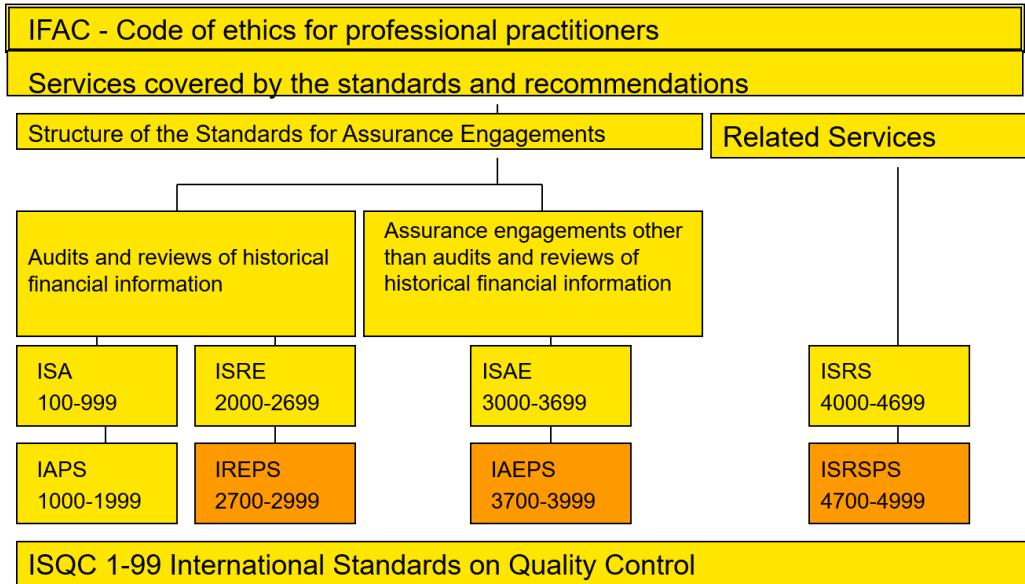


Figure 2 : IAASB Framework. (Syllabus, International Auditing Standards – Option Audit, E. Van Hoof, 2022)

1.1.5.2.1. Les normes ISA

Selon Benoît Rivière (RIVERE, 2013), les normes ISA « *forment un référentiel de normes adopté par l'Union Européenne et de nombreux pays pour la certification des comptes annuels et comptes consolidés des entreprises et par certaines organisations internationales pour la certification de leurs comptes annuels* ». Par ailleurs, selon Van Hoof (2020), ces normes représentent un référentiel pour la réalisation de l'audit financier. Il existe 36 standards qui sont divisés en 6 catégories distinctes :

- 1) Les principes généraux
- 2) Les évaluations de risques et réponses
- 3) Les éléments probants
- 4) L'utilisation de travaux d'autrui
- 5) La conclusion et rapportage
- 6) Les secteurs spécialisés

Toutes les normes ISA présentent une même structure pour garder une certaine uniformité et en faciliter de cette façon la lecture:

- Introduction : Ce sur quoi elles traitent, la date effective ainsi que les autres normes ISA pouvant être en relation avec la norme en question.
- Objectif(s) : Objectif pour l'auditeur dans le cadre de la norme.
- Définitions : Pour assurer la bonne compréhension de la norme.
- Diligence(s) requise(s) : Pour que l'auditeur soit apte à atteindre les objectifs de la norme.

- Modalités d'application et autres informations explicatives :
- Développement plus précis des points précédents ainsi qu'une présence d'exemples du champ d'application de la norme.

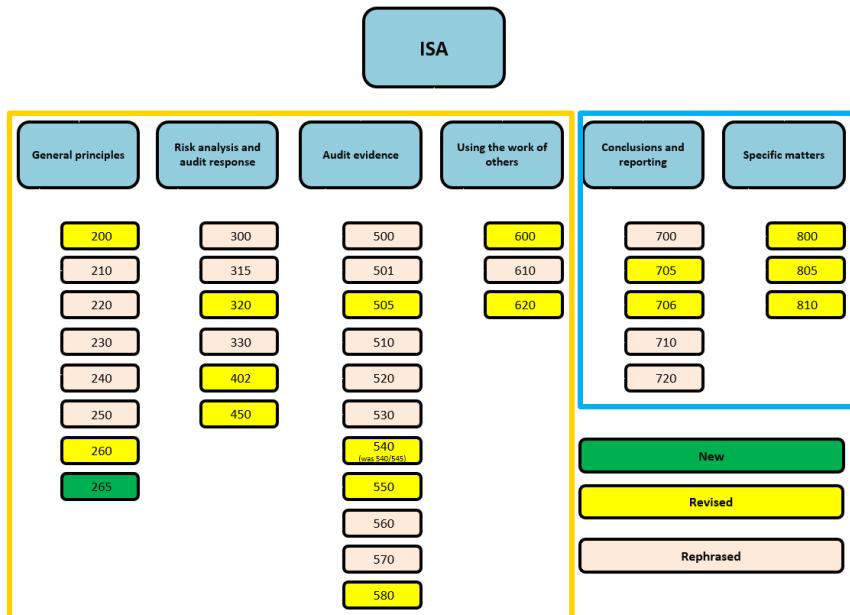


Figure 3 : ISA Framework. (Syllabus, International Auditing Standards – Option Audit, E. Van Hoof, 2020)

Ci-dessus, nous pouvons observer une figure synthétique de toutes les normes avec leurs numérotations respectives ainsi qu'un code couleur montrant si ces normes ont été soit révisées, rephrasées ou s'il s'agit de nouvelles normes.

1.1.5.2.2. Les normes ISQC1

La norme internationale de contrôle qualité (ISQC) établit les responsabilités des entreprises en cette matière pour les audits et les révisions des états financiers ainsi que pour les autres services d'assurance et services connexes. Toutes les entreprises d'experts-comptables sont tenues de respecter cette norme ISQC. Les politiques et les procédures nécessaires pour respecter la norme ISQC dépendent de divers facteurs tels que la taille et les caractéristiques opérationnelles de l'entreprise et si elle fait partie d'un réseau. La norme ISQC 1 est applicable à tous les types de missions et énonce la responsabilité de l'entreprise en la matière. Une personne doit être responsable de sa mise en œuvre et de l'établissement d'un système de contrôle qualité. (Van Hoof, 2020)

L'entité en question devra établir et appliquer un système de contrôle de qualité qui implique des procédures et des politiques adressant les différents éléments suivants :

- Responsabilité des dirigeants en ce qui concerne la qualité au sein de l'entreprise ;
- Exigences éthiques pertinentes c'est-à-dire que tout le monde possède un ensemble de valeurs au sein de l'entreprise ;
- Acceptation et maintiens des relations avec les clients et des missions spécifiques ;
- Ressources humaines, particulièrement quant au fait que le personnel soit formé en continu ainsi que de vérifier si les personnes adéquates sont recrutées ;
- Performance de l'engagement, des règles quant à la vérification de ce que quelqu'un fait ;
- Contrôle, la qualité doit être contrôlée sur une base régulière.

1.1.5.3. International Accounting Standards Board (IASB)

L'IASB également connu sous le nom de Bureau international des normes comptables, est une entité indépendante du secteur privé qui développe et approuve les normes International Financial Reporting Standards, plus communément appelées normes IFRS. Sous la supervision de la fondation IFRS, l'IASB a la totale responsabilité en ce qui concerne toutes les matières techniques en termes d'informations financières. (IASB, 2023)

1.1.5.3.1. Les normes IFRS

Ces normes ont été créés dans l'objectif d'assurer la transparence des comptes annuels des entreprises cotées qui répondent à trois grands principes (Finance Active, 2023) :

- 1) L'exhaustivité : Les états financiers doivent afficher une représentation fiable de l'activité de l'entreprise et par conséquent, diminuer au possible les informations hors-bilan ;
- 2) La comparabilité : Les états financiers sont comparables entre toutes les entreprises car celles-ci sont normés et identiques ;
- 3) La neutralité : Les normes doivent encadrer de manière stricte les entreprises dans leur gestion des comptes sans leur donner de marge de manœuvre.

En effet, ces trois grands piliers permettent une comparaison plus simple entre les entreprises et par conséquent, aide les potentiels investisseurs à prendre des décisions réfléchies. L'effet que ces normes ont sur les états financiers est que l'on peut plus facilement apercevoir la santé ainsi que les performances de l'entreprise. Les normes IFRS sont utilisées dans plus de 140 pays à travers le monde. (IFRS Foundation, 2023)

Les normes IFRS et ISA forment ensemble un système comptable uniforme entre les différents pays les utilisant. Les normes IFRS complètent les normes ISA dans le but de créer, une meilleure transparence, une meilleure comparabilité, une meilleure visibilité mais d'également faciliter la concurrence et la circulation des différents capitaux. (Ooreka, 2023)

1.1.6. Les objectifs de l'audit financier externe

Avant d'entamer concrètement le processus d'audit, il est important de clarifier les objectifs généraux de l'auditeur conforme aux normes d'audit. C'est la norme ISA 200 qui traite ce sujet et présente 5 objectifs distincts :

- 1) Obtenir une assurance raisonnable que les états financiers ne présentent aucune anomalie significative ;
- 2) Réaliser l'audit en gardant un point d'attention quant aux domaines qui représentent un risque plus important d'anomalies significatives ;
- 3) Réduire le risque d'audit à un niveau concevable ;
- 4) Assurer la conformité de l'audit à travers les normes d'audit en vigueur ;
- 5) Communiquer de manière concrète et claire les conclusions de l'audit aux parties prenantes.

Ces différents objectifs sont accomplis lors des différentes étapes de l'audit financier, celles-ci seront développées dans le point suivant.

1.1.7. Le déroulement de l'audit financier

Le déroulement de l'audit financier est finalement le cœur même de l'audit et la compréhension de celui-ci est fondamentale pour l'approche qui sera faite dans la suite du mémoire à propos de l'utilisation de la blockchain dans ce même déroulement. Ce dernier est principalement basé sur les normes ISA, car comme expliqué auparavant, ces normes font office de guide pour l'auditeur afin d'accomplir au mieux sa mission. Les cours de l'option audit donnée à l'ICHEC, par les différents professeurs, seront également utilisés afin de donner un maximum d'informations pertinentes pouvant nous être utiles dans le développement de la seconde partie du mémoire.

Le déroulement de l'audit est subdivisé en différentes parties, qui seront développées une à une :

- 1) L'acceptation et le maintien de la mission
- 2) La planification de l'audit, évaluation du risque d'audit et stratégie d'audit
- 3) L'exécution des procédures d'audit
- 4) La conclusion de l'audit et rapport

Il faut tout de même noter que, la deuxième étape quant à l'évaluation du contrôle interne et l'évaluation du contrôle interne, se fait de manière continue, tout au long de la mission d'audit.

1.1.7.1. L'acceptation et le maintien de la mission

L'acceptation et le maintien de la mission comprend notamment 3 normes qui ensemble, forment cette étape. Ces normes sont les suivantes, ISA 200 (Objectifs généraux de l'auditeur indépendant), ISA 210 (Accord sur les termes de missions d'audit) et la norme ISQC 1. L'acceptation de la mission doit respecter la norme ISQC 1 qui traite des obligations d'un cabinet en matière de son propre contrôle de qualité.

On peut noter différents objectifs principaux quant à la phase d'acceptation,

- L'identification du client ainsi que son environnement ;
- La vérification qu'aucun conflit d'intérêt personnel pourrait être présent entre le commissaire ;
- L'appréciation de l'intégrité du client ;
- La vérification que la commissaire ainsi que s'il y en a une, l'équipe d'audit, possèdent les ressources et les compétences nécessaires afin de mener à bien la mission d'audit.

Une fois la phase d'acceptation accomplie, le commissaire est tenu de contacter l'homologue précédent de l'entité contrôlée pour différentes raisons. La première est que s'il y a raison de ne pas accepter le mandat, que cette ou ces raisons (professionnelles) sont données par le commissaire précédent. La seconde est d'obtenir une confirmation que tous les honoraires facturés par le commissaire lui ont bien été payés. La dernière est d'organiser une revue des dossiers du réviseur précédent.

Pour que l'audit soit réalisé selon les normes ISA, la direction ou les personnes qui ensemble constituent le gouvernement d'entreprise, doivent reconnaître et assumer diverses responsabilités. Ces responsabilités sont comme suit, l'importance de l'établissement de comptes financiers sincères, la mise en place de contrôles internes adéquats, la communication à l'auditeur de toutes les informations nécessaires et pour finir, laisser un libre accès à l'auditeur aux personnes de l'entité auprès desquelles il serait nécessaire d'obtenir des éléments probants.

Pour conclure cette phase, une lettre de mission d'audit est rédigée où tous les éléments précédents sont annotés en termes d'objectifs, de responsabilités d'une part de l'auditeur et de l'autre de la direction, l'identification du référentiel comptable pour les états financiers et pour finir, une indication de la forme ainsi que du contenu envisagé tout en mentionnant que des circonstances peuvent changer cela.

1.1.7.2. La planification de l'audit, évaluation du risque d'audit et stratégie d'audit

Dans cette deuxième phase de l'audit légal des comptes, plusieurs normes ISA font surface et guideront donc celle-ci. Tous les éléments mentionnés ci-dessous font partie des normes ISA suivantes, ISA 300 (Planification d'un audit des états financiers), ISA 315 (Identification et évaluation des risques d'anomalies significatives), ISA 320 (Caractère significatif lors de la planification et de la réalisation de l'audit), ISA 330 (Réponse aux risques identifiés) et la norme ISA 550 (Parties liées).

Pour commencer, lors de la planification de l'audit selon la norme ISA 300, l'auditeur doit comprendre de manière approfondie l'entité et son environnement, son secteur d'activité et la structure de l'entité elle-même. Ces éléments réunis permettront une compréhension totale de l'entité ainsi que de son fonctionnement et permettra par la suite de réaliser l'audit. L'environnement de l'entreprise peut être influencé par plusieurs facteurs comme par exemple, le style managérial des personnes en charge, la qualité du contrôle interne, qu'il y ait un système de contrôle interne adéquat, etc.

Selon la norme ISA 320, lors de la réalisation d'un audit d'états financiers, l'objectif général de l'auditeur est d'obtenir une assurance raisonnable que les états financiers dans leur totalité ne présentent pas d'anomalies significatives. Ces anomalies significatives peuvent provenir soit de fraudes soit d'erreurs et c'est sur cette base que l'auditeur pourra émettre une opinion selon laquelle les états financiers sont conformes à un référentiel comptable applicable. De plus, grâce à ces éléments, il pourra émettre un rapport sur ces états financiers et ainsi réaliser les communications requises conformément aux normes ISA en se basant sur les conclusions du travail effectué. Ces anomalies sont considérées comme significatives dans le cas où celles-ci de manière soit individuelle soit cumulées, influeraient les décisions économiques prises par les utilisateurs qui se basent sur les états financiers. La détermination du seuil de signification est tirée du jugement professionnel du réviseur.

1.1.7.2.1. La fixation des différents seuils

L'auditeur doit fixer différents seuils pour déterminer le caractère significatif ou non d'un élément probant. Le seuil plus général est le seuil de signification, également appelé matérialité. Celui-ci sera utilisé pour les états financiers dans leur globalité. Le second seuil est le seuil de planification qui lui, est un pourcentage du seuil de signification dans le cas où le cumul de diverses anomalies individuellement significatives de plus faible importance pourrait conduire à des états financiers qui comportent des anomalies significatives. Ces anomalies de plus faible importance peuvent par conséquent, une fois regroupées, franchir le seuil de

signification. En outre, ce second seuil permet de réduire de manière significative la marge d'anomalies non détectées.

Il existe un schéma à suivre dans le but de déterminer de la manière la plus pertinente possible ces différents seuils. Ces différentes étapes sont illustrées dans la figure qui suit :

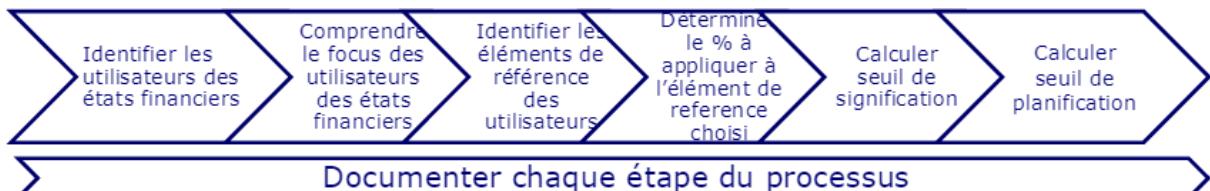


Figure 4 : Processus de détermination des différents seuils. (Syllabus, Audit et compétences professionnelles – Option Audit, E. Nys, 2022)

La première étape et la seconde étape consistent à identifier les utilisateurs des états financiers mais également la nature de leurs décisions ainsi que leurs points d'attention. Ces utilisateurs peuvent être de toutes sortes mais ce seront principalement des investisseurs, s'ils comptent acquérir ou céder leurs titres, des bailleurs ou fournisseurs qui pourraient décider en fonction des états financiers de mettre un terme à la location ou aux livraisons. La troisième étape est d'identifier les éléments de référence plus communément appelés « benchmarks » sur lesquels les utilisateurs font référence. Ces benchmarks peuvent être diverses et variées, par exemple le résultat avant impôts (5% à 10%), l'EBITDA (3% à 5%), le chiffre d'affaires (0,8% à 2%), etc. (les pourcentages donnés entre parenthèse sont les seuils les plus fréquemment utilisés quant aux différents éléments de référence).

Dans le cas où plusieurs benchmarks sont retenus, il faudra dès lors déterminer le benchmark principal, c'est grâce à ce dernier que le seuil sera calculé sans oublier, s'il y en a, les autres benchmarks pertinents qui exercent tout de même leur influence sur la fixation finale du seuil de signification. (Nys, 2022)

Une fois le seuil de signification fixé, il faut par la suite déterminer le seuil de planification qui lui est basé sur la matérialité, de manière générale tournant autour des 80% mais pouvant diminuer si l'auditeur le juge nécessaire. Il existe néanmoins un dernier seuil à prendre en compte qui permet d'améliorer l'efficacité de l'audit, c'est le seuil pour les anomalies dites « manifestement insignifiantes ». Toute anomalie qui est en dessous de ce seuil ne sera pas prise en compte car en dessous de ce seuil, cette anomalie est considérée comme tellement infime qu'elle ne peut avoir d'impact. Ce seuil est fixé par rapport au seuil de planification et tourne en règle générale autour de 5% de celui-ci.

Pour conclure cette partie, il faut noter que ces différents seuils peuvent varier en fonction du jugement fait par l'auditeur, au plus une entité est considérée comme risquée ou « high risk », au moins les pourcentages seront élevés.

1.1.7.2.2. Assertions

Sur base de la norme ISA 315, il est possible de nommer diverses assertions. Ces dernières constituent des anomalies potentielles par rapport aux flux ou aux soldes de comptes. Il existe plusieurs assertions en fonction de si leur vérification est orientée soit pour le bilan soit pour le compte de résultats.

Les assertions pour le bilan sont les suivantes :

- **Existence** : Les actifs, les passifs ainsi que les fonds propres existent ;
- **Droits et obligations** : l'entité possède soit le droit soit le contrôle quant aux actifs et les obligations de l'entité sont reflétées grâce aux passifs ;
- **Exhaustivité** : Tout ce qui devait être enregistré, c'est-à-dire, les actifs, les passifs et les fonds propres ainsi que les informations qui devaient être fournies dans les états financiers, le sont.
- **Exactitude** : Les états financiers présentent les actifs, les passifs et les fonds propres pour leur valeur exacte ainsi que leurs ajustements concernant la valorisation ou la dépréciation mais aussi les informations qui les concernent ;
- **Classification** : Toutes les informations données sont enregistrées dans les comptes appropriés ;
- **Présentation** : Les actifs, passifs et capitaux propres ont été rassemblés ou dispersés comme il se doit et possèdent tous une description adéquate. Les informations devant être fournies le sont de façon pertinente et compréhensible en tenant compte le référentiel comptable applicable.

