



HAL
open science

Comment l'utilisation de la blockchain peut accélérer la décarbonation des entreprises ?

Axel Contamin de Filippis

► To cite this version:

Axel Contamin de Filippis. Comment l'utilisation de la blockchain peut accélérer la décarbonation des entreprises ?. Gestion et management. 2023. dumas-04393999

HAL Id: dumas-04393999

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04393999>

Submitted on 15 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Mémoire de recherche

Comment l'utilisation de la blockchain peut accélérer la décarbonation des entreprises ?

**Présenté par : CONTAMIN DE FILIPPIS
Axel**

Entreprise d'accueil : Araymond France SAS

Date d'alternance : du 15/09/22 au 15/09/23

**Tuteur entreprise : FERRAZZI Sandra
Tuteur universitaire : MONCLUS Vincent**

**Master 2 – Alternance
Master DESMA
Spécialité Management Stratégique des Achats
2022 – 2023**

ARaymond^{CS}
MORE THAN FASTENING

Avertissement :

Grenoble IAE, au sein de l'Université Grenoble Alpes, n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires des candidats aux masters en alternance : ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

Tenant compte de la confidentialité des informations ayant trait à telle ou telle entreprise, une éventuelle diffusion relève de la seule responsabilité de l'auteur et ne peut être faite sans son accord.

RÉSUMÉ

Ce mémoire explore la convergence entre la technologie de la blockchain, la décarbonation des entreprises et le rôle de la fonction achats pour atteindre les objectifs de neutralité carbone. La blockchain, initialement conçue pour les crypto-monnaies, offre aujourd'hui des opportunités pour repenser les chaînes d'approvisionnements des entreprises. Cette technologie permet d'assurer la transparence des produits, d'optimiser le suivi des énergies renouvelables et de repenser les marchés d'échanges de crédits et de compensations carbonés. Les enjeux environnementaux mondiaux qui se font de plus en plus pressants, motivent les entreprises à explorer des solutions innovantes pour se conformer aux cadres réglementaires émergent. Elles ont un rôle social crucial à jouer en réduisant leur empreinte sur l'environnement. L'étude terrain va venir confronter l'aspect théorique à la réalité des entreprises. Ce mémoire a pour objectif de vulgariser la technologie de la blockchain afin de mieux comprendre ses applications potentielles en entreprise.

SUMMARY

This dissertation explores the convergence between blockchain technology, corporate decarbonisation and the role of the procurement function in achieving carbon neutrality objectives. Blockchain, originally designed for crypto-currencies, now offers unique opportunities to rethink corporate supply chains. This technology makes it possible to ensure product transparency, optimise the monitoring of renewable energies and rethink carbon credit and offset trading markets. Global environmental issues are becoming increasingly pressing, motivating companies to explore innovative solutions to comply with emerging regulatory frameworks. They have a crucial social role to play in reducing their environmental footprint. The field study will compare the theoretical aspect with the reality on the ground. The aim of this dissertation is to popularise blockchain technology in order to better understand its potential applications in business.

REMERCIEMENTS

Avant de commencer ce mémoire, je tiens à remercier mon tuteur, Monsieur MONCLUS Vincent pour son professionnalisme, sa disponibilité et sa gentillesse. Il a su m'accompagner et m'aiguiller de manière pertinente tout au long de la rédaction de ce mémoire.

J'aimerais également adresser mes remerciements au Dr Natacha TREHAN, responsable du Master DESMA, pour m'avoir permis de découvrir l'univers des achats grâce à une formation enrichissante qui a pu me conforter dans ma reconversion professionnelle.

Je tiens à remercier la société ARaymond France SAS et tout particulièrement son service achats ARSF pour m'avoir accueilli et offert l'opportunité d'évoluer au sein de son équipe.

J'adresse toute ma gratitude à Madame FERRAZZI Sandra, ma tutrice en entreprise, pour son implication et la confiance qu'elle m'a accordée tout au long de cette année. Grâce à elle, j'ai eu la chance de pouvoir travailler sur des missions pertinentes et enrichir mes connaissances sur le métier d'acheteur.