Les assertions pour le compte de résultat sont les suivantes :

- **Réalité** : Toute opération ou évènement comptabilisé ou pour lesquels des informations ont été fournies ont un rapport direct à l'entité concernée ;
- **Exhaustivité** : Toute opération, évènement ou information qui ont eu lieu ont bien été présentés dans les états financiers ;
- **Exactitude** : Les montants ainsi que les autres données ou encore les informations qui concernent les opérations ont été évaluées et exposées de manière adéquate ;
- **Séparation des périodes** : Les opérations et évènements ont été comptabilisés dans la période comptable qui les concerne
- **Classification** : Les opérations et évènements ont bien été classifiés dans les bons comptes ;
- **Présentation** : Les opérations et les évènements ont été rassemblés ou dispersés comme il se doit et possèdent tous une description adéquate. Les informations devant

être fournies le sont de façon pertinente et intelligible en tenant compte le référentiel comptable applicable.

1.1.7.2.3. Le risque d'audit

Selon l'ICCI (2014), le risque d'audit est le « *risque que l'auditeur exprime une opinion inappropriée alors que les états financiers comportent des anomalies significatives. Le risque d'audit est fonction des risques d'anomalies significatives est du risque de non-détection* ». On distingue trois types de risque :

- 1) Le risque inhérent : C'est le risque initial de l'entreprise indépendamment des contrôles internes présents ;
- 2) Le risque lié au contrôle interne : C'est le risque lorsqu'une anomalie significative ne soit pas détectée ni corrigée par le contrôle interne ;
- 3) Le risque de non-détection : C'est le risque que l'auditeur ne détecte pas par lui-même une anomalie significative dans les états financiers.

Nous pouvons représenter ce risque d'audit sous forme d'équation :

Risque d'audit = Risque inhérent x Risque lié au contrôle x Risque de non-détection

Le risque inhérent et le risque lié au contrôle forment ensemble le risque combiné, l'auditeur ne possède aucun contrôle quant à ce risque. Ceux-ci sont déterminés par des facteurs internes ou externes qui ont un impact direct sur l'entité.

Risque d'audit = Risque combiné (RC) x Risque de non-détection (RND)

Le risque de non-détection quant à lui dépend entièrement de l'auditeur qui joue alors un grand rôle. Ce dernier peut varier en fonction de jusqu'où les tests substantifs seront réalisés permettant de réduire le risque d'audit. Le RND doit varier de manière inverse au risque combiné, en d'autres termes, si le risque combiné est élevé, le risque de non-détection doit être bas et inversement. Le risque d'audit dans sa finalité doit être le plus bas possible. (Van Hoof, 2020)

1.1.7.2.4. Stratégie d'audit

Dans cette partie, la stratégie d'audit est déterminée ainsi que le champ d'application, le temps, les différents types de procédures d'audit ainsi que l'étendue des tests substantifs. Ces différents paramètres dépendant du risque combiné et des tests appropriés seront réalisés pour couvrir au plus possible ces risques.

1.1.7.3. Exécution des procédures d'audit

Le but des procédures d'audit est de réduire le plus possible le risque de non-détection qui lui, une fois réduit, aura un impact direct sur le risque d'audit. Pour ce faire l'auditeur, en fonction des risques établis, effectuera les procédures les plus adéquates pour chaque élément financier qu'il juge important d'analyser afin de collecter le plus d'éléments probants possibles et par conséquent garder le risque d'audit à un niveau relativement bas. Toutes les procédures doivent être documentées pour différentes raisons. Celles-ci peuvent être énumérées comme suit : la première étant de garder une preuve de ce qui a été fait et analysé, l'autre visant l'hypothèse où c'est une équipe d'audit qui est en charge de l'audit, que le supérieur hiérarchique puisse vérifier les procédures à la fin pour s'assurer que tout soit correct. (Van Hoof, 2020)

Plusieurs procédures d'audit existent et sont appliquées :

- **Examen analytique** : Vérifier les chiffres de l'année actuelle et les comparer avec l'année précédente (ou le mois ou autre), voir l'évolution et les prédictions en comparant cela avec le budget, le but étant de comparer le passé et les attentes.
- **Procédure analytique de substance** : C'est également un examen analytique mais à un niveau de détail élevé. Elle se déroule en commençant par demander au client si celui-ci utilise un programme ERP (Enterprise resource planning) avec lequel il fait sa comptabilité. Grâce à ce programme, ils peuvent extraire des rapports pour faciliter l'audit. Ces rapports ont une grande valeur puisqu'ils présentent énormément de détails et sont dès lors très complexes à falsifier.
- **Vérification de détails** : Cette procédure va de pair avec le test de procédure analytique de substance, c'est-à-dire que lors de cette procédure plusieurs éléments seront sélectionnés. Ces éléments feront office d'une vérification plus approfondie pour vérifier qu'il n'y a pas d'anomalies significatives.
- etc.

Les tests de substance sont uniquement réalisés si l'auditeur a estimé qu'il y avait un risque plus conséquent d'anomalies significatives par rapport à une assertion. Ces contrôles de substance sont réalisés sur des échantillons spécifiques ou non. Il existe deux méthodes pour sélectionner l'échantillon. La première est l'échantillonnage de nombres aléatoires, c'est-à-dire que tous les éléments ont les mêmes chances d'être sélectionnés. L'autre méthode est la plus courante pour les vérifications de détail, c'est l'échantillonnage par unité monétaire plus communément appelé MUS (Monetary Unit Sampling). Cette méthode se base sur les valeurs monétaires. Cela a pour conséquence qu'un élément qui a une plus grande valeur monétaire au sein d'un compte aura une plus grande probabilité d'être sélectionné qu'un autre élément

qui à l'inverse a une plus petite valeur monétaire. Cette méthode permet de couvrir au maximum les comptes impliqués d'un point de vue monétaire.

Les éléments probants n'ont pas tous la même valeur, en effet selon la norme ISA 330, il existe une hiérarchie les concernant. Ces éléments sont plus fiables s'ils sont recueillis :

- A partir d'une source externe indépendante à l'entité
- De manière directe par l'auditeur
- Sous forme matérielle (papier ou virtuelle)

On retrouve différentes méthodes de collecte d'éléments probants :

- Ceux obtenus par **l'inspection**, il s'agit d'un examen d'enregistrements, des documents ou encore des actifs tangibles, internes ou externes, dans le but d'obtenir des preuves. Cet examen peut fournir des preuves comme par exemple, des autorisations de transaction, de l'existence d'actifs ou les méthodes comptables utilisées ;
- Par le biais de **l'observation**, permettant de voir ou d'entendre les activités, les opérations ou des évènements qui ont eu lieu ;
- Les **confirmations externes**, c'est-à-dire tout ce qu'un tiers a pu fournir comme preuves qui confirment ou vérifient des informations spécifiques ;
- Les **contrôles arithmétiques** permettant de vérifier les calculs contenus dans divers documents ou enregistrements ;
- La **réexécution** c'est-à-dire le fait pour l'auditeur d'exécuter par lui-même des procédures internes ;
- Les **procédures analytiques**, ce point est en lien direct avec l'examen analytique, plus précisément le fait de comparer des informations entre elles, financières ou non ;
- La **demande d'informations**, demander des informations quelles qu'elles soient internes ou externes à l'entité contrôlée.

Il est important de rappeler que chaque élément analysé doit être documenté de façon telle que n'importe quel auditeur n'ayant pas initialement analysé l'entreprise, confrontés aux éléments documentés, sera en mesure de comprendre ce qui a été réalisé.

1.1.7.4. Conclusion de l'audit et rapport

Les objectifs concernant la conclusion de l'audit et de la rédaction du rapport d'audit sont de résumer et de quantifier les découvertes, de vérifier la cohérence globale de l'audit et de préparer le débriefing avec les personnes concernées dans l'entité contrôlée. (Van Hoof, 2020)

La norme ISA 450 traite de l'évaluation des anomalies décelées lors de l'audit en différents points. L'auditeur doit récapituler les anomalies détectées pendant l'audit sauf celles qui ont une nature insignifiante (cfr. Le seuil d'anomalies insignifiantes) et par la suite revoir la

stratégie d'audit et le programme de travail, dans le cas où les anomalies identifiées en révèlent d'autres ou que le cumul d'anomalies franchit le seuil de signification.

Ces anomalies seront transmises en temps voulu à la direction et l'auditeur pourra demander la correction de celles-ci. Si la direction est amenée à refuser de corriger une partie ou toutes les anomalies, l'auditeur est chargé d'entendre les raisons données par la direction et prendre cela en considération lors de l'évaluation globale des états financiers. Dans le cas où il resterait des anomalies non corrigées, l'auditeur devra réévaluer le seuil de signification et confirmer si celui-ci est toujours valide ou non compte tenu des circonstances. Une fois cette étape clôturée, l'auditeur est chargé de communiquer au gouvernement d'entreprise, les anomalies non corrigées et l'incidence que celles-ci peuvent avoir sur la rédaction de l'opinion exprimée dans le rapport d'audit.

Un document écrit sera demandé à la direction ou au gouvernement d'entreprise qui confirme que selon elle/eux, les anomalies n'ayant pas été corrigées, ne sont pas significatives par rapport aux états financiers pris dans leur ensemble. Les anomalies concernées devront toutes être incluses dans ce même document écrit. Quant à la documentation d'audit, l'auditeur devra citer le montant au-dessous les anomalies sont considérées comme insignifiantes (cf. seuil des anomalies insignifiantes), mentionner toutes les anomalies et stipuler si elles ont été corrigées ou non. Pour terminer cette documentation, l'auditeur devra conclure si les anomalies sont significatives ou non et fonder cette même conclusion.

L'auditeur devra émettre une opinion et un rapport en accord avec le CSA ainsi qu'avec les normes ISA (ISA 700). Il existe 4 types d'opinion :

- 1) Opinion sans réserve : C'est l'opinion la plus favorable, cette opinion désigne que les états financiers sont présentés de manière régulière, sincère et conforme aux normes comptables.
- 2) Opinion avec réserve : C'est une opinion favorable. Elle traduit que les états financiers démontrent une image fidèle de l'entité mais qu'il reste certaines anomalies devant être prises en considération par les utilisateurs des états financiers.
- 3) Opinion défavorable : Cette opinion démontre que les états financiers ne sont pas présentés de manière régulière, sincère et conforme aux normes comptables. Il existe par conséquent des erreurs, des irrégularités ou encore le non-respect des normes.
- 4) Abstention d'opinion : Cette opinion est donnée lorsque l'auditeur n'est pas en mesure d'émettre une opinion sur les états financiers. Cela peut se produire lorsque l'auditeur ne récolte pas suffisamment d'éléments probants qui lui permettraient d'exprimer si les états financiers émettent une image fidèle de l'entité.

1.2. Chapitre 2 – La technologie de la blockchain

1.2.1. Définition de la blockchain

La technologie de la blockchain peut se définir comme étant une technologie de stockage et de transmission d'informations. Elle possède trois caractéristiques majeures qui la différencie des autres technologies, la **transparence**, la **sécurité** et celle-ci fonctionne **sans organe central de contrôle** (Blockchain France, 2016).

La technologie blockchain permet de tenir un registre public de transactions qui seront organisées de manière chronologique et qui s'appuie sur un réseau décentralisé d'utilisateurs. On pourrait l'imaginer comme « *un très grand cahier, que tout le monde peut lire librement et gratuitement, sur lequel tout le monde peut écrire, mais qui est impossible à effacer et indestructible* » (Delahaye, 2015).

Une autre définition donnée par l'assemblée nationale Française (2018) : « *Une blockchain est un registre, une grande base de données qui a la particularité d'être partagée simultanément avec tous ses utilisateurs, tous également détenteurs de ce registre, et qui ont également tous la capacité d'y inscrire des données, selon des règles spécifiques fixées par un protocole informatique très bien sécurisé grâce à la cryptographie* »

1.2.2. Fonctionnement de la blockchain

Concrètement, une *blockchain* fonctionne comme une base de données numérique c'est-à-dire que chaque opération qui a lieu sur celle-ci, principalement des échanges, sera inscrite sous forme de bloc. Chaque bloc reprend plusieurs opérations, ce qui forme un « **bloc de transaction** ». Tous ces blocs de transaction forment un **registre** qui est plus communément appelé *blockchain*. Il existe différents types de blockchain mais la caractéristique principale qu'elles partagent est le fait que chaque registre existe en plusieurs exemplaires simultanément et sur différents ordinateurs. Ces ordinateurs sont donc à la fois clients et serveurs, c'est-à-dire qu'ils font office de client qui effectuera une transaction ainsi que de serveur qui aura comme registre les différentes transactions réalisées. Ces ordinateurs ont dès lors l'appellation de « **nœuds** » du réseau. (Blockchain France, 2016)



Figure 5 : Représentation d'une chaîne de blocs. (Blockchain France, 2016)

Le premier bloc d'une chaîne s'appelle le *genesis block*, c'est-à-dire que c'est le bloc sur lequel seront basés tous les prochains blocs. Ce bloc est codé avec un *hash*, étant une suite de caractères spécifiques. Cette dernière pourra être déchiffrée grâce à une clé ou par d'autres moyens suivant le modèle de consensus (cf. 2.1.4. et 2.1.5). Par exemple pour le Bitcoin, le hash du block *genesis* était le suivant : « 000000000019d6689c085ae165831e934ff763ae46a2a6c172b3f1b60a8ce26f ». Ce hash contenait un message caché pour certifier la date du 03/01/2009 par le créateur même du Bitcoin (Binance, s.d.).

La cryptographie asymétrique est utilisée pour nommer les nœuds dans une blockchain, à la base de chaque adresse dans une blockchain se trouve une clé cryptographique publique. On retrouve également une clé privée qui va permettre de déchiffrer un message ou bien de signer une transaction (Cryptoast, 2020).

Par exemple, une personne A souhaite envoyer 1 BTC (bitcoin) à une personne B. La personne A va signer la transaction avec sa clé privée ce qui va créer, grâce à un algorithme, une chaîne de caractères complexes. Une fois cela réalisé, la personne B n'a plus qu'à vérifier que cette transaction a bien eu lieu en utilisant la clé publique de la personne A, le même algorithme ainsi que le même message qu'elle a émis lors de la transaction (soit 1 BTC). Cela permet donc de vérifier que cette transaction a bien eu lieu. Tout cela aboutit à ce que les transactions ne puissent être falsifiées car celles-ci sont signées par son auteur et également qu'elles ont eu lieu, retirant toute possibilité à son auteur de nier l'existence même de la transaction.

Pour qu'un bloc soit ajouté à la chaîne, celui-ci doit être validé via un consensus par les autres nœuds de la chaîne. Il s'agit d'une étape clef de la blockchain. Elle fonctionne sous un protocole cryptographique c'est-à-dire que cette étape ne sera validée que s'il y a consensus des utilisateurs du réseau (Desplebin et al, 2018). Une fois que cette étape est passée, le bloc est ajouté à la chaîne de blocs à laquelle les utilisateurs ont accès.

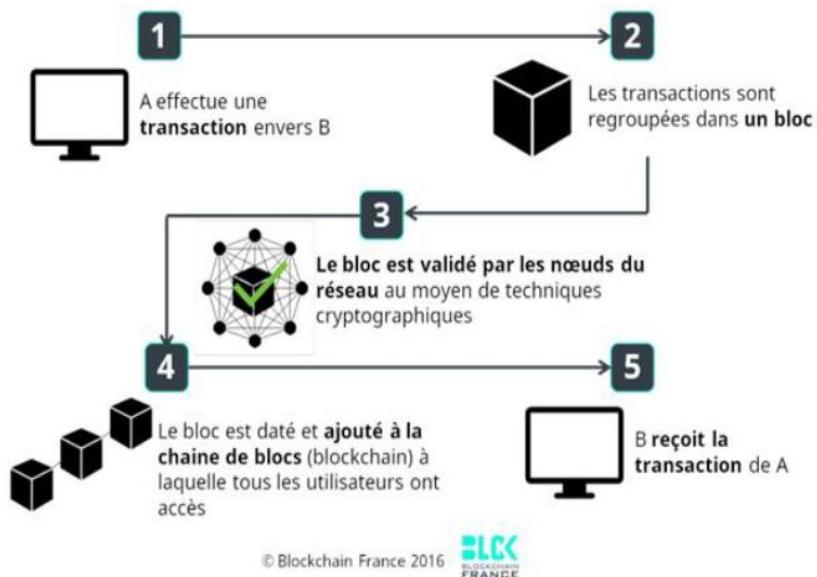


Figure 6 : Représentation du fonctionnement d'une transaction blockchain. (Blockchain France, 2016)

1.2.3. Types de blockchain

Il existe plusieurs types de blockchains, pour différentes manières d'utilisation et de besoins de l'entreprise / cryptomonnaie. Il existe également différents types de blockchains comme la blockchain **publique**, la blockchain **privée** et la blockchain de **consortium**.

On distingue par ailleurs deux types d'accès, pour les blockchains publiques il ne faut pas de permission pour agir (**permissionless**) puisque c'est une entité qui agira de manière anonyme et publique. Dans le cas d'une blockchain privée et de consortium, l'accès se fera de manière autorisée (**permissioned**) c'est-à-dire que l'entité qui agira sera identifiée et autorisée à opérer sur la blockchain (Dumas et al., 2022).

1.2.3.1. Blockchain publique

Une blockchain publique est une blockchain ouverte et accessible à tous, c'est-à-dire que tout le monde y a accès, que chaque individu peut participer aux différentes transactions qui ont lieu et également participer à la validation des blocs. Concrètement, tout le monde peut participer au consensus, peu importe le modèle utilisé, s'ils ont les capacités nécessaires pour obtenir ce droit de validation (voir point 2.1.4.). On pourrait comparer une blockchain publique à un grand livre comptable où chacun a accès et qui est infalsifiable grâce aux modèles de consensus (Dumas et al., 2022).

1.2.3.2. Blockchain privée

Une blockchain dite privée est comme son nom l'indique, restreinte à un groupe d'entités, c'est-à-dire que seul un certain nombre d'acteurs possède l'accès et l'utilisation de celle-ci. Seuls les acteurs ayant été autorisés à utiliser ce type de blockchain pourront visualiser et valider des blocs. Le fait de restreindre une blockchain permet de gérer la sécurité car les administrateurs choisissent eux-mêmes qui aura accès aux données ce qui a pour conséquence que ce type de blockchain sera plus prisé par les entreprises (Blockchain France, s.d.).

1.2.3.3. Blockchain de consortium

Également nommée blockchain fédérée, la blockchain de consortium est une sorte d'hybride car elle rassemble des caractéristiques distinctes des deux autres types précédemment mentionnés. La chaîne est privée mais le réseau sur lequel les membres travaillent est décentralisé c'est-à-dire que les nœuds ne sont pas définis par une seule entité mais par plusieurs. Cela signifie que les transactions peuvent provenir des membres mais également de personnes publiques. Cela implique que le réseau est partiellement décentralisé (Blockchain France, s.d.). Les membres ont principalement un objectif économique commun. De plus, on retrouve notamment ce type de blockchain dans les grosses chaînes d'approvisionnement (Shaun Aghili, 2022).

	Type de blockchain		
	Publique	Consortium	Privée
Accès (en général)	Permissionless Anonyme & Publique	Permissioned Identifié & Autorisé	Permissioned Identifié & Autorisé
Gestion	Décentralisée	Partagée au sein de plusieurs organisations	Centralisée
Exemple	Bitcoin, Ethereum, Dashcoin, Monero, Litecoin, Dogecoin ...	R3 (Banques), EWF (Energie), B3i (Assurance) ...	MONAX, Multi-chain ...
Sécurité, Consensus	Preuve de travail (PoW) Preuve de participation (PoS) Preuve de récupérabilité (PoR) Accord byzantin (BA) ...	Preuve d'autorité (PoA) Preuve de participation déléguée (DPoS) Tolérance aux fautes (<i>Practical BFT</i>)

Tableau 1 : Tableau comparatif entre les différents types de blockchain. (Dumas et al., 2022)

1.2.4. Modèles de consensus pour blockchains publiques

Dans cette partie le but principal sera d'expliquer les mécanismes de blockchains publiques notamment au niveau des modèles de consensus. La compréhension de ces modèles publiques est essentielle pour la compréhension des modèles privés (2.1.5.). Les deux modèles qui seront abordés sont la preuve de travail (*proof of work*) qui est le plus connu car ce modèle est utilisé pour la cryptomonnaie Bitcoin et le deuxième modèle est la preuve d'engagement (*proof of stake*) est également très réputé car utilisé pour la cryptomonnaie Ethereum.

Ces deux modèles ont été sélectionnés en partie sur base de leur popularité car c'est grâce à cela qu'elles sont plus développées et par conséquent davantage réputées.

1.2.4.1. Proof of work (PoW)

Le modèle de consensus *proof of work* est un modèle dans lequel nous allons retrouver des puzzles cryptographiques mathématiques qui devront être résolus afin d'ajouter des blocs à la chaîne de blocs. Ce processus peut également être appelé minage car le PoW est en fait la preuve du travail réalisé par le mineur pour résoudre ce puzzle. Une fois ce puzzle résolu, le premier mineur qui aura trouvé la solution, la donnera aux autres mineurs (qui sont eux-mêmes des nœuds du réseau) afin qu'ils vérifient l'exactitude. Une fois cette exactitude vérifiée, ce bloc sera horodaté et ajouté au registre des différents mineurs (BangBit Technologies, 2018).

Un exemple concret donné par Blockchain France, serait qu'une personne A voudrait donner 2 bitcoins à une personne B. La première étape serait de vérifier que la personne A possède effectivement ces 2 bitcoins, vu le fonctionnement de la blockchain, il est censé les avoirs reçus avant. Les personnes qui vont vérifier cela, sont les mineurs (cfr. Paragraphe précédent). Ces derniers vont remonter l'historique des transactions de la personne A afin d'en s'en assurer. Lors de cette analyse, ils vérifient soit qu'il ne les a pas déjà dépensés soit qu'il n'essaie pas de dépenser deux fois cet argent. Une fois tout cela établi selon les techniques afférentes au type de blockchain, cela résultera en un consensus des nœuds. Ce modèle est principalement utilisé pour le Bitcoin car il consiste à résoudre des problèmes algorithmes très lourds. Par la suite, le bloc est horodaté et ajouté à la chaîne et sera donc visible pour l'entièreté du réseau et la personne B recevra alors les deux bitcoins (Blockchain France, 2016).

Cette méthode est sécurisée car elle demande une dépense énergétique conséquente pour pouvoir résoudre les calculs ce qui signifie un investissement et pour qu'une attaque soit

efficace, l'attaquant doit avoir une puissance de calcul supérieure à tous les autres mineurs qui travaillent de manière honnête pour pouvoir faire accepter sa version de la chaîne aux différents nœuds. Dans le cas contraire, où ce mineur qui souhaite attaquer la chaîne de bloc échoue, sa tentative aura été réalisée en vain car le bon bloc sera tout de même ajouté à la chaîne (Bitstack, 2023).

1.2.4.2. Proof of stake (PoS)

Cette méthode est une alternative au PoW avec une même approche, c'est-à-dire une récompense pour la sécurisation de la blockchain. Le fonctionnement de cette méthode est relativement simple, les nœuds possèdent chacun une certaine quantité de cryptomonnaies qu'ils vont devoir bloquer ce qui est appelé *staking*. Le fait de bloquer une certaine somme va les rendre éligibles à la validation de transactions et donc va leur permettre de créer de nouveaux blocs (BangBit Technologies, 2018). On pourrait comparer cela à la loterie, au plus on possède de tokens (cryptomonnaies), au plus on a des chances d'être tiré au sort pour valider un bloc et recevoir une récompense (ICCI, 2021).

La différence avec le PoW est que c'est beaucoup moins énergivore car il ne faut pas mettre en place un matériel spécifique et complexe puisqu'il suffit de déterminer les règles pour devenir validateur et d'implémenter un logiciel. La seule chose qui reste à déterminer est son niveau de sécurité car en ce qui concerne le PoW, il faut énormément de ressources (matériel, électricité) donc pour attaquer, cette méthode est plus onéreuse. En théorie, pour pouvoir attaquer un système PoS, il faudrait avoir 51% des avoirs de cette cryptomonnaie pour l'attaquer. Cependant, cela aurait pour conséquence que la valeur de cette monnaie diminuerait considérablement en cas d'attaque puisque les détenteurs de cette monnaie la vendraient (Binance, 2018).

	Preuve de travail (PoW)	Preuve d'enjeu (PoS)
Qui peut miner/valider des blocs ?	Plus la puissance de calcul est élevée, plus la probabilité de miner un bloc est élevée.	Plus vous stakez de fonds, plus vous avez de chances de valider un nouveau bloc
Comment un bloc est-il miné/validé ?	Les esprits rivalisent pour résoudre des casse-têtes mathématiques complexes à l'aide de leurs ressources de calcul.	En général, l'algorithme détermine le vainqueur de manière aléatoire, en tenant compte du nombre de fonds stakés.
Équipement de minage	Matériel de minage professionnel, comme les ASIC, CPU et GPU	Tout ordinateur ou appareil mobile avec une connexion à Internet
Comment les récompenses sont-elles distribuées ?	La première personne à miner le bloc reçoit une récompense pour le bloc.	Les validateurs peuvent recevoir une part des frais de transaction du bloc qu'ils ont validé.
Comment le réseau est-il sécurisé ?	Plus le taux de hachage est important, plus le réseau est sécurisé.	Le staking verrouille la cryptomonnaie sur la blockchain pour sécuriser le réseau.

Tableau 2 : Tableau comparatif entre la Preuve de travail (PoW) et la Preuve d'enjeu (PoS).

(Binance, 2018)

1.2.5. Modèles de consensus pour blockchains privées

Dans cette partie, seront abordés les modèles de consensus utilisés dans les blockchains privées et consortiums. Ces modèles sont principalement utilisés par des entreprises qui souhaitent travailler dans des réseaux plus limités où, souvent, il y a une autorité centrale ou un comité central qui s'occupera de valider ou non les transactions et donc l'ajout de blocs à la blockchain. Deux modèles importants seront présentés, d'une part le *practical byzantine fault tolerance* et le modèle de preuve d'autorité (*proof of authority*). Ils représentent tous deux la majeure partie des modèles utilisés pour les blockchains privées.

1.2.5.1. Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)

Pour comprendre ce modèle de consensus, il faut revenir quelques années en arrière jusqu'en 1982 où deux chercheurs nommés Lamport, Shostak et Pease ont fait une étude sur le dilemme des généraux byzantins. Ce dilemme se déploya comme suit ; plusieurs généraux byzantins ont un objectif commun, celui d'attaquer une ville mais aucun général ne fait confiance aux autres ce qui crée un environnement hostile. Le but était d'avoir un consensus entre tous les généraux sur le fait de si oui ou non ils attaquent et sur la façon avec laquelle ils

comptent agir. Cette communication se fait par le moyen de messagers dans un milieu hostile où ils pourraient se faire capturer ou simplement se faire espionner. Quand bien même les généraux se mettaient d'accord, les chances restent élevées qu'il y ait un traître qui ne suivrait pas le plan que les autres généraux vont suivre. Pour que l'attaque soit réussie il faut qu'un minimum de généraux suivent réellement le plan pour que cela fonctionne (Shaun Aghili, 2023).

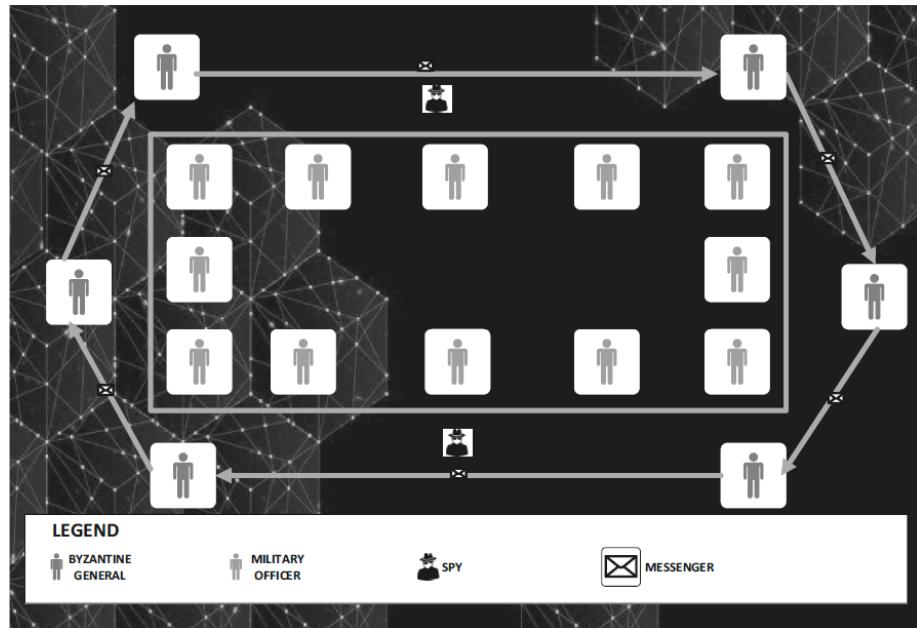


Figure 7 : Représentation du dilemme des généraux byzantins. (Shaun Aghili, 2023)

De cette théorie, est donc né le modèle BFT qui se base sur le fait qu'il y ait toujours la possibilité qu'un nœud (un général byzantin dans l'exemple cité) soit défaillant ou se tourne contre les autres nœuds dans le but de nuire. Pour pouvoir gérer ces fautes, il est nécessaire d'implémenter des couches supplémentaires de messages ce que l'on appelle **overhead**. On peut définir ce terme comme suit : « *Un overhead correspond à l'ensemble des données supplémentaires rajoutées en complément des informations utiles contenues dans le corps des messages afin de corriger les éventuelles erreurs de transmission* » (Godefroid Galas, 2020). Grâce à cet overhead un nouveau modèle est créé, celui du **Practical Byzantine Fault Tolerance** (PBFT), ce modèle permet d'arriver à un consensus malgré des défaillances au niveau de certains nœuds. Cela fonctionne sous le principe de nœud primaire et de nœuds secondaires, les nœuds secondaires vérifient les décisions prises par le nœud primaire et si celui-ci est compromis, ces nœuds secondaires nomment un nouveau nœud primaire. Cela fait en sorte que ce modèle reste efficace en tout temps sans se faire ralentir par un ou plusieurs nœuds qui pourraient poser des problèmes (Godefroid Galas, 2020).

Ce modèle est principalement utilisé dans des blockchains de consortium car si un membre du groupe pose un problème, l'entièreté du groupe ne sera pas pénalisée par celui-ci.

1.2.5.2. Proof of authority (PoA)

La preuve d'autorité ou proof of authority est un modèle de consensus également très répandu dans les blockchains privées et également au sein de certaines blockchains de consortium. Ce modèle se base sur le fait d'élire des validateurs dans le cas d'entités virtuelles ou d'autorités dans le cas d'entités physiques sur base de leur réputation. La PoA a été créé sur base du modèle proof of stake (PoS). Ces validateurs feront donc office de nœuds qui valideront ou non les transactions (Cryptoast, 2022).

Selon Dumas et al. (2022), on pourrait dire que ce système est paradoxal car ce ne sont que quelques entités qui auront le pouvoir de décision et donc de consensus. La raison pour cela est simple, le côté pragmatique est mis en avant car la seule étape nécessaire est de vérifier l'identité des entités présentes puisque celles-ci seront connues des utilisateurs de cette blockchain. L'étape de validation sera donc beaucoup plus rapide si l'on compare cela au système PoW qui est très demandant en ressources et en énergie. Ce modèle de consensus utilise également souvent la technologie des smart contacts (contrats intelligents) pour faciliter et optimiser davantage la rapidité du processus (Dumas et al., 2022).

Une faiblesse de ce système serait que si plusieurs membres validateurs avaient des idées malicieuses, cela pourrait compromettre toute la chaîne. Pour pallier cela dans certains modèles existants, il existe une règle qui stipule que si un membre se révélait être malicieux, celui-ci pourrait être révoqué de son statut de validateur par les autres membres (Natoli et al., 2019).

1.2.6. Concept de fork / scission

Le concept de fork est important à comprendre car il fait partie intégrante de la blockchain ainsi que des modèles de consensus. Un fork ou scission a lieu quand l'on souhaite apporter des modifications à la blockchain existante. Cela peut être une **fonctionnalité**, gérer des **risques de sécurité** ou encore **trancher un désaccord au sein de la communauté** au niveau de l'orientation de la cryptomonnaie (Coinbase, s.d.).

Cette modification est réalisée sur le *genesis block*, c'est-à-dire le premier bloc de la chaîne / bloc de référence. Dans le cas du Bitcoin, lors d'une scission, la chaîne qui sera utilisée sera la chaîne où le plus de travail est réalisé (minage). Dès lors, l'autre chaîne ne sera pas adoptée (Cryptoast, 2022).

Ce principe s'applique principalement dans les blockchains publiques car celles-ci sont ouvertes au public tandis que dans les blockchains privées, vu le nombre restreint de participants, un accord sera plus rapidement trouvé entre eux.

1.2.7. Smart contracts (contrats intelligents)

1.2.7.1. Définition et concepts clés

Les contrats intelligents jouent une partie majeure dans les blockchains notamment grâce à leur grande utilité et leur capacité d'amélioration de la vitesse des procédés. Pour expliquer plus concrètement de ce qu'il s'agit, voici une définition donnée par Primavera De Filippi (2018) : « *Un smart contract est un logiciel, une application de la blockchain. Comme on leur a donné l'appellation de « smart contracts », on a tendance à les assimiler à des contrats, mais ils n'ont pas en eux-mêmes d'autorité juridique. Lorsqu'un contrat juridique existe, le smart contract n'est qu'une application technique de ce contrat.* »

Un smart contract est dans la pratique, un logiciel informatique qui comprend une séquence d'instructions. L'utilisation d'un smart contract est très simple. Elle permet d'automatiser des procédés et notamment des échanges entre différents utilisateurs qui ne sont pas spécialement en confiance. C'est à ce moment-là que les smart contracts entrent en jeu. Si par exemple, quelqu'un souhaite transférer de l'argent pour obtenir un produit ou un service, rien ne certifie que la partie adverse accomplira ses obligations quant à cet échange. Le smart contract fera donc en sorte que lorsque certaines conditions sont remplies, l'échange aura lieu de manière automatique, sans l'intervention d'une quelconque partie (Primavera De Filippi, 2018).

Pour clarifier davantage le propos, selon IBM (s.d.), un contrat intelligent fonctionne en suivant des instructions très simples que l'on retrouve dans l'informatique de base par des formulations comme suit : si/quand... alors... qui se retrouvent dans le code du contrat. Les utilisations peuvent varier énormément. Cela peut aller d'un paiement automatique de factures, d'un salarié ou bien un transfert d'informations lorsque celles-ci sont complètes. Cela permet également d'assurer une sécurité car dans n'importe quel cas, si les termes sont respectés, les différentes parties liées à ce contrat ne pourront plus modifier les termes dès lors que la transaction aura eu lieu. Une liste d'instructions de grande envergure peut être rédigée si cela permet aux différentes parties d'être satisfaites et rassurées (IBM, s.d.).

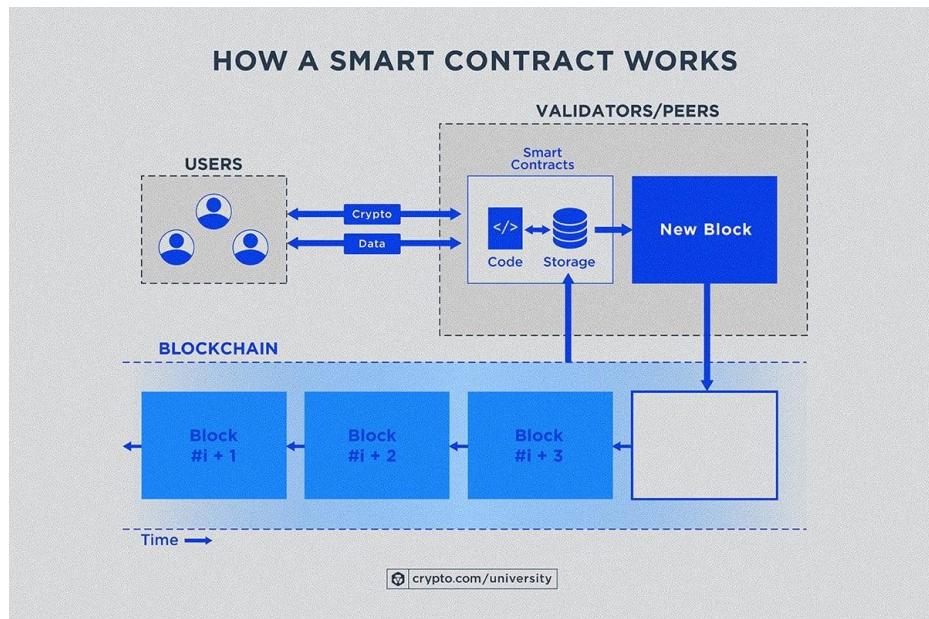


Figure 8 : Comment un contrat intelligent fonctionne. (Crypto, 2023)

Dans la figure ci-dessus (fig. 4), on observe directement le fonctionnement concret de ces contrats dans la blockchain. Les utilisateurs envoient soit de la cryptomonnaie ou des données, celles-ci sont analysées par le smart contract. Si les données correspondent aux instructions, elles sont stockées et envoyées dans un nouveau bloc. Ce nouveau bloc devra être validé par les validateurs (ou autres appellations en fonction du modèle de consensus) et sera ensuite envoyé dans la blockchain.

1.2.7.2. Avantages/forces des smart contracts

Il existe bon nombre d'avantages à utiliser les contrats intelligents, notamment la **rapidité**, **l'efficience** et **l'exactitude** car ceux-ci sont automatiques et réalisés seulement si les conditions sont rencontrées. C'est également un système digne de **confiance** et **transparent** car une fois le contrat rédigé et lancé, aucun tiers ne peut modifier les conditions et seules les parties au contrat peuvent voir les différentes transactions. Il y a également la **sécurité** primordiale au bon fonctionnement des contrats qui elle est, assurée par la blockchain elle-même. Un dernier avantage offert par IBM, est **les économies d'argent**, car il ne faut pas payer d'intermédiaire ni de frais liés aux transactions (IBM, s.d.).

1.2.7.3. Désavantages/risques des smart contracts

Comme énoncé dans la définition de Primavera de Filippi (section 2.1.6.), les contrats intelligents n'ont **aucune autorité juridique**. Ceux-ci ne sont que l'application d'un contrat. Par conséquent, la régulation du contrat doit comprendre toutes les applications possibles pour faire en sorte d'éviter tout problème aux parties.

Les contrats sont **immuables**, autrement dit, une fois qu'un contrat intelligent est lancé, il ne peut pas être ajusté ou modifié même s'il ne fonctionne pas comme prévu. En conséquence de cette immuabilité, cela rend les contrats vulnérables aux attaques si ceux-ci ne sont pas correctement codés. En effet, une simple faille dans le fonctionnement d'un contrat pourrait nuire fortement aux parties concernées (Crypto, 2023).

1.2.8. Blockchain wallets

Également appelé digital wallet ou encore portefeuille électronique/numérique, ces derniers font partie intégrante de la technologie blockchain. Une définition donnée par Gartner (s.d.) nous éclaire sur la notion en précisant qu', « *un portefeuille numérique est un lieu de stockage d'informations sécurisées nécessaires à l'authentification d'un utilisateur et au lancement d'un processus d'autorisation pour effectuer une transaction d'achat de biens et de services.* ».

Il s'agit dès lors d'un outil qui permet d'accéder aux tokens (signifiant les différentes devises des cryptomonnaies) de ses cryptomonnaies. Comme expliqué ultérieurement (cf. 2.1.2. Fonctionnement de la blockchain), pour accéder à son portefeuille il faut une clé privée, permettant de réaliser des transactions. Il est possible de gérer plusieurs comptes en banque car un utilisateur pourrait potentiellement avoir plusieurs identités virtuelles. Chaque compte en banque aurait donc son propre coffre pouvant lui-même être différent. En effet, un coffre peut contenir toute la cryptomonnaie en notre possession mais il est également possible d'avoir un coffre pour chaque cryptomonnaie différente que l'on possède. Cela entraînerait que l'on ait plusieurs coffres différents au lieu d'un seul. (Dumas et al., 2023).