Enfin, je remercie l'ensemble des équipes Achats indirect et directs pour leur accueil, leur bienveillance et les connaissances qu'ils ont su me transmettre durant toute cette année d'alternance. Un grand merci à :

- Philippe CUIAT
- Marine CONCU
- Corinne VIRIEUX-PETIT
- Marianne GELY
- Flora L'HOMME
- Zuzana USSORIO
- Muriel LAPEYRE

SOMMAIRE

INTRODUCTION	8
PARTIE 1 - REVUE DE LITTÉRATURE	10
CHAPITRE 1 – PRESENTATION DE LA BLOCKCHAIN.....	11
I. Définition	11
II. Les différents types de blockchain	14
III. Les piliers de la blockchain	14
IV. Les smart contracts.....	16
CHAPITRE 2 – LES ENJEUX DE LA DECARBONATION	18
I. Qu'est-ce que la décarbonation des entreprises et pourquoi est-ce important ?	18
II. Qui sont les acteurs qui fixent les normes en matière de décarbonation ?	19
III. Le green deal	22
IV. L'influence du GIEC et des organismes indépendants.....	23
V. L'émergence d'organisme de notation carbone.....	25
VI. Les rapports extra-financier « CRSD »	25
VII. Répartition des principales émissions des entreprises.....	26
CHAPITRE 3 – LE SERVICE ACHAT DANS TOUT ÇA ?	28
I. Historique de la fonction achat	28
II. Le rôle du service achat	28
III. La création de valeur	29
IV. Comment les services achats peuvent-ils agir sur la performance extra-financière ?	30
CHAPITRE 4 – LES APPLICATIONS DE LA BLOCKCHAIN AU SERVICE DE LA DECARBONATION	33
I. Utilisation de la blockchain pour le suivi et la certification de la durabilité des produits et des chaînes d'approvisionnement.....	33
II. Utilisation de la blockchain pour le suivi des énergies renouvelables.....	40
III. Utilisation de la blockchain pour la finance verte	43
PARTIE 2 - ÉTUDE EMPIRIQUE.....	49
CHAPITRE 5 – PRESENTATION DES OBJECTIFS ET DE LA METHODOLOGIE DE L'ÉTUDE	50
I. Les objectifs	50
II. La méthodologie.....	51
III. Échantillon	52
CHAPITRE 6 - ANALYSE DES INTERVIEWS.....	53
I. Perceptions des enjeux environnementaux et stratégies d'entreprises	53
II. Questions générales sur la blockchain.....	57
III. Les défis à relever pour une implémentation de solution basée sur la blockchain.....	62
IV. Focus sur la partie juridique de la blockchain.....	64
CHAPITRE 7 – ANALYSE D'UN QUESTIONNAIRE AUPRES DE LA COMMUNAUTE CRYPTO.....	66
I. Analyse du profil des répondants.....	67
II. Analyse des réponses sur la blockchain.....	70
III. Analyse des applications de la blockchain à l'environnement	72
CHAPITRE 8 – PRECONISATIONS	77
I. Préconisation 1 : Créer des synergies avec les communautés indépendantes	78
II. Préconisation 2 : Motiver les fournisseurs pour les inclure dans l'écosystème	80
III. Préconisation 3 : Intégration d'une matrice de risque	82

CONCLUSION	84
BIBLIOGRAPHIE	86
TABLE DES FIGURES	90

INTRODUCTION

Le physicien Freeman Dyson nous a dit "Le progrès technologique n'est pas une fin en soi, mais un moyen de créer un avenir meilleur."

Au fil de ces dernières décennies, les nouvelles technologies ont permis d'offrir une transformation radicale pour l'ensemble de notre monde. Elles ont réinventé nos systèmes de production, transformé nos modes de communication et ont ouvert la voie à une ère de connaissances et d'innovations sans précédent. Cependant, au-delà de leurs promesses de progrès et d'efficacité, ces avancées technologiques portent également la responsabilité de contribuer à un avenir plus durable et équitable.

Cette nouvelle ère du numérique est en constante évolution, l'information se déplace à la vitesse de la lumière et les interactions transcendent les frontières géographiques. Parmi les nombreuses technologies émergentes, une technologie se démarque comme étant une force dans le domaine de la durabilité : la blockchain.