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ces portefeuilles ne stockent pas les cryptomonnaies. Ils font office de preuve de possession de celles-ci grâce à la clé privée. Cette clé privée est liée à une clé publique ce qui crée un nœud dans la chaîne de blocs. Ceci crée une relation mathématique entre le portefeuille et la blockchain du fait que ce soit une paire de clés liées à la cryptographie asymétrique (ICCI, 2021).

1.2.8.1. Types de wallet

Il existe différents types de wallet qui permettront de gérer de différentes manières son portefeuille. Les clés privées étant très sensibles à cause de l'accès direct au portefeuille qu'elle offre et par conséquent plus de cryptomonnaies, il faut protéger celles-ci. Cela justifie la création de différentes formes de portefeuille. Trois critères vont les différencier, la **disponibilité, la sécurité et la facilité d'utilisation** (Dumas et al., 2023).

Wallets sous forme matérielle / cold storage wallet

Il s'agit du type de portefeuille le plus sécurisé, car comme son nom l'indique, il est sous forme physique. Ceci peut prendre la forme d'une clé USB mais qui dans ce cas-ci, n'en est fonctionnellement pas une. Une fois connectée à l'ordinateur, on peut facilement gérer ce qu'il y a sur notre portefeuille. En ce qui concerne les trois critères, la sécurité est le point fort car ce wallet n'est pas connecté à internet. En effet, il est seulement relié à l'ordinateur en cas d'utilisation ce qui en fait le moyen le plus sécurisé. La facilité d'utilisation en est également une caractéristique puisqu'il suffit de connecter la clé à l'ordinateur. Pour ce qui est de la disponibilité, il est cependant nécessaire d'avoir la clé sur soi (Dumas et al., 2023).

L'accès au portefeuille se fait à l'aide d'un code de plusieurs chiffres sélectionnés par le propriétaire. En cas de perte, il faut écrire une phrase de récupération précise qui est donnée à la création du portefeuille (N26, 2021). Pour la sécurité de l'utilisateur, il est conseillé de noter cette phrase sur une feuille et que celle-ci ne soit présente sur aucun appareil électronique (téléphone, ordinateur) car il y a une possibilité de vol si l'un des appareils est infecté (par des logiciels espions ou autres). Si cette phrase est perdue ainsi que la clé USB, dans ce cas-là, les cryptomonnaies ne seront pas récupérables (Cointelegraph, 2022)

Pour résumer, le cold storage wallet est le moyen le plus sécurisé mais en cas de perte de la clé USB et de la phrase de récupération, la totalité du portefeuille sera perdue. Cela peut représenter un risque conséquent.

Wallet sous forme numérique

Ce type de wallet prend la forme d'un logiciel que l'on va installer soit sur un ordinateur soit sur une tablette ou encore sur son téléphone portable. L'accès se fait à l'aide d'un code choisi par l'utilisateur (N26, 2021).

La facilité d'usage et d'accès sont donc les points clés de ce type de portefeuille mais la sécurité y est moindre car la clé privée se retrouve stockée sur un appareil qui pourrait se faire pirater. Et comme dans le cas de cold storage wallet, en cas de perte de la clé privée, le portefeuille est compromis.

Wallet hébergé / dématérialiser sur le cloud

Ce dernier type de wallet est semblable au wallet sous forme numérique mais dans ce cas-ci, l'accès se fait par un portail web qui est accessible par les mêmes moyens (Dumas et al., 2023).

La facilité d'usage et l'accès sont plus simples que pour le wallet sous forme numérique car une fois connecté, nous pouvons directement marchander. Le gros inconvénient de ce portefeuille est qu'il est encore plus exposé aux risques de piratage mais également au site web lui-même. Cela s'est produit il y a quelques années, en 2014. La société Mtgox avait détourné 650 000 bitcoins qui étaient présents sur leur site (Dumas et al., 2023).

Type	Stockage des clefs	Sécurité	Exemple	#devises	Version mobile
Matériel	local (support physique)	+++	Ledger Nano S	ledgerwallet.com	27
			KeepKey	keepkey.com	7
			Trezor	trezor.io	8
Logiciel	local	+	Bither	bither.net	1
			Copay	copay.io	150
			Electrum	electrum.org	1
			Exodus	exodus.io	30
			Jaxx	jaxx.io	60
Cloud	distant	-	Blockchain.info	blockchain.info	2
			Coinbase	coinbase.com	3
			Kraken	kraken.com	1
			Bittrex	bittrex.com	190

Tableau 3 : Liste des principaux portefeuilles électroniques disponibles. (Dumas et al. 2023)

Nous pouvons dès lors observer que la facilité d'accès est un avantage non négligeable mais qui possède lui-même ses propres limites puisqu'il entraîne une plus grande exposition quant à des piratages potentiels.

1.2.9. Point de vue réglementaire Belge / Européen sur la blockchain

Point de vue belge

Il n'y a pour l'instant, presque aucune réglementation spécifique quant à la blockchain en Belgique. Il existe un arrêté royal publié au moniteur belge en date du 17 mars 2023 parlant de la publicité qui est la suivante : « *Le présent règlement établit certaines obligations à respecter en ce qui concerne les publicités diffusées auprès des consommateurs lors de la commercialisation, à titre d'activité professionnelle habituelle ou à titre occasionnel contre rémunération, de monnaies virtuelles en Belgique.* » (FSMA, 2023). Cet arrêté vise à réguler

les publicités quant aux cryptomonnaies pour prévenir le consommateur des risques liés à l'investissement dans celles-ci. L'arrêté parle notamment de la volatilité et qu'il n'y a également pas de mécanisme légal quant aux cryptomonnaies.

La FSMA (Financial Services and Markets Authority) publie depuis 2014 différentes communications quant aux cryptomonnaies en les liant aux publications existantes qui sont également d'application pour les crypto-actifs. De plus, la FSMA travaille dans le cadre de la protection de la fraude dans les cryptomonnaies en répertoriant les différents sites potentiellement malveillants (ICCI, 2021).

[Point de vue Européen](#)

Comme pour la Belgique, il n'y a pour l'instant que très peu de réglementations en vigueur mais nous pouvons observer un bon nombre de propositions diverses quant à la régulation de la blockchain et des cryptomonnaies. Une de ces propositions est un euro numérique, la BCE (Banque Centrale Européenne) et la Commission Européenne examinent la possibilité de l'introduction de celle-ci au niveau juridique, politique et technique. Un autre point est la proposition de nouvelle législation sur les crypto-actifs. Ces derniers sont pour l'instant éligibles comme instrument financier et sont donc soumis aux directives sur les marchés d'instruments financiers. Ils se rendent compte que ces législations ne sont pas adéquates à ce marché qui présentent ses propres spécificités. Cela pourrait entraver l'innovation et l'expansion. De ce fait, la Commission a proposé un nouveau cadre spécifique qui remplacerait toutes les autres règles de l'UE et nationales. (Commission Européenne, 2022).

D'un point de vue fiscal, il y a à l'heure actuelle un projet nommé « DAC 8 » qui envisage les implications en matière fiscale. C'est une initiative de la part de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) et de la Commission européenne qui aspire à une réflexion internationale sur le sujet. Ce projet a pour but d'adapter au plus possible les règles existantes aux crypto-actifs, d'expliquer la logique sous le régime fiscal applicable et de prévoir des règles de mise en conformité des acteurs (Louvel-Loréal et al., 2021).

[Point de vue global](#)

Nous pouvons nous apercevoir que les réglementations ont peine à suivre le rythme évolutif de la technologie qu'entraîne les cryptomonnaies. Pour le peu qui existe, elles ont le mérite d'avoir été adoptées et que d'autres sont en cours d'adoption/adaptation.

Ce retard en termes de développement législatif permet une plus grande liberté d'action pour les acteurs mais cela se contrebalance évidemment par un manque de protection des utilisateurs. C'est pourquoi nous devons envisager quelles sont les forces et faiblesses de cette technologie.

1.2.10. Forces et faiblesses de cette technologie

A présent que tous les concepts et termes clés ont été expliqués, cette partie va réaliser une analyse des forces, faiblesses ainsi que les défis que présente la technologie derrière la cryptomonnaie. Cet état des lieux est crucial car il permet de résumer l'intérêt global d'utiliser cette technologie, de donner des perspectives d'avenir (défis) ainsi que certaines faiblesses que cette technologie peut présenter.

1.2.10.1. Forces de la blockchain

Il est évident que si la technologie blockchain n'avait pas de points de forces, celle-ci ne serait pas utilisée. Après l'explication de son fonctionnement de ses différents mécanismes et de ses utilisations possibles, certaines caractéristiques ressortent très rapidement tel que la sécurité à différents niveaux. Nous pouvons notamment énoncer les différents types de blockchain ainsi que les différents modèles de consensus, les types de portefeuille et pour finir les smart contracts.

La sécurité

La sécurité de la blockchain se fait comme dit précédemment à différents niveaux mais à la racine même se trouve la cryptographie asymétrique avec le système de clés qui lui-même est très difficile à détourner/attaquer. Le fait de devoir valider chaque bloc (en fonction du type de consensus) rajoute également un niveau supplémentaire de sécurité et réduit par conséquent le risque d'attaques. Les nœuds jouent donc un rôle extrêmement important au niveau de la sécurité globale de la chaîne (Elommal et Manita, 2022).

Le fait que cette chaîne soit décentralisée, impliquant un réseau de pair à pair rajoute également une sécurité car ce n'est pas une autorité centrale qui gère le flux de données. Par conséquent, un seul utilisateur ne peut pas corrompre la chaîne car il est nécessaire d'obtenir un consensus parmi les participants. Les réseaux blockchains peuvent varier en fonction de leur type. Il est par conséquent primordial pour une entreprise de choisir le type de blockchain qui convient au mieux aux besoins de celle-ci. Il faut donc une bonne compréhension de comment chaque type de blockchain fonctionne et faire le choix adéquat entre une blockchain privée/publique et avec ou sans permission (IBM, s.d.).

La confidentialité

La confidentialité ou les données personnelles sont un enjeu majeur à l'ère de la digitalisation, notamment au vu des vols de données ou encore des fuites de données comme récemment Facebook où 533 millions d'utilisateurs se seraient vu potentiellement voler leurs données (Ouest France, 2021).

Comme expliqué sur le site officiel du gouvernement français (2023), il faut de nos jours, si l'on compte utiliser des données d'utilisateurs, se rapporter aux règles RGPD (Règlement Général de Protection des Données) et suivre celles-ci à la lettre sous faute d'amende conséquente (Economie.gouv.fr, 2023).

Dans une blockchain publique, tout est anonymisé ce qui fait que l'identité de l'utilisateur est protégée par le pseudonyme choisi (Gokoglan et al., 2022).

Les données personnelles de chaque utilisateur sont donc entre leurs propres mains car il n'y a pas d'autorité centrale pour collecter ces données et d'ensuite les stocker. Le système de cryptographie certifie également cette confidentialité car pour obtenir l'identité de quelqu'un, il faut sa clé publique ainsi que sa clé privée (Mougaray, 2016).

Comme vu dans le point sur les portefeuilles (2.1.8.), les utilisateurs choisissent eux-mêmes comment stocker leurs données ainsi que leurs clés personnelles.

La transparence

La transparence est une force indéniable pour plusieurs raisons, la première étant que tout le monde y a accès quand il s'agit d'une chaîne publique et pour une chaîne privée, les membres autorisés. Tout le monde peut donc observer les informations présentes ainsi que toutes les transactions effectuées. Une fois le bloc validé, celui-ci ne peut être falsifié ou encore modifié. Cela signifie qu'il ne faut par conséquent pas revérifier les informations présentes. Ce point n'est donc pas négligeable notamment si la blockchain est utilisée dans un secteur où les données présentes sont sensibles ou dangereuses en cas de falsification comme dans par exemple, le secteur de la santé. Cette immuabilité est un facteur qui peut permettre de pouvoir se fier aux données présentes sur la chaîne. (Leloup, 2017)

La traçabilité

Une fois que l'on a compris le fonctionnement de la blockchain, il va de soi que la traçabilité des opérations effectuées est très simple car les blocs ne peuvent pas être modifiés une fois validés. Pour obtenir une information ou une transaction, il est nécessaire d'avoir l'accès pour ensuite tracer ce que l'on souhaite trouver. De plus, vu que la blockchain est sauvegardée auprès de chaque nœud, il est donc facile d'y avoir accès (Elommal et Marrita, 2022).

Cette traçabilité est également régulée par la norme ISO 8402 : « *La capacité de tracer l'historique, l'application ou la localisation d'une entité au moyen d'identifications enregistrées* ». (Forcam, 2020)

Cette force est également un atout majeur lors d'un audit car cela permet pour l'entreprise d'audit et pour l'entreprise auditee de gagner du temps et de minimiser les frais (ICCI, 2021), c'est-à-dire une véritable optimisation de l'audit.

1.2.10.2. Faiblesses de la blockchain

Évolutivité limitée

Une faiblesse de la blockchain est son évolutivité, c'est-à-dire son aptitude à gérer un nombre de transactions. Dans une blockchain publique où les mineurs doivent résoudre des calculs complexes dans le cas du système de consensus Proof of Work (2.1.4.1.), le temps de résolution peut différer et donc ralentir la vitesse des transactions sur la chaîne. Cela renforce la septicité des utilisateurs qui sont contre les cryptomonnaies car si l'on compare la vitesse de transaction entre par exemple le Bitcoin et Visa, pour le Bitcoin cela peut durer de 10 minutes tandis que Visa peut gérer plus de 1700 transactions en une seconde (Rees, 2022)

Dans le cas d'une blockchain privée où le nombre de validateurs est restreint ce problème est beaucoup moins présent et donc des milliers de transactions peuvent avoir lieu par seconde. Une blockchain privée a une beaucoup plus grande possibilité d'évolutivité comparée à la blockchain publique car seulement quelques nœuds sont autorisés et responsables de gérer les données ainsi que les transactions. Le processus de décision est donc beaucoup plus rapide et cela pallie les contrats intelligents, permet une encore plus grande rapidité en général (Selfkey, 2020).

La sécurité

Dans une blockchain publique, dans les deux consensus vus précédemment, il faut être sûr qu'il n'y a pas de possibilité que quelqu'un contrôle plus de 50% soit de la puissance de calcul soit 50% de la valeur de la cryptomonnaie. Dans le cas contraire, cet utilisateur ou ce groupe d'utilisateurs contrôlera donc exclusivement la validation ou non des blocs puisqu'en ayant la majorité, le contrôle lui appartient. Cela peut être dangereux dans le sens où si l'utilisateur est mal intentionné, il pourrait corrompre toute la chaîne ou créer de sérieux dégâts (Rayna, 2019).

Les risques d'hameçonnage (phishing) sont également très présents, les possesseurs de portefeuilles sont susceptibles de recevoir des mails ou autres formes de communication leur

demandant leurs informations de connexion sous forme de faux hyperliens redirigeant vers des sites web malveillants (IBM, s.d.)

Blanchiment d'argent

La blockchain étant totalement anonyme, les possibilités de blanchiment d'argent sont multiples. Une personne lambda peut passer par un ou plusieurs intermédiaires afin d'acheter des cryptomonnaies grâce à de l'argent produit de manière illégale. Une méthode réputée est de fragmenter le montant à transférer et donc de blanchir cet argent en plus petites portions de manière irrégulière et entre plusieurs personnes différentes pour qu'à la fin elles arrivent à destination en s'additionnant. Cette technique est utilisée sur le Dark Web (version d'internet illégale) avec la page nommée « Easy Coin » (Serhrouchni, 2022).

1.3. Chapitre 3 – L'utilisation de la technologie blockchain lors d'un audit légal financier externe

1.3.1. Les avantages de la blockchain lors de l'audit

Ce point sera subdivisé en plusieurs sous points pour permettre une compréhension plus fluide des différents aspects qui seront abordés. Il faut toutefois tenir en compte que tous ces différents aspects sont liés entre eux d'une façon ou d'une autre et qu'ils forment un ensemble.

1.3.1.1. L'automatisation

L'automatisation est un réel avantage de manière générale, selon Forstra (s.d.), « *les avantages de l'automatisation sont les suivants : réduction des coûts, productivité, disponibilité, fiabilité et performances* ». L'automatisation est par conséquent un facteur d'efficacité car si l'on se fie à la définition du dictionnaire Le Robert (s.d.), l'efficacité est la « *capacité de produire le maximum de résultats avec le minimum d'effort, de dépense* ». Cet aspect d'automatisation est réalisable dans le cadre de la blockchain pour diverses raisons.

[**Les smart contracts et l'audit continu**](#)

Les smart contracts sont à la racine même des possibilités d'automatisation de la blockchain. En effet, ces contrats intelligents comme expliqué au chapitre de la blockchain, sont en fait une suite de SI-ALORS, c'est-à-dire que lorsque différents critères sont respectés, une réponse est produite par le contrat. Sachant que lors d'un audit externe, énormément de paramètres sont vérifiés sur cette base comme les transactions, les stocks ou encore d'autres paramètres plus précis, une suite de procédures automatisées pourrait être mise en place dans le but d'optimiser le processus d'audit complet. Celles-ci sont appelées procédures d'audit intelligentes. (Rozario et Vasarhelyi, 2018)

Plusieurs auteurs et notamment le cabinet Deloitte se rejoignent quant au fait que les smart contracts pourraient représenter une plus-value non négligeable lors du processus d'audit. Deloitte (2017) met principalement l'accent sur la possibilité de réaliser des routines d'audit automatisées qui auraient lieu lors de chaque audit quand la blockchain est impliquée. De plus, le concept d'audit continu revient énormément aussi car grâce aux smart contracts, une fois mis en place, ils performeront une vérification continue de tous les paramètres souhaités.

Cet aspect d'automatisation octroie par conséquent une optimisation des coûts car si une grande partie des processus sont automatisés, la main d'œuvre sera moindre. En outre selon l'ICCI (2021), cette automatisation des processus dit chronophages, réduirait les coûts certes d'une part du cabinet d'audit mais également de l'autre part du client audité. Le temps de l'audit intégral se verrait globalement réduit. Avec tout ce temps gagné, les auditeurs pourront consacrer une durée plus importante dans les domaines à risques. Ces mêmes automatisations rédigeront des rapports de manière beaucoup plus fréquente ce qui permettra une vision en temps réel des états financiers de l'entité.

Un autre facteur cité par Deloitte et CPA (2017) est l'impact sur l'évaluation des risques. En effet cette automatisation a la possibilité d'englober par exemple, toutes les transactions d'une entreprise. Cela aura donc une incidence directe sur le risque se verra diminué. Comme vu auparavant lors du point sur l'évaluation du risque, le niveau de procédures à effectuer était situé en fonction du risque inhérent. Ce risque de non-détection diminuera de manière conséquente ce qui aura une incidence sur le risque plus global d'audit.

Selon Desplebin et al. (2019), ce n'est pas seulement l'auditeur externe qui sera impacté de manière positive mais également les entités elles-mêmes d'un point de vue interne. En effet, ces smart contracts peuvent automatiser un bon nombre de processus comme les opérations récurrentes avec des fournisseurs mais aussi avec des clients. Les informations financières seront également impactées par le fait que celles-ci auront un délai de production moindre grâce à la blockchain. Rozario et Vasarhelyi (2018) ajoutent que les smart contracts ont la possibilité de vérifier le modèle de consensus utilisé dans la blockchain et de vérifier qu'il n'y ait pas de failles. De surcroît, ces smart contracts peuvent détecter quelconques anomalies en interne, que ça soit dans la gestion ou dans les participants de la blockchain. Il s'agit là de facteurs qui ont la possibilité d'être remontés directement vers les principaux concernés.

1.3.1.2. La sécurité

Les données une fois ajoutées à la blockchain sont immuables et infalsifiables. Cela implique qu'une fois ces données rentrées dans le système, celles-ci ne pourront plus être modifiées et donc ne pourront pas être falsifiées. (Dimitri Lhoste, 2018)

Selon Deloitte (2017), en ayant la certitude que ces informations sont fiables, les transactions pourront de manière générale plus facilement être vérifiées de manière vérifiable, efficace et permanente.

Desplebin et al. (2019) ajoutent qu'il est possible de définir un degré de transparence. Cela dépendra bien évidemment du modèle et type de blockchain choisie. Que ce soit grâce aux clés publiques et aux clés privées, les personnes gérant la blockchain auront en outre un contrôle sur l'accès aux informations figurant sur la blockchain mais aussi du niveau de

confidentialité des informations présentes sur celle-ci. Ce sont ces mêmes gérants qui pourront définir qui aura la responsabilité de définir qui aura les droits d'ajouter ou non des transactions sur cette blockchain. Il est donc de la responsabilité totale de l'entreprise de gérer l'accès aux informations présentes sur la blockchain mais aussi de qui pourra en gérer les transactions ou les informations.

1.3.1.3. Les informations

Il est important de noter que dans une blockchain non seulement les transactions peuvent être enregistrées mais également toute une série d'autres informations. Ces dernières informations peuvent notamment servir de documentation, de support comme par exemple, pour des contrats, des données importantes, des factures, etc. (CPA/Deloitte, 2017)

Deloitte (2017), rajoute à cela que le fait de ne pas devoir demander des confirmations à quelconques tiers permet de gagner énormément de temps dans le processus global d'audit. Le fait que la blockchain fasse office de grand livre ouvert et transparent permet de livrer les informations que l'auditeur juge nécessaires à la réalisation de l'audit rend le processus plus fluide. En outre, Desplebin et al. (2019) rajoute à cela que puisqu'il s'agit d'un grand livre transparent, cela facilitera le contrôle de celui-ci mais parallèlement à cela la fraude fiscale sera plus aisément détectable. L'assertion d'existence pourra rapidement être vérifiée surtout en utilisant d'autres technologies comme par exemple l'IoT (Internet of things) qui donnera une position en temps réel des biens connectés à internet. (Rozario et Vasarhelyi, 2018)

Le journal international de la recherche comptable digitale (2018) ajoute que des analyses plus poussées pourront être faites sur base des informations disponibles sur la blockchain, plus particulièrement des prédictions.

1.3.2. Les défis de l'utilisation de la blockchain

Il y a une bonne raison pour que la blockchain ne soit pas encore démocratisée, il reste encore beaucoup d'incertitudes qui font en sorte que celle-ci ne soit pas encore utilisée partout et par tout un chacun.

1.3.2.1. La sécurité

La sécurité est une force mais peut rapidement devenir une faiblesse pour la blockchain. En effet, celle-ci n'est jamais à l'abris d'une attaque externe mais également interne. Les pirates

informatiques représentent une réelle menace pour les entités utilisant la blockchain comme logiciel comptable mais à même échelle, les attaques en interne représentent une tout aussi grande menace. Selon Deloitte (2017), la fraude, les vulnérabilités logicielles et les utilisateurs représentent toutes un risque. Les vulnérabilités logicielles ont le potentiel d'être de simples portes ouvertes pour toute personne ayant accès à la blockchain pour essayer d'y commettre de la fraude. Ces failles peuvent être au niveau de la blockchain ou des portefeuilles virtuels, si ceux-ci ne sont pas sécurisés, ils représentent un risque supplémentaire. Les attaques de phishing ou tout autre attaque récurrente est un risque en plus à prendre en compte notamment pour les auditeurs externes.

L'implémentation d'un contrôle interne informatique est jugé nécessaire par Deloitte (2017) ainsi que des formations quant à la sécurité pour le personnel utilisant cette technologie.

1.3.2.2. Les normes

Les normes actuelles ne sont pas spécialement adaptées à la technologie de la blockchain et cela demeure un défi de taille quant à l'audit à travers celle-ci. Selon Selg (2022), il faut adapter l'audit de la blockchain en fonction des normes existantes mais ces normes varient et tendent de plus en plus vers une adaptation digitale. Une question qui est revenue également dans l'ouvrage de Rozario et Vasarhelyi (2018) est de savoir si les automatisations et procédures automatiques qui pourraient être mises en place, suivent les réglementations et les normes en vigueur.

1.3.2.3. La formation / le jugement

La formation et le jugement professionnel d'un auditeur sont deux concepts qui vont de pair. Selon l'ICCI (2021), la formation et le développement continu des auditeurs devient et devra devenir une majeure priorité urgente pour tous les cabinets d'audit dans le futur. Les cabinets d'audit devront s'adapter aux nouvelles technologies pour se diversifier dans leur approche avec le client. Le scepticisme professionnel sera d'ailleurs beaucoup plus mis à l'épreuve car il y aura une multitude de facteurs supplémentaires à prendre en compte et à évaluer. Cela ne rendra que la tâche d'audit davantage complexe. (ICCI, 2021)

Selon Desplebin et al. (2019), concernant d'une part l'automatisation, l'auditeur doit dans le cadre de son utilisation, pouvoir faire preuve de jugement malgré les tâches automatisées. Toute tâche même automatisée, devra être revue pour rajouter un niveau d'assurance supplémentaire car nous ne sommes jamais à l'abri d'une défaillance technique ou informatique dans les processus automatisés. En outre, ils mentionnent que toute action

humaine sur un logiciel informatique devra être contrôlé, une erreur d'encodage ou autre devra être prise en compte lors du processus de planification. (Desplebin et al., 2019)

1.3.3. Aspects généraux

1.3.3.1. Collaboration entre auditeur externe et auditeur IT

Il est souvent ressorti dans les différents ouvrages qu'une formation sera nécessaire pour les auditeurs quant aux nouvelles technologies comme la blockchain mais aussi d'autres technologies comme l'analyse des données, le big data, l'IoT,...

De plus, tout ce qui touche directement à la blockchain, notamment ses mécanismes, son fonctionnement théorique mais également pratique. Deloitte (2017) propose pour pallier ce problème dans un premier temps une collaboration entre l'auditeur externe et un auditeur IT.

Un auditeur IT ou qui réalise un audit informatique possède plusieurs rôles et doit réaliser différentes tâches sur divers aspects de l'entité touchant à l'informatique. L'audit informatique est notamment un état des lieux de l'informatique, soit en partie soit de l'intégralité. Le but tout comme l'auditeur externe le fait est d'analyser et d'évaluer les risques. Son principal objectif est de voir s'il pourrait rédiger des recommandations quant au système informatique sur différents points : (Nowteam, 2023)

- La sécurité du réseau informatique
- La protection des données, notamment en ce qui concerne les RGPD (règlement général sur la protection des données)
- Si le système informatique est conforme aux lois en vigueur
- L'efficacité du système informatique
- Le budget

Selon Deloitte (2017), cette collaboration se ferait en un premier temps par l'auditeur IT qui évaluera les risques quant à la blockchain et ensuite sur cette base, l'auditeur externe pourra à son tour évaluer les risques en tenant compte des risques perçus par l'auditeur IT.

1.3.3.2. Nouveaux rôles pouvant émerger

De nouveaux rôles peuvent potentiellement émerger grâce à la blockchain et son utilisation dans le secteur privé. Ces rôles pourront être pris en partie par les auditeurs mais ensemble ont le potentiel de créer des métiers à part entière. Desplebin et al. (2019) cite quelques-uns de ces rôles :

- La certification des smart contracts
- La création ainsi que la commercialisation de smart contracts
- La certification d'une blockchain
- L'administration complète de la blockchain

Ils rajoutent également que non seulement une collaboration entre auditeurs sera nécessaire mais également pour les comptables avec des développeurs informatiques pour gérer la comptabilité sur une blockchain.

L'ICCI (2021) ajoute que certes de nouveaux rôles seront créés mais d'autres types d'audit suivront ces rôles notamment :

- L'audit de l'environnement de la blockchain
- L'audit des smart contracts
- L'audit des forks

Ces différents audits feront partie intégrante du processus d'audit soit de l'auditeur IT soit de l'auditeur externe qui devra acquérir ces connaissances au cours de formations continues proposées par l'IRE.

1.4. Conclusion préliminaire

Dans cette première conclusion préliminaire le but sera de reprendre les éléments principaux qui ont été cités dans la partie « revue de littérature ». Cette revue de littérature a été subdivisée en trois parties distinctes, l'audit financier externe, la technologie de la blockchain et en dernière section, l'utilisation de la technologie de la blockchain dans le processus d'audit financier externe.

Dans la partie audit externe, beaucoup de notions ont été vues dont le but principal était d'expliquer de manière concise et synthétique les concepts importants et nécessaires dans la compréhension de ce mémoire. La deuxième partie sur la blockchain a été rédigée dans le même but que la partie d'audit externe mais dans une continuité voulue s'étendre sur le sujet principal qui est l'utilisation de cette même technologie dans le processus d'audit.

Comme l'explique KPMG (2015), l'audit est en perpétuelle évolution au niveau technologique notamment avec l'analyse des données et l'apparition d'outils beaucoup plus performants et précis qu'auparavant. La blockchain est également une évolution vers laquelle l'audit pourrait se tourner.

Nous avons vu une multitude d'avantages mais également de défis que la coopération entre ces deux concepts pourrait rencontrer. La question principale reste à savoir si ces avantages sont suffisamment considérables et attractifs que pour y accorder d'une part un budget conséquent pour la formation mais aussi pour l'implémentation de celle-ci dans le secteur privé. D'autre part les défis sont encore très conséquents, la sécurité, dans le cas de l'utilisation actuelle de la blockchain avec les cryptomonnaies, le système étant anonymisé sous forme de pseudonymes et autres formes d'anonymat, une entité privée n'est pas couverte par cela. Cela signifie que si cette entité se voit être attaquée par des cybercriminels, les données si elles ne sont pas suffisamment sécurisées pourraient représenter une menace extrêmement conséquente et pourrait avoir par la suite avec des conséquences considérables.

L'automatisation est un enjeu majeur dans le secteur de l'audit financier. Cela aurait un impact sur la manière de réaliser l'audit mais aussi sur l'évaluation des risques. La technologie des contrats intelligents possède presque une infinité de possibilités comme nous avons pu le voir dans le chapitre sur la blockchain mais aussi dans le chapitre appliquant ce concept dans le processus d'audit.

Cette automatisation a comme potentiel de réaliser de l'audit continu ou encore audit en temps réel ce qui est une réelle avancée dans l'audit notamment quant au fait qu'il pourrait être réalisé tout au long de l'année et non sur une période distincte. Cela permettrait de voir en temps réel tout ce qu'il se passe dans l'entité mais également d'observer et d'évaluer les différents risques ainsi que leur évolution au cours de cette année comptable là.

Cela représente un avantage conséquent car dans l'audit dit conventionnel, nous avons un aperçu seulement sur un moment donné dans le passé ce qui pourrait signifier que nous passons potentiellement au-dessus de divers problèmes dans ce laps de temps. (Alteryx, 2022)

C'est à partir de ces différentes observations et de ces différents concepts que nous pouvons réaliser une enquête qualitative tout en insérant des bases de données existantes et exprimant le point de vue d'experts sur le sujet.

2. Partie II : Question de recherche et hypothèses

A présent que les concepts théoriques ont été développés et expliqués dans le contexte de ce mémoire, nous pouvons entamer la suite qui est à proprement parler la question de recherche ainsi que les hypothèses quant à la revue de littérature. Nous avons établi les concepts clés de l'audit externe ainsi que de la technologie blockchain qui dans ce contexte-ci se rejoignent dans le but d'analyser l'application de ces derniers ensembles. Nous avons notamment vu différents aspects, notamment les avantages et défis de la blockchain mais aussi les avantages et les défis de la blockchain dans l'audit d'un point de vue purement théorique.

A partir de cela, il est important de vérifier ces différentes informations auprès des utilisateurs d'une part dans les entités et d'autre part dans les cabinets d'audit. Ce concept étant encore relativement théorique et au stade expérimental, il faudra donc se pencher vers des personnes ayant des connaissances sur le sujet.

Le fait de comprendre et de percevoir l'avis d'experts en la matière permettra à ce mémoire d'obtenir une pertinence beaucoup plus poussée que si celui-ci avait été purement théorique. Pour améliorer d'avantage cette richesse, différentes hypothèses ont émergées quant aux recherches réalisées et leurs résultats. Plusieurs hypothèses ont été rédigées dans le but d'observer de quelle manière la blockchain pourrait-être utilisée dans le processus d'audit mais également voir si cette utilisation est réaliste ou utopique.

Dans le tableau suivant nous retrouverons une synthèse de la question de recherche ainsi que les différentes hypothèses :

Question de recherche	<p>« Dans quelle mesure la technologie de la blockchain peut-elle être utilisée de manière efficace dans le processus d'audit financier externe ? »</p>
Hypothèses	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hypothèse 1: L'automatisation au travers des contrats intelligents est la raison principale justifiant que cette technologie pourrait être efficace dans le processus d'audit financier. ➤ Hypothèse 2: Les normes d'audit ne sont pas adaptées quant à cette technologie dans le processus d'audit. ➤ Hypothèse 3 : La sécurité de la blockchain est à la fois une justification que le processus d'audit est plus efficace et qu'elle possède le potentiel d'être un réel avantage mais qui ne se suffit pas à elle-même puisqu'elle peut également impliquer des risques . ➤ Hypothèse 4 : La profession d'audit va énormément changer et risque d'être plus exigeante vis-à-vis des personnes voulant exercer ce métier. ➤ Hypothèse 5 : Une collaboration entre l'auditeur financier externe et un auditeur IT est partiellement voire totalement obligatoire afin de pouvoir auditer une entité utilisant la blockchain comme moyen comptable.

Tableau 4 : Tableau résumant la question de recherche ainsi que les hypothèses qui s'y rapportent.

3. Méthodologie, enquête et analyse des résultats

3.1. Méthodologie de l'étude qualitative exploratoire

Dans le cadre de ce mémoire, une étude qualitative exploratoire a été réalisée dans le but d'obtenir des informations sur la problématique suivante : « Dans quelle mesure la technologie de la blockchain peut-elle être utilisée de manière efficace dans le processus d'audit financier externe ? ».

Pour obtenir ces diverses informations dans un premier temps une revue de littérature a été réalisée afin de voir la tendance actuelle sur le sujet. Pour affirmer ou infirmer ensuite les informations qui ont été trouvées, une étude exploratoire qualitative a été réalisée afin de mettre en lumière le point de vue d'experts ou de personnes concernées directement par le sujet dans le but de pouvoir situer cette thématique dans l'avancée des processus d'audit actuels.

Une étude exploratoire qualitative est la « collecte d'informations initiale et recherche préliminaire permettant de définir les techniques, outils et méthodes d'investigation les plus adéquates pour répondre à la problématique posée ». (E-marketing, s.d.)

La finalité recherchée de cette étude est d'avoir une idée du stade d'avancement de l'implémentation de cette technologie mais aussi la façon avec laquelle celle-ci pourrait être utilisée efficacement dans le processus d'audit externe.

3.1.1. Etude comparative

D'autres études similaires ont été effectuées dans le même contexte que ce mémoire. Ces dernières seront mises en parallèle avec les résultats de notre étude qualitative. Les différents points de vue seront confrontés dans l'objectif d'obtenir une idée plus concise qui reprend les idées et positions des différents intervenants. Comme l'explique Goodrick Delwyn (2014), les études de cas comparatives consistent en différents aspects notamment l'analyse et la synthétisation des points communs mais aussi des tendances et différences entre plusieurs cas qui partagent un intérêt commun, dans ce cas-ci, le processus d'audit et la blockchain.

3.1.2.La cible et l'échantillon

Comme énoncé précédemment, la cible principale sont les experts sur le sujet mais aussi des personnes qui sont liées de manière directe ou indirecte sur le sujet. Toute personne étant liée au processus d'audit ainsi que son évolution sera tôt ou tard concernée par le sujet. En ce qui concerne l'échantillon, voici une brève description du répondant principal :

- Jeroen Trumpener, actuellement Partner dans le département Audit chez KPMG. Il a plus de 14 ans d'expérience dans le processus d'audit et est membre de l'Institut des Réviseurs d'Entreprise et plus précisément dans le *Board Data Analytics*. Il est également en charge de l'automatisation mais aussi de l'analyse des données chez KPMG Belgique.

Cette personne est la seule personne interrogée pour différentes raisons. D'une part, cela se justifie par le fait qu'il est en charge auprès de l'IRE quant à la technologie, il a notamment rédigé plusieurs articles abordant l'analyse des données, l'automatisation et d'autre part car il a également coécrit un article pour l'ICCI (Centre d'Information du Révisorat d'Entreprise) traitant sur différents sujets dont la blockchain et son utilisation en audit en font partie.

Les autres répondants sont issus d'études réalisées par Sastry et al. (2021) avec comme titre « *The use of blockchain technology and data analytics in the audit profession* », traitant de l'analyse des données et de la blockchain dans la profession d'audit.

S'ajoute à cela, une autre étude réalisée par Elommal et Manita (2022) avec comme titre « *How blockchain innovation could affect the audit profession : a qualitative study* », traitant plus précisément sur l'impact que la blockchain pourrait avoir sur la profession d'audit.

3.1.3.La structure du questionnaire qualitatif

Le questionnaire qualitatif est structuré en forme d'entonnoir, pour chaque question des sous-questions ont été utilisées dans le but d'obtenir la réponse la plus précise possible. L'entretien commence avec une brève introduction du sujet ainsi que de la problématique en décrivant un certain contexte pour que la personne interrogée comprenne pleinement l'environnement dans lequel le mémoire s'inscrit.

Le questionnaire est divisé en 5 parties différentes, chacune cherchant à comprendre et à donner une perspective à celles-ci. La première partie porte sur l'automatisation car ce concept est à l'essence même de l'utilité de la blockchain et répond à la question du pourquoi cette technologie pourrait être efficace dans le processus d'audit financier. Les questions se dirigent dans un premier temps sur le type de tâches qui pourraient être automatisées, sur les avantages que cela pourrait procurer mais également ses défis. Le concept d'audit continu est

également abordé car c'est grâce à l'automatisation que cela a le potentiel de devenir une réalité dans l'audit financier.

La seconde partie englobe la partie sur la sécurité. A été notamment demandé l'avis de l'interlocuteur sur si celle-ci est suffisante pour permettre à une entité d'y placer des informations sensibles. Les concepts d'immuabilité et d'infalsifiabilité sont aussi remis en perspective pour fonder l'opinion qu'il s'agisse bien d'un avantage ou si cela peut aussi représenter un danger. L'objectif de cette partie est de trancher si la sécurité représente principalement une force ou un défi quant à l'utilisation de la blockchain dans une entité.

En troisième section, sont remises en cause les normes internationales d'audit, principalement si celles-ci sont à jour quant aux nouvelles technologies et plus particulièrement à la technologie de la blockchain. Dans l'hypothèse où celles-ci ne sont pas à jour, peut-on tout de même les appliquer quant à la blockchain et comment cela pourrait être réalisé ou encore si ces normes représentent des incompatibilités par rapport aux nouvelles technologies. L'objectif de cette section est d'établir si ces normes ou même les instituts qui les rédigent sont eux-mêmes à jour en ce qui concerne la technologie de la chaîne de blocs.

Pour l'avant-dernière section, qui concerne l'aspect formation, ce qui est recherché est de voir comment la personne interrogée perçoit ce point, si c'est l'auditeur lui-même qui doit être formé pour auditer cette nouvelle forme de comptabilisation ou si celui-ci doit travailler avec d'autres professionnels. Les réviseurs sont formés à réaliser un audit au sein de l'Institut des Réviseurs d'Entreprise, il est donc pertinent de voir si cette institution procède déjà à des formations en ce qui concerne d'une part la blockchain mais aussi les nouvelles technologies. Un aspect qui avait été soulevé dans la revue de littérature suggérant une collaboration entre un auditeur externe et un auditeur IT sera également remis en cause.

La dernière partie concerne le budget. En effet, la blockchain doit être configurée, installée, gérée. Cela signifie un certain coût. L'intérêt principal de cette partie est d'une part obtenir le positionnement de l'interlocuteur quant à cela, s'il a une idée de ce que cela pourrait représenter en termes de montant. Ensuite, la vision sur le court terme et le long terme sont demandés quant au budget mais aussi les paramètres importants à prendre en compte lors de la budgétisation d'un tel changement dans l'entreprise.