La blockchain, conçue à l'origine pour soutenir les crypto monnaies et le célèbre Bitcoin, évolue rapidement pour devenir une technologie couvrant un vaste domaine d'applications. Elle a toutes les caractéristiques pour s'imposer comme étant une référence en termes de responsabilité environnementale et d'optimisation de la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Plus précisément, elle va pouvoir offrir un vaste écosystème et répondre à de nombreuses problématiques dans le contexte des achats en entreprise. La blockchain offre des opportunités sans précédent pour revoir la façon dont les entreprises gèrent leurs ressources, intègrent des pratiques durables dans leurs opérations et interagissent avec leurs fournisseurs. Cette technologie révolutionnaire, basée sur la décentralisation, la transparence et la sécurité, peut être un véritable catalyseur pour l'adoption de pratiques plus respectueuses de l'environnement tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

L'apparition de nouvelles pratiques et l'adoption de nouveaux outils en entreprises intervient souvent en réponse à des problématiques mondiales où des crises majeures. L'urgence des enjeux environnementaux mondiaux, tels que le réchauffement climatique, l'augmentation des gaz à effets

de serre dans notre atmosphère, permet de motiver les entreprises à explorer des solutions innovantes pour atteindre des objectifs de durabilité et neutralité carbone.

Les entreprises ont aujourd'hui la responsabilité de s'adapter au changement climatique et de changer leurs modes de travail pour devenir des acteurs responsables. Au-delà de ça, elles ont un véritable rôle social à jouer car elles pourront améliorer la qualité de vie des consommateurs en réduisant leur empreinte environnementale et en devenant des exemples de modèles d'entreprise responsables. Leur engagement dans la durabilité peut non seulement contribuer à la lutte contre le changement climatique, mais aussi permettre de créer un avenir où les entreprises prospèrent en harmonie avec la planète et la société.

Ce mémoire s'engage dans une mission passionnante de vulgarisation de cette nouvelle technologie, en la démystifiant et en dévoilant ses multiples applications au sein des services achats. Il se penche sur les implications profondes de cette innovation pour la décarbonation des entreprises, montrant comment la blockchain peut devenir un outil puissant pour atteindre les objectifs environnementaux tout en optimisant la fonction achat.

Cette étude est divisée en deux grandes parties. La première est une revue de littérature approfondie, où nous explorerons en détail les notions de blockchain, de décarbonation et la fonction achats en entreprise. Nous explorerons les manières dont la blockchain peut révolutionner la gestion de la chaîne d'approvisionnement, améliorer la traçabilité des produits, optimiser le suivi des énergies renouvelables et comment elle peut apporter de nouvelles perspectives dans la finance verte. Cette revue permettra de jeter les bases conceptuelles de notre enquête empirique.

La deuxième partie de l'étude prend une dimension plus pratique. Elle se divise en deux parties distinctes. La première partie se nourrit d'entretiens avec des professionnels de la blockchain, de la digitalisation et de la durabilité en entreprise. Nous plongerons dans leurs perspectives, leurs expériences et leurs idées pour comprendre comment ces domaines convergent et s'influencent mutuellement.

Enfin, la deuxième partie sera consacrée à une analyse des résultats d'un questionnaire portant sur la blockchain et la durabilité qui a été transmis à la communauté des crypto monnaies. L'objectif de cette analyse est de pouvoir comprendre comment les enjeux de décarbonations sont perçus par des experts en blockchain et comment ils pourraient contribuer à une adoption pour les entreprises.

PARTIE 1

-

REVUE DE LITTERATURE

CHAPITRE 1 – PRESENTATION DE LA BLOCKCHAIN

I. DEFINITION

Avant de définir la blockchain il est important de comprendre pourquoi cette technologie a été créée et quelles solutions elle peut apporter. Côme Berbain dans son livre « La blockchain : concept, technologies, acteurs et usages » s'interroge sur le problème de la confiance lors des transactions entre différents acteurs.