En termes de conclusion, un avis général est demandé à l'interlocuteur sur tous les différents aspects de cette technologie mais aussi comment celui-ci se situe par rapport à cela. Le but général de cet entretien est donc d'obtenir un avis non seulement sur l'utilisation de cette technologie dans le processus d'audit mais aussi d'envisager les perspectives d'avenir de l'audit ainsi que des nouvelles technologies qui pourraient y être associées.

4. Analyse des résultats

L'analyse des résultats sera divisée en différentes sections par thématique spécifique quant au thème général. Ces thématiques ont été abordées dans les différentes études menées et seront donc mises en relation pour pouvoir les comparer d'une part entre-elles mais également en comparaison directe avec la revue de littérature.

4.1. La sécurité quant à la technologie de la blockchain d'un point de vue audit

Dans la revue de littérature, nous avions pu constater que la sécurité pouvait représenter à la fois une force mais également un réel défi voire une faiblesse au sein de la blockchain. Desplebin et al. (2019) soulignent que le niveau de sécurité mis en place sur la blockchain dépendait de l'entité, qui y a accès et qui gère la sécurité de manière générale. Deloitte (2017) y ajoutait que les données qui y sont présentes sont fiables et permettent par conséquent que les procédures d'audit allaient être plus rapides et efficaces. Néanmoins, ils rajoutent que les attaques externes mais également internes pouvaient remettre ces informations en cause mais aussi que cela représente un danger quant aux informations qui y sont présentes. Ils ajoutent également qu'un département d'audit interne axé informatique serait nécessaire afin d'assurer cette sécurité. (Deloitte, 2017)

Selon l'étude menée par Elommal, Manita (2022), cette sécurité représente un avantage mais également de nouveaux défis. La sécurisation des transactions est un sujet qui revient fréquemment auprès des répondants mais aussi des informations non-financières auprès des parties prenantes. Néanmoins, pour que cette sécurité représente une force il faut que le processus d'audit actuel évolue en axant d'avantage leurs tests sur le contrôle plutôt que les tests sur les transactions. Trumpener (2023) voit principalement et presque entièrement la sécurité comme étant le plus grand défi face à l'implémentation de la blockchain dans le processus d'audit. Il cite notamment le concept de *data sanity*. Selon Carreras (2021), ce concept consiste à vérifier les données ainsi que la façon dont elles sont gérées, si elles sont pertinentes et complètes. Pour réaliser ce test, il met l'accent sur le fait que cette approche doit-être uniformisée. Tout cela est selon lui, ce qu'il faut en première instance pour envisager l'automatisation, qui sera détaillée dans une suivante section. (Trumpener, 2023)

L'intégration des informations non-financières sur la blockchain est vue comme à double tranchant. D'une part, celle-ci risque d'être sensible et pourrait poser un problème pour différentes raisons. L'une d'entre elles concerne le cas comme cité précédemment d'une attaque externe ou interne ciblant des informations sensibles. L'autre est que cela pourrait

représenter un frein non-négligeable quant à la visualisation des informations vu le nombre d'informations qui pourrait y être présent. (Trumpener, 2023)

Trumpener (2023), souligne que la sécurité est l'une des principales raisons que cette technologie ne soit pas encore démocratisée au sein des entreprises et autres institutions pouvant être auditées.

4.2. Les normes internationales d'audit

Cette section rejoint entièrement la revue de littérature. Selon Elommal, Manita (2022) et Trumpener (2023), les normes d'audit doivent être adaptées et développées avec comme vision que celles-ci doivent suivre les avancées technologiques actuelles. D'après Trumpener (2023), ce critère-ci rejoint la sécurité dans la liste des deux facteurs principaux justifiant que cette technologie ne soit pas encore démocratisée.

4.3. L'automatisation

Ce concept représente à lui seul, la principale plus-value à l'adoption de la blockchain d'une part dans le processus d'audit et d'autre part dans les entités. Cette section sera divisée en plusieurs parties ; tout d'abord l'automatisation en elle-même, ensuite le concept d'audit continu également appelé audit en temps réel et pour finir le concept de fraude qui s'y rattache.

4.3.1. L'automatisation au sens large

Nous avons vu dans la partie théorique les différents aspects que l'utilisation des contrats intelligents pourrait amener. Nous visons ici notamment les procédures d'audit intelligentes, les routines d'audit ainsi qu'une évaluation simplifiée des risques. Selon l'étude menée par Elommal, Manita (2022), ces contrats vont permettre une automatisation qui intégrera les obligations contractuelles mais aussi les différents droits dans le réseau qui seront par la suite exécutés de manière automatique.

Un autre point énoncé par ces derniers est la signature des diverses transactions au travers de ces contrats qui permettront une gestion d'autant plus efficace et sécurisée non seulement des transactions mais aussi de documents. Cela donnera la possibilité à l'auditeur en charge

d'avoir un accès direct aux données qui lui seront nécessaires lors du processus d'audit. (Elommal, Manita, 2022)

Trumpener (2023) ajoute que la gestion du personnel est un réel défi actuellement dans le secteur de l'audit. En effet, l'interrogation principale réside dans la détermination du nombre de personnes qui devront travailler sur une entité mais également dans la sélection de l'identité précise de ces personnes. C'est un challenge conséquent et relativement complexe selon lui. Il nuance son propos en soulignant que l'automatisation permettrait d'impliquer moins de personnel sur différents clients et de leur donner l'opportunité de travailler sur davantage d'entités.

4.3.2. L'audit continu ou audit en temps réel

C'est ici que se situe le nerf de la guerre quant à l'adoption de la blockchain dans le milieu de l'audit financier externe. En effet, toutes les études utilisées dans le cadre de ce mémoire, mettent un accent important sur ce concept car c'est l'audit continu qui donnerait l'occasion au processus d'audit actuel, de dépasser ses propres limites.

Pour que cela soit réalisable dans un premier temps, Trumpener (2023) affirme qu'une relation dite *one-to-one* sera nécessaire. Cette relation signifie que le cabinet d'audit et l'entité auditee devront être connectés pour que l'auditeur puisse avoir accès aux diverses informations. En effet, une extraction hebdomadaire et non journalière selon lui serait déjà directement contradictoire au concept en lui-même. De surcroît, il explique qu'une relation *one-to-one* via une certaine interface est quelque chose qui va coûter du temps.

Trumpener (2023), Sastry et al. (2022) et Elommal, Manita (2021) se rejoignent tous sur l'amélioration de la qualité du processus d'audit grâce aux points qui suivent.

4.3.2.1. La couverture de l'information

Le fait d'insérer toutes les informations d'une entité d'un point de vue financier mais également non financier sur une même plateforme crée diverses opportunités pour l'auditeur.

L'une d'entre elles est de retracer de manière rapide et uniformisée les données qui sont utilisées comme preuves d'audit. En effet, un point qui a été soulevé est que souvent quand un auditeur demande une certaine source de données, celle-ci n'est pas uniformisée ni formatée comme d'autres sources de données. La blockchain faciliterait donc grandement cet

aspect-là en produisant les informations sous une même forme pour toutes les entités, rendant ce processus beaucoup plus efficace. (Sastry et al. 2021)

Une autre opportunité est de pouvoir réaliser des prédictions beaucoup plus précises quant aux états financiers. Dans le processus d'audit actuel, ces prévisions sont réalisées sur l'année n-1 des états financiers audités tandis que la blockchain donnerait toutes ces informations en temps réel mais également X années dans le passé pour analyser leur évolution. Cet aspect permettrait par conséquent de couvrir une majeure partie des données voire même la totalité des données présentes sur la blockchain. (Elommal, Manita, 2022)

Elommal et Manita (2022) ont aussi découvert que la combinaison avec d'autres technologies telles que le big data, la robotique ou encore l'analyse des données vont permettre une évolution conséquente tendant vers non plus l'objectif de donner une assurance raisonnable quant aux états financiers mais une assurance totale.

En termes de risque, ces données en temps réel fournies par l'analyse de celles-ci vont grandement améliorer l'évaluation des risques mais aussi la rapidité de cette procédure. (Sastry et al. 2021) Toutes les tâches qui pourront être rendues plus rapides et efficaces feront en sorte que les auditeurs pourront renforcer les analyses dans les domaines à risque plus conséquents ou encore dans les systèmes de contrôle interne de l'entité concernée. (Elommal et Manita, 2022)

Selon Trumpener (2023), il ne faut néanmoins pas sous-estimer la masse d'informations à analyser surtout dans le cas où l'entité est très conséquente. Il faut garder comme objectif de réaliser un audit qui garantit une assurance raisonnable des états financiers. Par ailleurs, il rajoute quant à cela qu'actuellement, dans le domaine de l'audit, c'est une assurance raisonnable qui est recherchée auprès des entités et non une assurance totale quant aux états financiers. En outre, il affirme que même si une grande partie est automatisée et qu'il y aura moins d'interventions humaines, cela ne signifie pas que les coûts seront moindres, au contraire. A ce sujet, pendant l'interview il a ajouté « *Als er iemand absolut assurance wilt ja, dan zullen de audit fees maal vijf zijn bij wijze van spreken* » (Trumpener, 2023). Cela veut dire que si quelqu'un souhaite obtenir une assurance absolue alors les charges d'audit seront multipliées par cinq, ce qui ne signifie pas qu'elles le seront. Cette éventualité permet de démontrer que cela puisse être fortement onéreux.

4.3.2.2. La détection de la fraude

Si toute l'information d'une entité est rassemblée à un seul et même endroit, cela octroie pour le cabinet qui effectue un audit financier, une force de détection dans un premier temps d'anomalies et dans un second temps de la fraude.

Dans le processus d'audit « classique », les divers problèmes, anomalies ou encore de la fraude mettent un certain temps à faire surface. Selon Trumpener (2023), l'audit continu et l'analyse en continu de ce qu'il se passe sur la blockchain fera en sorte que ces divers éléments qui sont recherchés feront non seulement surface de manière quasi instantanée mais aussi leur cause et tout ce qui s'y rapporte est également documenté directement avec les informations présentes et liées à cet élément.

Au travers de l'étude de Sastry et al. (2021), il est ressorti que l'analyse des données en continu aiderait de manière plus efficace la détection et l'identification des transactions inhabituelles, les entrées de journal contradictoires, la détection d'utilisateurs anormaux ainsi que leurs actions inhabituelles. Tous ces paramètres une fois détectés, sont une source d'informations afin de découvrir s'il y a fraude ou détournement d'actifs financiers. Un exemple d'outil pour analyser de grands volumes de transactions, donné par un intervenant est PowerBI qui est un outil proposé par Microsoft. Trumpener (2023) a expliqué lors de l'interview que les ERP (enterprise resource planning), comme par exemple la suite Office proposée par Microsoft a un rôle majeur à jouer. Concrètement, ces différents logiciels utilisés par les entreprises évoluent au fil du temps et commencent par ailleurs à créer des tableaux de bords reflétant les résultats de l'analyse des données. Ces tableaux de bords représentent une plus-value conséquente pour les auditeurs qui ne devront pas résumer et interpréter les résultats.

4.4. Le futur de la profession d'audit

4.4.1. Le rôle

Le rôle de l'auditeur va inévitablement changer et évoluer dans les années à venir, c'est ce qui ressort principalement des études menées par Elommal et Manita (2022) ainsi que Sastry et al. (2021).

En ce qui concerne l'étude de Elommal et Manita (2022), l'idée plus générale est que le rôle de l'auditeur va évoluer et tendre vers un rôle plus stratégique au sein de l'entité contrôlée que de simple contrôleur des états financiers. Le fait que toutes les informations soient enregistrées sur la blockchain, permettra à l'auditeur de réaliser des analyses mais aussi d'interpréter ces données. De ce fait, l'auditeur pourra donner un rapport à la direction de

l'entité concernée et aura donc un rôle significatif à jouer de manière indirecte dans la prise de décision que la direction réalisera. Une personne déclare même que l'auditeur passera de simple contrôleur de la fiabilité des informations à conseiller stratégique pour le client mais aussi un partenaire primordial dans l'évolution des systèmes de gestion ainsi que de contrôle. En ce qui concerne les tâches à réaliser, celles-ci divergeront en automatisant une partie libérant du temps supplémentaire à l'auditeur pour réaliser d'autres nouvelles tâches. Ces dernières peuvent varier en fonction du client mais cela peut aller de la réalisation d'analyses plus poussées des données contrôlées mais aussi de l'élaboration de tests dits préventifs. Tout cela dans le but d'améliorer la qualité de l'audit de manière globale.

Sastry et al. (2021) ont au travers de leur étude, découvert d'autres aspects quant à l'évolution du rôle du contrôleur d'entreprise. En effet, la profession d'audit sera davantage axée vers les nouvelles technologies et plus spécifiquement les données à traiter. L'accent est fortement mis sur l'analyse des données car dans la majeure partie des répondants, cette technologie ainsi que les autres deviendront au fil du temps essentielles dans le processus d'audit. L'instauration de la blockchain pourrait faire office de plateforme virtuelle où toute l'information est enregistrée et stockée. Cela constituerait une plus-value non-négligeable principalement en ce qui concerne la charge de travail du côté de l'auditeur, qui se verra diminuer mais aussi la qualité du travail qui sera renforcée.

4.4.2. Les compétences

Qui dit nouvelles technologies dit nouvelles compétences à acquérir pour pouvoir maîtriser celles-ci. Selon Sastry et al. (2021), il y a trois compétences nouvelles qui devront être acquises par les auditeurs :

- **Les compétences en informatique**, ce métier se digitalisant davantage au fil du temps il est indéniable que les compétences vis-à-vis de cela devront être acquises. La compréhension, l'analyse et l'interprétation de toutes les informations pouvant émerger de programmes informatiques seront des compétences vitales à obtenir.
- **L'adaptabilité au changement** est un autre facteur. Comme dit précédemment, ce métier se digitalise mais subit également de constants changements. Les auditeurs devront par conséquent faire preuve d'adaptabilité quant à ces évolutions.
- **La communication** est un point déjà important à l'heure actuelle mais il le sera davantage dans le futur. Interpréter les informations est une chose mais pouvoir les communiquer de manière claire auprès du client ainsi qu'au sein de leurs équipes est encore plus important.

En ce qui concerne les compétences demandées actuellement, en termes de jugement, scepticisme, pensée critique, celles-ci seront encore plus sollicitées car la masse

d'informations sera plus conséquente. Cela implique une capacité à traiter le flux de données qui est non négligeable.

4.4.3. La formation

La formation est à la source des compétences d'une personne, c'est ce que Trumpener (2023) expliquait lors de son interview. Selon lui, les écoles et les universités ont un rôle plus qu'important à jouer à ce niveau-là. La digitalisation et l'émergence de nouvelles technologies est un enjeu crucial pour les futurs travailleurs. Selon lui ces institutions ne sont pas encore suffisamment modernes par rapport à tout cela. C'est aux entreprises que revient alors la tâche d'enseigner et de former leurs nouveaux employés.

Sastry et al. (2021) rejoignent cette idée, les nombreux changements qui ont lieu récemment avec les nouvelles technologies peuvent soulever diverses difficultés pour les étudiants fraîchement diplômés. Tout d'abord, bien que la technologie soit un atout, elle représente également une menace pour le marché du travail. En effet, l'automatisation de certaines tâches ferait en sorte qu'elles ne doivent plus être réalisées par l'intermédiaire d'un humain. Les tâches moins complexes telles que la vérification des informations ou de la concordance peuvent potentiellement être automatisées alors que celles-ci font partie intégrante des tâches réalisées par les juniors auditeurs. Paradoxalement, la demande de senior auditeurs (ayant plus d'expérience), se verra plus importante particulièrement du point de vue de la prise de décisions quant aux données analysées. Cela signifie par conséquent qu'un futur junior auditeur aurait plus de mal à trouver un emploi, acquérir de l'expérience dans ce domaine pour ensuite devenir senior auditeurs qui eux seront encore plus sollicités.

Cela rejoint la revue de littérature notamment à ce que l'ICCI (2021) énonçait quant au scepticisme professionnel qui sera beaucoup plus mis à l'épreuve.

Elommal et Manita (2022) ajoutent que la formation des nouveaux employés se verra d'une part onéreuse vis-à-vis de la quantité d'informations et de compétences à enseigner mais aussi chronophage dû à la quantité mais aussi à la complexité des informations à assimiler.

4.4.4. Collaboration entre l'auditeur financier et l'auditeur IT

Trumpener (2023) affirme que la collaboration entre un auditeur financier et un auditeur IT dans le cadre de l'audit financier d'une blockchain est une nécessité indéniable. Il explique notamment qu'un auditeur financier n'est pas formé de la même manière ni aux mêmes concepts qu'un auditeur spécialisé en informatique. De plus, il ajoute que dans le cas où il est amené à travailler sur des sujets informatiques trop complexes pour ses connaissances il est

important de s'entourer des bonnes personnes capables de répondre à ses questions ou de simplement l'aider à réaliser la mission. Selon lui, le meilleur moyen est de travailler en équipe avec des spécialistes, des personnes capables qui peuvent l'aider et le soutenir pour justement atteindre l'objectif de la mission.

4.4.5. Les opportunités

Le rôle et la fonction d'auditeur évoluera avec le temps. Les opportunités quant à elles se multiplieront. En effet, comme nous avons pu le remarquer, l'auditeur possèdera en théorie plus de temps pour effectuer d'autres tâches, ce qui ouvre la porte à d'autres tâches que l'auditeur pourrait réaliser.

Elommal et Manita (2022) soulignent différentes opportunités futures pour l'auditeur comme par exemple, des services de conseil plutôt axés blockchain ainsi que la gestion de celle-ci. La création de nouvelles missions, comme des missions de conseil qui consisteront par exemple en des protocoles liés à l'utilisation de la blockchain. Les services d'audit IT permettront également de proposer des audit internes axés sur la blockchain en ciblant l'intégrité ou encore la sécurité des données et la gouvernance peut tout aussi être vérifiée. Malgré ces opportunités, il ne faut pas oublier que ces dernières ont un coût à prendre en compte d'une part du côté du cabinet d'audit mais aussi dans le prix des services qu'ils proposeront. Ces auteurs ajoutent que ces coûts malgré leur importance et leur poids, sont un investissement à long terme par anticipation des besoins futurs du marché.

5. Discussion

Cette partie a pour but de répondre aux différentes hypothèses émises à la fin de la revue de littérature grâce aux différentes enquêtes et les réponses récoltées.

Hypothèse 1 : L'automatisation par les contrats intelligents est la raison principale que cette technologie pourrait être efficace dans le processus d'audit financier.

La réponse à cette hypothèse est nuancée dans le sens où comme l'on a pu observer la raison principale que la blockchain consisterait en une plus-value dans le processus d'audit est pour son accès en temps réel et par conséquent, l'audit continu. Cet audit continu peut se réaliser au travers de contrats intelligents. Cela comporte également une partie d'analyse des données, de création de dashboards intelligents, d'interprétation des analyses et encore d'autres facteurs font en sorte que ce principe pourrait rendre l'audit plus efficace.

Hypothèse 2 : Les normes d'audit ne sont pas adaptées quant à cette technologie dans le processus d'audit.

En effet, selon Elommal et Manita (2022) et Trumpener (2023), ces normes internationales d'audit ne sont pas encore à jour sur le sujet. Celles-ci valent encore pour les pratiques d'audit actuelles mais risquent de devenir obsolètes avec l'émergence des nouvelles technologies comme l'a cité Trumper (2023) au niveau des intelligences artificielles ou encore la robotique dans ce secteur.

Hypothèse 3 : La sécurité de la blockchain est à la fois une justification que le processus d'audit est plus efficace et qu'elle possède le potentiel d'être un réel avantage mais qui ne se suffit pas à elle-même puisqu'elle peut également impliquer des risques .

Cette hypothèse se confirme comme étant intéressante selon l'étude menée par Elommal et Manita (2022), l'intégration de toutes les informations sur une même base de données représente un avantage conséquent pour le processus d'audit. Il ne faut néanmoins pas négliger ce que la sécurité représente au niveau de l'entité et à son intégration. Pour certifier que la sécurité est suffisante, du côté de l'auditeur, des tests supplémentaires devront être réalisés au niveau du contrôle interne. Cela est plausible dans l'hypothèse où justement la blockchain permettrait d'auditer de manière automatisée les tests des transactions. Dans l'hypothèse où cela se déroule comme cela, la sécurité représenterait un avantage dû au fait que les informations soient centralisées à un seul et même endroit.

Trumpener (2023) quant à lui reste sur la position que la sécurité représente un frein face à l'implémentation de cette technologie. Il parle notamment de data sanity, c'est-à-dire comment les données seront traitées. Il rajoute que ces données, une fois centralisées ont le potentiel de ralentir le processus dû au nombre d'informations à traiter sans oublier l'objectif principal de l'audit.

Hypothèse 4 : La profession d'audit va énormément changer et risque d'être plus exigeante quant aux personnes voulant exercer ce métier.

Comme l'ont démontré les études réalisées par Elommal et Manita (2022) ainsi que Sastry et al. (2021), non seulement le rôle va évoluer mais aussi les compétences ainsi que la formation nécessaire pour acquérir celles-ci.

Elommal et Manita (2022) mettent principalement l'accent sur le fait que l'auditeur n'aura pas comme seul rôle dans le futur de seulement vérifier les états financiers mais jouera aussi un rôle plus axé stratégie. En effet, avec la blockchain qui donne une certaine visibilité sur toutes les informations financières et non-financières, une certaine analyse devra être réalisée mais celles-ci devront tout aussi être interprétées et présentées au client. Ces analyses et interprétations joueront de manière inéluctable un rôle quant à la prise de décision au niveau du comité de direction de l'entité.

Sastry et al. (2021) quant à eux, retrouvent principalement une évolution quant aux nouvelles technologies et leur utilisation dans le processus d'audit. En effet, ces différentes technologies auront leur rôle à jouer dans le processus d'audit notamment l'automatisation, qui permettra à l'auditeur d'avoir une charge de travail moindre sur certains aspects et pourra par conséquent se focaliser sur d'autres points qui ne sont pas automatisables. Ils ajoutent que de nouvelles compétences devront être acquises comme notamment les compétences en informatique en axant leur savoir sur la compréhension et l'utilisation de celles-ci. Une autre est l'adaptabilité au changement, dans un secteur qui évolue très rapidement dû à l'essor des technologies. Il est inévitable que l'auditeur doive évoluer et s'adapter aux changements qui interviennent. Une dernière compétence qui ressort est la communication ce qui rejoint l'étude de Elommal et Manita (2022), il faut d'une part analyser les données et les comprendre mais il faudra tout aussi être capable de pouvoir les exprimer et les expliquer auprès du client qui n'est plus que probablement spécialiste en analyse et compréhension des données. De plus, les compétences qui sont actuellement utilisées telles que le jugement, le scepticisme, la pensée critique seront davantage sollicitées du côté du réviseur ou des auditeurs.

Il ne faut pas négliger l'impact que la formation peut jouer sur ces différents aspects, Trumpener (2023) et Sastry et al. (2021) se rejoignent sur ce point principalement sur la formation donnée dans les universités et les écoles elles-mêmes. Les universités de leur côté

sont un enjeu majeur quant à la formation et à la sensibilisation du monde digital qui est on ne peut plus présent. Les universités et les écoles doivent se moderniser et adapter leurs programmes scolaires dans le but d'y ajouter des aspects digitaux. Un point important est aussi que de nombreux métiers risquent d'être automatisés. Cela entraînera le fait que certains secteurs qui ne sont pas bouchés pour l'instant, pourront dans le futur être bloqués car la demande sera moins importante qu'actuellement. C'est ce qui est expliqué dans l'étude de Sastry et al. (2021) que paradoxalement les juniors auditeurs auront plus de difficultés à trouver un emploi et que la demande de seniors auditeurs augmentera dû à leur expérience.

Hypothèse 5 : Une collaboration entre l'auditeur financier externe et un auditeur IT est partiellement voire totalement obligatoire afin de pouvoir auditer une entité utilisant la blockchain comme moyen comptable.

Selon Trumpener (2023), la collaboration entre l'auditeur financier externe et un auditeur IT est d'une nécessité absolue. Un auditeur financier n'est pas formé à auditer des outils de technologie mais à auditer des états financiers. Il faut donc soit former l'auditeur financier quant à cela ou bien travailler avec un auditeur IT ce qui semble être la solution la plus plausible. Il ajoute qu'il faut s'entourer d'une bonne équipe dans le but d'être le plus performant possible et d'atteindre l'objectif de la mission.

6. Conclusion générale

Au travers de ce mémoire, sont ressorties plusieurs pistes de réponses quant à la problématique qui était :

Dans quelle mesure la technologie de la blockchain peut-elle être utilisée de manière efficace dans le processus d'audit financier externe ?

Pour répondre à celle-ci, deux types d'analyses ont été réalisées, d'une part une analyse théorique basée sur la décortication de la problématique et par conséquent de ses principaux concepts. Ces concepts ont été à leur tour décortiqués dans l'objectif de compréhension des différents enjeux que ceux-ci comportent mais aussi comment ces concepts interagissent.

D'autre part, une analyse pratique a été réalisée sur base d'enquêtes par lesquelles des personnes pertinentes quant à la thématique ont été interrogées avec pour optique d'obtenir un point de vue plus précis quant aux hypothèses émises dans la partie théorique.

Dans la partie de revue de littérature, l'audit financier ainsi que la technologie de la blockchain ont été développés et décrits dans leurs fonctionnements respectifs. Cela a permis par la suite de réaliser une mise en commun de ces deux concepts afin d'observer de manière purement théorique les avantages et les inconvénients que l'instauration de la blockchain pourrait avoir sur l'audit externe. De manière globale, nous pouvions observer des forces mais aussi divers défis à relever. Dans un certain sens, ces défis ne dépendent pas tous entièrement des potentiels cabinets ou réviseurs voulant adopter cette technologie. En effet, cela dépend des institutions notamment au niveau des normes d'audit (ISA) mais aussi du fait que cette technologie ne possède pas encore la maturité suffisante afin d'être instaurée de manière globale dans les entreprises. De nouveaux rôles peuvent émerger mais aussi de nouvelles collaborations entre différents métiers ce qui signifie une potentielle évolution changeante dans la profession d'auditeur financier.

Par la suite, ressortant de la partie dite pratique, énormément d'informations ont été données mais également filtrées dans la finalité de démontrer du mieux possible l'état actuel mais surtout les opportunités et les paramètres à prendre en compte lors de l'adoption de cette technologie. Différents paramètres tels que la sécurité, les normes, l'automatisation, l'audit en temps réel ainsi que le futur de la profession d'audit ont été abordés car ceux-ci ressortaient également de la partie théorique. Comme vu auparavant certaines pistes ont pu être affirmées ou infirmées sans pour autant savoir répondre à la problématique mais tout

cela a néanmoins permis d'obtenir des réponses sur l'état actuel des choses mais surtout sur l'avancement et la vision que le secteur possède quant à la technologie de la blockchain.

Les différentes hypothèses ont été abordées pour donner un maximum d'informations tout en essayant de garder à l'esprit l'objectif de répondre de la manière la plus concrète et pertinente possible.

Les parties suivantes aborderont les limites, pistes ultérieures pour donner une dimension d'avenir au sujet.

Ce mémoire ne pouvant pas concrètement analyser un cas réel , il peut laisser une sensation d'insatiété, de manque de concret. Cependant, selon moi, le manque de pragmatisme se résorbera dans le temps lorsque le sujet aura rencontré plus d'écho et aura pu voir le jour sur le terrain même de l'audit.

7. Limites, pistes ultérieures et apprentissages

Il est selon moi important d'établir les limites, les pistes ultérieures ainsi que les apprentissages que ce mémoire a pu produire. Ce sont des réflexions importantes et pertinentes à émettre à mes yeux car cela permet d'avoir un certain recul sur ce travail mais également de donner plus de contexte aux potentiels lecteurs de celui-ci.

7.1. Limites du mémoire

Selon moi, la plus grande limite de ce mémoire est le fait qu'il n'y ait pas d'études de cas sur le sujet et que par conséquent ce mémoire est purement exploratoire et grandement théorique. Cela fait donc en sorte que la problématique possède certes une réponse mais que celle-ci peut encore évoluer au fil du temps car la blockchain n'est pas encore un enjeu d'actualité dans les entreprises. Énormément de choses peuvent encore évoluer à tel point que la blockchain pourrait ne jamais voir le jour dans le processus d'audit financier.

Une autre limite est l'étude qualitative, je n'ai su interroger qu'une seule personne malgré mes nombreuses demandes par mail ainsi qu'en essayant de demander dans mon entourage, notamment à un bureau comptable où je connais quelques personnes y travaillant. Le sujet étant encore très peu tangible et beaucoup plus théorique, il est par conséquent plus complexe de trouver des répondants. Ma cible étant quelqu'un travaillant dans le secteur d'audit et qui possède des connaissances en matière de blockchain dans l'aspect de son utilisation comptable et non des cryptomonnaies. Par ailleurs, la seule personne interviewée se trouvait être le responsable technologie au sein de l'Institut des Réviseurs d'Entreprise ce qui légitimise davantage son avis quant à ce mémoire. Celui-ci m'avait mis en contact avec d'autres personnes plus haut placées au sein des Big Four mais ceux-ci m'ont répondu négativement et de manière générale en m'expliquant qu'ils n'avaient pas suffisamment de connaissances sur le sujet pour y répondre de manière précise.

La dernière limite que j'ai pu observer est la complexité du sujet, il y a énormément de facettes d'une part de l'audit mais aussi de la blockchain que je n'ai pas pu développer qui auraient pu donner encore plus de contexte et encore plus d'informations sur le sujet. Ce sujet étant tellement vaste et riche en connaissances et informations, il est par conséquent difficile de rédiger de manière synthétique autant d'informations ce qui a résulté en une sélection de ce qui était de mon point de vue, le plus pertinent.

7.2. Pistes ultérieures

Selon mon point de vue, il serait intéressant de refaire des recherches quand le sujet sera plus au goût du jour, une fois que celui-ci sera plus actuel. La blockchain est encore très nouvelle et manque drastiquement de maturité pour qu'elle soit utilisée au sein des entreprises en général.

Une seconde piste à envisager selon moi est la perception de tout cela du point de vue du client qui serait sujet à ce type d'audit au travers de la technologie de la blockchain. Le client est-il prêt à donner un accès total aux informations financières et non-financières auprès d'une compagnie d'audit ? N'est-ce justement pas plus intéressant pour le client que ses données ne soient pas toutes examinées lors d'un audit financier ? Sur base de ces diverses questions les réponses obtenues pourraient représenter une avancée quant à mon sujet de mémoire.

Une autre piste qui est non-négligeable est le suivi des institutions quant à tout cela, comptent-elles avancer dans un avenir proche quant aux dispositions légales ou encore pour les normes ISA, cela reste pour l'instant une zone d'ombre obstruant l'avancée technologie dans ce secteur quant à la blockchain. Ces institutions mais aussi les entreprises sont-elles actuellement aptes à adopter un changement, si oui jusqu'où voudront-elles aller ?

7.3. Apprentissages

Les apprentissages ont été nombreux au cours de ce mémoire, j'ai pu approfondir mes connaissances en matière d'audit notamment en ce qui concerne le processus d'audit dans son ensemble. Cela m'a énormément enrichi car j'ai appris beaucoup de notions et de concepts qui m'étaient inconnus avant la rédaction du mémoire. En outre, mon futur métier étant junior auditeur, ce mémoire m'a permis d'obtenir un autre point de vue sur le métier mais aussi comment celui-ci pourrait évoluer avec les années.

La partie sur la blockchain était totalement nouvelle pour ma part, je n'avais aucune notion ou connaissances sur le sujet, j'ai par conséquent passé une bonne partie du temps sur la partie qui la concerne à moi-même comprendre le fonctionnement et les concepts de celle-ci. Je ne peux pas encore me proclamer expert en la matière mais je peux assurer que la rédaction de ce mémoire m'a permis d'acquérir une bonne connaissance de base qui me sera utile dans le futur. De plus, cela m'a même ouvert les yeux sur le fait que l'aspect technologique qui pourrait évoluer dans le domaine de l'audit serait intéressant pour moi.

Dans l'ensemble, ce mémoire m'a beaucoup enrichi intellectuellement parlant. J'ai également appris à mieux rédiger tout au long du mémoire en utilisant un vocabulaire et en m'appropriant des concepts complexes.

J'ai pu mettre en application certaines compétences et connaissances acquises au sein de mon cursus complet, d'une part à l'EPHEC et d'autre part à l'ICHEC. Le cours de méthodologie m'a certainement appris à rédiger avec les normes APA mais aussi à les appliquer comme il se doit.

Ce mémoire m'a aussi ouvert l'appétit quant à la blockchain, j'ai fait l'acquisition de plusieurs livres qui décortiquent encore davantage le sujet. J'ai également participé à la Brussels Blockchain Week où j'ai pu discuter avec des personnes expertes sur le sujet dans le but d'avoir une meilleure compréhension de cette technologie.

Pour conclure cette finale partie de mon mémoire, je suis reconnaissant envers ce que j'ai pu acquérir comme connaissances au travers de ce mémoire sans lequel je n'aurai probablement pas cherché à approfondir mes acquis en matière d'audit et à découvrir la technologie de la blockchain.

Bibliographie

- Acke, L. (2022). *Obligation de consolidation en cas de consortium*. <https://www.ibr-ire.be/fr/actualites/news-detail/obligation-de-consolidation-en-cas-de-consortium>
- Aghili, S. (2022). *The Auditor's Guide to Blockchain Technology : Architecture, Use Cases, Security and Assurance* (1^{re} éd.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003211723>
- Agung, A. A. G., & Handayani, R. (2022). Blockchain for smart grid. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(3), 666-675. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.01.002>
- Ali, F. (2021, juillet 16). *The Top 6 Problems With Blockchain Technology*. MUO. <https://www.makeuseof.com/problems-with-blockchain-technology/>
- Alteryx. (2022, mai 25). *Le défi de l'audit continu*. Alteryx. <https://www.alteryx.com/fr/blog/the-challenge-of-continuous-audit>
- artificiallawyer. (2018, février 20). Accord Project + IEEE Partner For Smart Contract Global Standards. *Artificial Lawyer*. <https://www.artificiallawyer.com/2018/02/20/accord-project-ieee-partner-for-smart-contract-global-standards/>
- Assemblée nationale. (2018). *Enjeux technologiques des blockchains (chaînes de blocs)*. Assemblée nationale. https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/dossiers/enjeux_technologiques_blockchains_rap-info
- Assiri, M., & Humayun, M. (2023). A Blockchain-Enabled Framework for Improving the Software Audit Process. *Applied Sciences*, 13(6), 3437. <https://doi.org/10.3390/app13063437>

Atik, A., & Kelten, G. (2021). Blockchain Technology and Its Potential Effects on Accounting : A Systematic Literature Review. *Istanbul Business Research*, 0(0), 0-0.
<https://doi.org/10.26650/ibr.2021.51.806870>

BangBit Technologies, B. (2018, juin 9). What is Consensus Algorithm In Blockchain & Different Types Of Consensus Models. *Medium*. <https://medium.com/@BangBitTech/what-is-consensus-algorithm-in-blockchain-different-types-of-consensus-models-12cce443fc77>

Banque Centrale Européenne. (2022). *Un euro numérique*.
https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/html/index.fr.html

Binance. (s. d.-a). *Byzantine Fault Tolerance Explained*. Binance Academy. Consulté 13 avril 2023, à l'adresse <https://academy.binance.com/en/articles/byzantine-fault-tolerance-explained>

Binance. (s. d.-b). *Genesis Block*. Binance Academy. Consulté 14 août 2023, à l'adresse <https://academy.binance.com/en/glossary/genesis-block>

Binance. (s. d.-c). *Preuve de travail (PoW) et preuve d'enjeu (PoS)*. Binance Academy. Consulté 12 avril 2023, à l'adresse <https://academy.binance.com/fr/articles/proof-of-work-vs-proof-of-stake>

Bitstack. (2023). *Qu'est-ce que la preuve de travail sur Bitcoin ? (Proof-of-Work)*. Bitstack.
<https://www.bitstack-app.com/blog/qu-est-ce-que-la-preuve-de-travail-sur-bitcoin-proof-of-work>

Blockchain Council. (2022, mai 25). *Soft fork vs. Hard fork : A Detailed Comparison - Blockchain Council*. <https://www.blockchain-council.org/blockchain/soft-fork-vs-hard-fork/>

Blockchain France. (2016). *La blockchain décryptée, Les clefs d'une révolution.*

Boudès, T. (2018). La blockchain déchaîne les questions ! *Annales des Mines - Gérer et comprendre*, 131(1), 83-85. <https://doi.org/10.3917/geco1.131.0083>

Braudo, S. (1996, 2023). *Consortium—Définition*. Dictionnaire Juridique. <https://www.dictionnaire-juridique.com/definition/consortium.php>

Budhi, V. (s. d.). *Council Post : Advantages And Disadvantages Of Blockchain Technology*. Forbes.

Consulté 12 mars 2023, à l'adresse <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/10/20/advantages-and-disadvantages-of-blockchain-technology/>

Caron, J.-F. (2020, décembre 24). *Complémentarité entre audit interne et audit externe*.

Plateformexpert. <http://www.formation-audit-ecofi.com/audit-interne-externe-compl%C3%A9mentarit%C3%A9-collaboration/>

Carreras, C. (2021, novembre 17). *4 Key Steps for a Data Sanity Check*. Alteryx.

<https://www.alteryx.com/fr/blog/4-key-steps-to-sanity-checking-your-data>

Code des sociétés et des associations. (s. d.-a).

Code des sociétés et des associations. (s. d.-b). *LOI - WET*. Consulté 14 août 2023, à l'adresse https://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2019032309&table_name=loi

Coinbase. (s. d.). *Qu'est-ce qu'un fork ?* Consulté 20 avril 2023, à l'adresse <https://www.coinbase.com/fr/learn/crypto-basics/what-is-a-fork>

Cointelegraph. (2022, juin 15). *Que se passe-t-il si vous perdez ou cassez votre portefeuille hardware?* Cointelegraph. <https://fr.cointelegraph.com/news/what-happens-if-you-lose-or-break-your-hardware-crypto-wallet>

Commission européenne. (2022). *Cadre juridique et réglementaire pour la blockchain | Bâtir l'avenir numérique de l'Europe.* <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/policies/regulatory-framework-blockchain>

CPA. (2017). *Blockchain technology and its potential impact on the audit and assurance profession.* <https://www.cpacanada.ca/en/business-and-accounting-resources/audit-and-assurance/canadian-auditing-standards-cas/publications/impact-of-blockchain-on-audit>

Crypto. (2023). *What Are Smart Contracts and How Do They Work?* <https://crypto.com/university/smart-contracts>

Cryptost. (2018, avril 25). *Qu'est-ce qu'un fork dans les crypto-monnaies ?* Cryptost. <https://cryptost.fr/quest-ce-quun-fork/>

Cryptost. (2020, mai 13). *Cryptographie asymétrique : Quel lien avec Bitcoin ?* Cryptost. <https://cryptost.fr/cryptographie-asymetrique-bitcoin/>

Cryptost. (2022, février 14). *Qu'est-ce qu'un nœud dans l'univers de la blockchain ?* Cryptost. <https://cryptost.fr/noeud-cryptomonnaies/>

CSC. (2023). *Le conseil d'entreprise (CE).* <https://localhost/csc-militant/concertation-sociale/le-conseil-d-entreprise>

danwillis. (2022, juillet 6). What role does blockchain have in compliance? *FinTech Global*.

<https://fintech.global/2022/07/06/what-role-does-blockchain-have-in-compliance/>

De Filippi, P. (2018). *Chapitre II. Qu'est-ce que la blockchain ?* (p. 39-73). Presses Universitaires de France. <https://www.cairn.info/blockchain-et-cryptomonnaies--9782130811459-p-39.htm>

Definition of Digital Wallet—Gartner Information Technology Glossary. (s. d.). Gartner. Consulté 17 avril 2023, à l'adresse <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-wallet>

Delahaye, J.-P. (2015, février). *Les blockchains, clefs d'un nouveau monde*. Pourlascience.fr; Pour la Science.

<https://www.pourlascience.fr/sd/informatique/https://www.pourlascience.fr/sd/informatique/les-blockchains-clefs-daposun-nouveau-monde-8354.php>

Deloitte. (s. d.-a). *Blockchain and its potential impact on the audit profession*. Deloitte South Africa. Consulté 12 mars 2023, à l'adresse <https://www2.deloitte.com/za/en/pages/audit/articles/impact-of-blockchain-in-accounting.html>

Deloitte. (s. d.-b). *The Impact of Blockchain Technology in Auditing*. Deloitte United States. Consulté 12 mars 2023, à l'adresse <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/audit/articles/impact-of-blockchain-in-accounting.html>

Deloitte. (2016). *Deloitte blockchain initiative with five tech companies and 20 prototypes in development*. Deloitte Malta. <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/about->

[deloitte/articles/mt-pr2016-008-deloitte-blockchain-initiative-with-five-tech-companies-and-20-prototypes-in-development.html](https://www2.deloitte.com/fr/insights/mt-pr2016-008-deloitte-blockchain-initiative-with-five-tech-companies-and-20-prototypes-in-development.html)

Desplebin, O., Lux, G., & Petit, N. (2018). L'évolution de la comptabilité, du contrôle, de l'audit et de leurs métiers au prisme de la Blockchain : Une réflexion prospective: *Management & Avenir*, N° 103(5), 137-157. <https://doi.org/10.3917/mav.103.0137>

Desplebin, O., Lux, G., & Petit, N. (2019). Comprendre la blockchain : Quels impacts pour la comptabilité et ses métiers ?: *ACCRA*, N° 5(2), 5-23. <https://doi.org/10.3917/accra.005.0005>

Drescher, D. (2017). *Blockchain basics : A non-technical introduction in 25 steps*. Apress.

Dumas, J.-G., Lafourcade, P., Tichit, A., & Varrette, S. (2022). *Les blockchains en 50 questions. Comprendre le fonctionnement de cette technologie*: Vol. 2e éd. Dunod; Cairn.info. <https://www.cairn.info/les-blockchains-en-50-questions--9782100834501.htm>

Economie.fgov. (s. d.). *Les réviseurs d'entreprises*. SPF Economie. Consulté 3 mai 2023, à l'adresse <https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/creer-une-entreprise/conditions-dacces-la/les-reviseurs-dentreprises>

Economie.gouv. (s. d.). *Qu'est-ce qu'une chaîne de blocs (blockchain) ?* Consulté 12 avril 2023, à l'adresse <https://www.economie.gouv.fr/entreprises/blockchain-definition-avantage-utilisation-application>

Economie.gouv. (2023). *Utilisation de données personnelles : Vos obligations vis-à-vis de l'internaute.* <https://www.economie.gouv.fr/entreprises/obligations-donnees-personnelles-rgpd>

Elommal, N., & Manita, R. (2022a). How Blockchain Innovation could affect the Audit Profession : A Qualitative Study. *Journal of Innovation Economics & Management*, 37(1), 37-63.

<https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0103>

Elommal, N., & Manita, R. (2022b, octobre 17). *Les six impacts de la blockchain sur la profession d'audit*. The Conversation. <http://theconversation.com/les-six-impacts-de-la-blockchain-sur-la-profession-daudit-192426>

E-marketing. (s. d.). *Étude exploratoire*. <https://www.e-marketing.fr/>. Consulté 27 juin 2023, à l'adresse https://www.e-marketing.fr/Definitions-Glossaire/etude-exploratoire-238169.htm#utm_source=social_share&utm_medium=share_button&utm_campaign=share_button

Finance Active. (s. d.). *Normes IFRS / IAS : Comprendre et maîtriser ces normes comptables*. Finance Active. Consulté 15 mai 2023, à l'adresse <https://financeactive.com/fr/gestion-des-risques-financiers/normes-ifrs-ias/>

Forcam. (2020, février 11). What is Traceability in Production & Why is it Important? *FORCAM*. <https://forcam.com/en/what-is-traceability/>

Fortra. (s. d.). *Les avantages de l'automatisation*. Consulté 8 juin 2023, à l'adresse <https://www.fortra.com/fr/ressources/guides/operations-automatisees-5-avantages-de-lautomatisation>

FSMA. (s. d.-a). *La Commission des sanctions de la FSMA*. Consulté 10 mai 2023, à l'adresse <https://www.ibr-ire.be/fr/notre-profession/supervision-publique/commission-des-sanctions-de-la-fsma>

FSMA. (s. d.-b). *Qu'est-ce que la FSMA ?* / FSMA. Consulté 10 mai 2023, à l'adresse

<https://www.fsma.be/fr/quest-ce-que-la-fsma>

FSMA. (2023). *Arrêté royal portant approbation du règlement de l'autorité des services et marchés financiers subordonnant à des conditions restrictives la commercialisation de monnaies virtuelles auprès des consommateurs.*

https://www.fsma.be/sites/default/files/media/files/2023-03/reglem_05-01-2023.pdf

Galas, G. (2020, janvier 1). Analyse et comparaison des mécanismes de consensus dans la blockchain. *Medium.* <https://medium.com/@godefroy.galas/analyse-et-comparaison-des-m%C3%A9canismes-de-consensus-dans-la-blockchain-f91aee511ea3>

Gartner. (s. d.). *Definition of External Audit—Gartner Finance Glossary.* Gartner. Consulté 3 mai 2023, à l'adresse <https://www.gartner.com/en/finance/glossary/external-audit>

Gokoglan, K. G., & Cetin, S. (2022). Blockchain technology and its impact on audit activities. *Pressacademia*, 2. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2022.1567>

Gondek, C. (s. d.-a). *Can a Blockchain be an Audit Trail?* Consulté 12 mars 2023, à l'adresse <https://originstamp.com/blog/can-a-blockchain-be-an-audit-trail/>

Gondek, C. (s. d.-b). *What is Blockchain Analytics, and How Does It Work?* Consulté 12 mars 2023, à l'adresse <https://originstamp.com/blog/what-is-blockchain-analytics-and-how-does-it-work/>

Goodrick, D. (2014). *Études de cas comparatives.*

Han, H., Shiwakoti, R. K., Jarvis, R., Mordi, C., & Botchie, D. (2023). Accounting and auditing with blockchain technology and artificial Intelligence : A literature review. *International Journal of Accounting Information Systems*, 48, 100598. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2022.100598>

He, J. (2021). Research on the Application Of Blockchain Technology in Financial Statement Auditing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1992(2), 022008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1992/2/022008>

IAASB. (s. d.). *About IAASB* / IAASB. Consulté 12 mai 2023, à l'adresse <https://www.iaasb.org/about-iaasb>

Iansiti, M., & Lakhani, K. R. (2017, janvier 1). The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>

IASB. (s. d.). *International Accounting Standards Board (IASB)* [Resource]. Consulté 15 mai 2023, à l'adresse <https://www.iasplus.com/en/resources/ifrsf/iasb-ifrs-ic/iasb>

IBM. (s. d.-a). *Avantages de la blockchain—IBM Blockchain* / IBM. Consulté 25 avril 2023, à l'adresse <https://www.ibm.com/fr-fr/topics/benefits-of-blockchain>

IBM. (s. d.-b). *Que sont les contrats intelligents sur la blockchain ?* / IBM. Consulté 14 avril 2023, à l'adresse <https://www.ibm.com/fr-fr/topics/smart-contracts>

IBM. (s. d.-c). *What is Blockchain Security?* / IBM. Consulté 25 avril 2023, à l'adresse <https://www.ibm.com/topics/blockchain-security>

ICCI. (2021). *La profession d'audit et les nouvelles technologies*.

ICCI. (2014). *Risques-clés devant figurer systématiquement dans chaque dossier d'audit.*

<https://www.icci.be/fr/avis/avis-detail-page/risques-cl-s-devant-figurer-syst-matiquement-dans-chaque-dossier-d-audit>

IFRS Foundation. (2023). *IFRS - Why global accounting standards?* <https://www.ifrs.org/use-around-the-world/why-global-accounting-standards/>

IIA. (s. d.). *Audit interne* / UNESCO. Consulté 14 août 2023, à l'adresse <https://www.unesco.org/fr/ios/internal-audit>

IRE. (2022a). *La nomination d'un commissaire et durée du mandat.* <https://www.ibr-ire.be/fr/notre-profession/missions/missions-legales-permanentes/la-nomination-d-un-commissaire-et-duree-du-mandat>

IRE. (2022b). *L'obligation de désigner un commissaire.* <https://www.ibr-ire.be/fr/notre-profession/missions/missions-legales-permanentes/l-obligation-de-designer-un-commissaire>

IRE. (2022c). *Mission et tâches.* <https://www.ibr-ire.be/fr/l-institut/a-propos-de-nous/mission-et-taches>

IRE. (2022d). *Missions contractuelles.* <https://www.ibr-ire.be/fr/notre-profession/missions/missions-contractuelles>

IRE. (2022e). *Missions légales permanentes.* <https://www.ibr-ire.be/fr/notre-profession/missions/missions-legales-permanentes>

IRE. (2022f). *Nos obligations et responsabilités.* <https://www.ibr-ire.be/fr/notre-profession/nos-obligations-responsabilites>

IRE. (2022g). *Notre mission : Créateur de confiance.* <https://www.ibr-ire.be/fr/notre-profession/missions/notre-mission-createur-de-confiance>

Kaisin, M. (2022). *Déontologie et Indépendance du Réviseur. Syllabus.* ICHEC.

KPMG. (2015). *Réflexions futures—Évolution de l'audit.*

Kunselman, K. (s. d.). *Council Post : The Future Of Blockchain In Accountancy.* Forbes. Consulté 12 mars 2023, à l'adresse <https://www.forbes.com/sites/forbesfinancecouncil/2021/01/29/the-future-of-blockchain-in-accountancy/>

Le Robert. (s. d.). *efficacité—Définitions, synonymes, conjugaison, exemples | Dico en ligne Le Robert.* Consulté 8 juin 2023, à l'adresse <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/efficacite>

Leloup, L. (2017). *Blockchain : La révolution de la confiance.* Editions Eyrolles.

Les Echos. (2017, juillet 19). *Mtgox : Le mystère des 650.000 bitcoins évaporés.* Les Echos. <https://www.lesechos.fr/2017/07/mtgox-le-mystere-des-650000-bitcoins-evapores-176447>

Lhoste, D. (2018). *Blockchain, menace ou opportunité pour les réviseurs d'entreprises ?* <https://fr.linkedin.com/pulse/blockchain-menace-ou-opportunit%C3%A9-pour-les-r%C3%A9viseurs-lhoste-dimitri>

Liang, X., Shetty, S., Tosh, D., Kamhoua, C., Kwiat, K., & Njilla, L. (2017). *ProvChain : A Blockchain-Based Data Provenance Architecture in Cloud Environment with Enhanced Privacy and Availability.* 2017 17th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGRID), 468-477. <https://doi.org/10.1109/CCGRID.2017.8>

Loignon, S. (2017). Chapitre 3. Caractéristiques des blockchains. In *Big Bang Blockchain* (p. 61-79).

Tallandier. <https://www.cairn.info/big-bang-blockchain--9791021022683-p-61.htm>

Lombardi, R., de Villiers, C., Moscariello, N., & Pizzo, M. (2022). The disruption of blockchain in auditing – a systematic literature review and an agenda for future research. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 35(7), 1534-1565. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4992>

Louvel-Loréal, V., Castro-Oudni, J., & Bracchetto, J. (2021). *Fiscalité des crypto-actifs : Les propositions de l'OCDE et de la Commission européenne (projet DAC 8)*.

Marian, L. (2019, juillet 8). *The top 8 problems with blockchain*. Computerworld. <https://www.computerworld.com/article/3236480/top-8-problems-with-blockchain.html>

Mougar, W. (2016). *The Business Blockchain : Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology* / Wiley. Wiley.Com. <https://www.wiley.com/en-be/The+Business+Blockchain%3A+Promise%2C+Practice%2C+and+Application+of+the+Next+Internet+Technology-p-9781119300311>

Munir, M. A., Habib, M. S., Hussain, A., Shahbaz, M. A., Qamar, A., Masood, T., Sultan, M., Mujtaba, M. A., Imran, S., Hasan, M., Akhtar, M. S., Uzair Ayub, H. M., & Salman, C. A. (2022). Blockchain Adoption for Sustainable Supply Chain Management : Economic, Environmental, and Social Perspectives. *Frontiers in Energy Research*, 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2022.899632>

N26. (2021, novembre 4). *Qu'est-ce qu'un wallet crypto ? Guide pour débutants – N26*. <https://n26.com/fr-fr/blog/wallet-crypto-definition>

Nathalie, B., Marion, G., & Jean-Henry, M. (s. d.). *POTENTIAL IMPACT OF BLOCKCHAIN ON AUDIT PRACTICE*.

Natoli, C., Yu, J., Gramoli, V., & Esteves-Verissimo, P. (2019). *Deconstructing Blockchains : A Comprehensive Survey on Consensus, Membership and Structure*.

Nexia. (2021, juillet 19). *Blockchain Technology – opportunities and challenges for auditors*.

<https://nexia.com/insights/global-insight/blockchain-technology-opportunities-and-challenges-for-auditors/>

Nowteam. (2023). Qu'est-ce que l'audit informatique en entreprise. *NowTeam, Spécialiste de l'infogérance et maintenance informatique*. <https://www.nowteam.net/quest-ce-que-laudit-informatique-en-entreprise/>

NYS, E. (2022). *Audit et compétences professionnelles. Syllabus*. ICHEC.

Ooreka. (s. d.). *Normes IFRS/IAS : Contenu - Ooreka*. Ooreka.fr. Consulté 15 mai 2023, à l'adresse [/epargne.ooreka.fr/astuce/voir/745439/normes-ifrs-ias](https://epargne.ooreka.fr/astuce/voir/745439/normes-ifrs-ias)

Ouest France. (2021, avril 8). *Vol de données sur Facebook. Les 533 millions d'utilisateurs piratés ne seront pas prévenus*. Ouest-France.fr. <https://www.ouest-france.fr/high-tech/vol-de donnees-sur-facebook-les-533-millions-d-utilisateurs-pirates-ne-seront-pas-prevenus-7218406>

Parlement Européen. (2023, avril 20). *Crypto-actifs : Feu vert à de nouvelles règles de traçabilité des transferts* / *Actualité* / *Parlement européen*. <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20230414IPR80133/crypto-actifs-feu-vert-a-de-nouvelles-regles-de-tracabilite-des-transferts>

Perera, P., & Abeygunasekera, A. (2022). Blockchain Adoption in Accounting and Auditing : A Qualitative Inquiry in Sri Lanka. *Colombo Business Journal International Journal of Theory and Practice*, 13, 57-87. <https://doi.org/10.4038/cbj.v13i1.89>

Psaila, S. (s. d.). *Blockchain : A game changer for audit processes?*

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>

Ramdi Imane. (2021). *La technologie digitale et la profession d'audit : Quel impact ?* <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5730568>

Rayna, T. (2019). Tout ce que vous devriez savoir sur les vrais usages de la blockchain. *Le journal de l'école de Paris du management*, 140(6), 38-45. <https://doi.org/10.3917/jepam.140.0038>

Rees, K. (2022, avril 14). *Visa vs. Cryptocurrency : Which Is Better?* MUO. <https://www.makeuseof.com/visa-vs-crypto/>

Règlement UE. (s. d.). *Règlement (UE) N° 537/2014 du 16 avril 2014 relatif aux exigences spécifiques applicables au contrôle légal des comptes des Entités d'Intérêt Public*. Consulté 14 août 2023, à l'adresse <https://www.ibr-ire.be/fr/actualites/news-detail/r-glement-ue-n-537-2014-du-16-avril-2014-relatif-aux-exigences-sp-cifiques-applicables-au-contr-le-lgal-des-comptes-des-entit-s-d-int-r-t-public>

Renard, J. (2017). *Théorie et pratique de l'audit interne : Primé par l'IFACI*. Editions Eyrolles.

RIVIERE, B. (2013, décembre 26). *Les Normes Internationales d'Audit (ISA)*. Audit & Systèmes d'Information. <https://www.auditsi.eu/?p=4345>

Rozario, A. M., & Vasarhelyi, M. A. (2018). Auditing with Smart Contracts. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 1-27. https://doi.org/10.4192/1577-8517-v18_1

Sastry, S., Lee, T. H., & Teoh, M. T. T. (2021). THE USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND DATA ANALYTICS IN THE AUDIT PROFESSION. *Quantum Journal of Social Sciences and Humanities*, 2(4), 67-86. <https://doi.org/10.55197/qjssh.v2i4.89>

SelfKey. (2020, janvier 4). *Understanding Public vs. Private Blockchain*. SelfKey. <https://selfkey.org/understanding-public-vs-private-blockchain/>

Selg, M. G. (s. d.). *Blockchain-based auditing, effectiveness for accounts receivables and compliance gaps towards*.

Serhrouchni, I. (2020, septembre 22). *La cryptomonnaie et le blanchiment d'argent*. Par Inas Serhrouchni, Juriste. Village de la Justice. <https://www.village-justice.com/articles/cryptomonnaie-blanchiment-argent,43693.html>

Service public fédéral Emploi. (s. d.). *Les missions du Conseil d'entreprise / Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale*. Consulté 9 mai 2023, à l'adresse <https://emploi.belgique.be/fr/themes/concertation-sociale/organes-et-procedures-de-concertation-dans-lentreprise-ce-cppt-ds-22>

Sheng-Feng Hsieh, S.-F. H. (2021a). Introduction to Blockchain in Accounting and Auditing. *International Journal of Computer Auditing*, 3(1), 037-039. <https://doi.org/10.53106/256299802021120301006>

Sheng-Feng Hsieh, S.-F. H. (2021b). Introduction to Blockchain in Accounting and Auditing.

International Journal of Computer Auditing, 3(1), 037-039.

<https://doi.org/10.53106/256299802021120301006>

Soumahoro, M. (2023, avril 13). *Audit interne et externe : Quelles différences ?* EDC Paris.

<https://www.edcparis.edu/fr/blog/audit-interne-et-externe-quelles-differences>

SVadmin. (2021, avril 13). *Question : How Blockchain will impact accountants and auditors?* Blog

Espacial. <https://planetariodevitoria.org/en/bez-rubriki/question-how-blockchain-will-impact-accountants-and-auditors.html>

The journal of Accountancy. (2022, février 1). *Embracing technology in the audit.* Journal of Accountancy. <https://www.journalofaccountancy.com/issues/2022/feb/embracing-technology-audit.html>

Thornthwaite, L. (2021, décembre 20). Que signifie la blockchain pour l'audit ? | Kreston mondial.

Kreston Global. <https://www.kreston.com/fr/blockchain-audit/>

Triple-Entry Accounting and Blockchain. (2020, janvier 9). *University of North Dakota Online.*

<https://onlinedegrees.und.edu/blog/triple-entry-accounting-blockchain/>

Van Hoof, E. (2022). *International Standards on Auditing. Syllabus.* (ICHEC).

Verdier, M. (2018). La blockchain et l'intermédiation financière: *Revue d'économie financière*, N° 129(1), 67-87. <https://doi.org/10.3917/eco.129.0067>

Why is Blockchain Important and Why Does it Matters? [2022] | Simplilearn. (s. d.).

Simplilearn.Com. Consulté 12 mars 2023, à l'adresse

<https://www.simplilearn.com/tutorials/blockchain-tutorial/why-is-blockchain-important>

Will Blockchain Disrupt the Lives of Governance and Assurance Professionals? (s. d.). ISACA.

Consulté 12 mars 2023, à l'adresse [https://www.isaca.org/resources/news-and-trends/isaca-](https://www.isaca.org/resources/news-and-trends/isaca-now-blog/2017/will-blockchain-disrupt-the-lives-of-governance-and-assurance-professionals)

[now-blog/2017/will-blockchain-disrupt-the-lives-of-governance-and-assurance-professionals](https://www.isaca.org/resources/news-and-trends/isaca-now-blog/2017/will-blockchain-disrupt-the-lives-of-governance-and-assurance-professionals)

Worldbank. (2018). *Blockchain & Distributed Ledger Technology (DLT)* [Text/HTML]. World Bank.

<https://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/brief/blockchain-dlt>