Il nous explique que « la confiance entre des acteurs réalisant des transactions repose généralement sur un système centralisé : les acteurs, ne pouvant se faire confiance mutuellement, choisissent de faire confiance à une entité qu'ils reconnaissent tous (État, banque, notaire...). Ce tiers de confiance tient un registre de leurs transactions, garantissant ainsi la régularité de leurs échanges. En fonction du type de transactions, l'accès au registre peut être libre pour tous, ou restreint à certains acteurs. ». L'auteur explique que ce tiers de confiance détient le monopole et la gestion des mises à jour du registre des transactions afin d'éviter tout risque de fraude.

Le concept de la blockchain a été créé afin de pouvoir proposer un réseau permettant une gestion collaborative d'un registre distribué sans la nécessité d'une autorité centrale. Ce concept repose sur deux spécificités :

- Une « chaîne » de blocs de données décrivant les transactions, liés entre eux par un procédé cryptographique en accès public, étant implantée dans un registre.
- Le fait que tout utilisateur peut ajouter des éléments au registre en respectant un processus de validation décentralisée des blocs pour empêcher la falsification des données.

La technologie de la blockchain offre la promesse de la décentralisation de la confiance. L'absence d'un tiers de confiance est garantie par l'infalsifiabilité du registre car tout éléments implantés dans le registre sont immuables. Ces caractéristiques induisent une transparence et une auditabilité de toutes les transactions du registre.

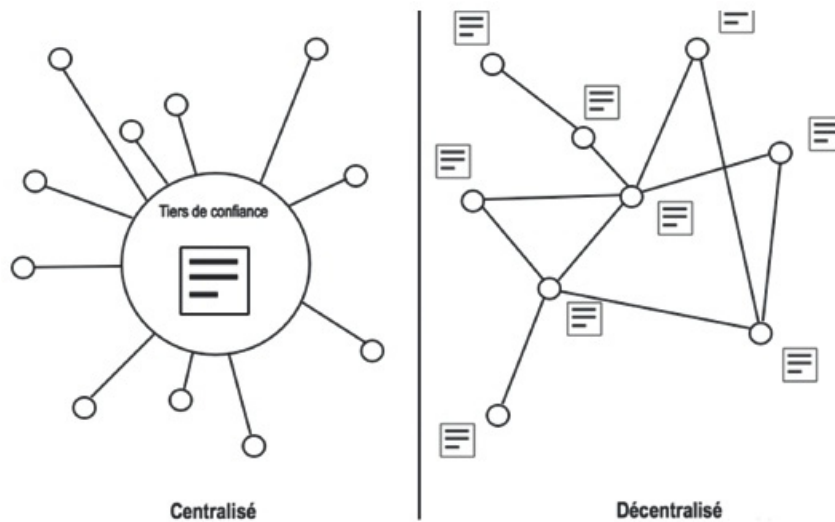


Figure 1 : Marin-Dagannaud, Gautier. « Le fonctionnement de la *blockchain* »

La création de cette technologie est l’aboutissement et la maîtrise de plusieurs concepts mathématiques et numériques. En 1976, deux chercheurs américains Whitfield Diffie et Martin Hellman inventent le concept qui révolutionnera le monde numérique, celui de double-clef « publique / privé » qui permet l’échange d’informations de manière cryptée et asymétrique sans faire appel à un codage ou un mot de passe.

Cette innovation constitue la genèse de la technologie Blockchain. Hal Finney, qui est un développeur informatique, est considéré comme l’une des figures clés de la cryptographie et de la technologie de la blockchain. En 2004 il a développé un système de preuve de travail (Proof of Work) pour se protéger contre les attaques par spam. Cette technologie constitue également l’un des fondements caractéristiques de la blockchain.

La technologie de la blockchain telle qu’on la connaît aujourd’hui a été créée en 2009 par un individu ou groupe d’individus apparaissant sous le pseudonyme de « Satoshi Nakamoto ». Ce personnage le présente dans un document intitulé « White Paper Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronic Cash System » comme étant un système de transfert de valeur peer-to-peer, qui permet de créer des transactions sécurisées et vérifiables entre des parties sans l’intervention d’une autorité centrale.

Flux de transaction dans un réseau blockchain :

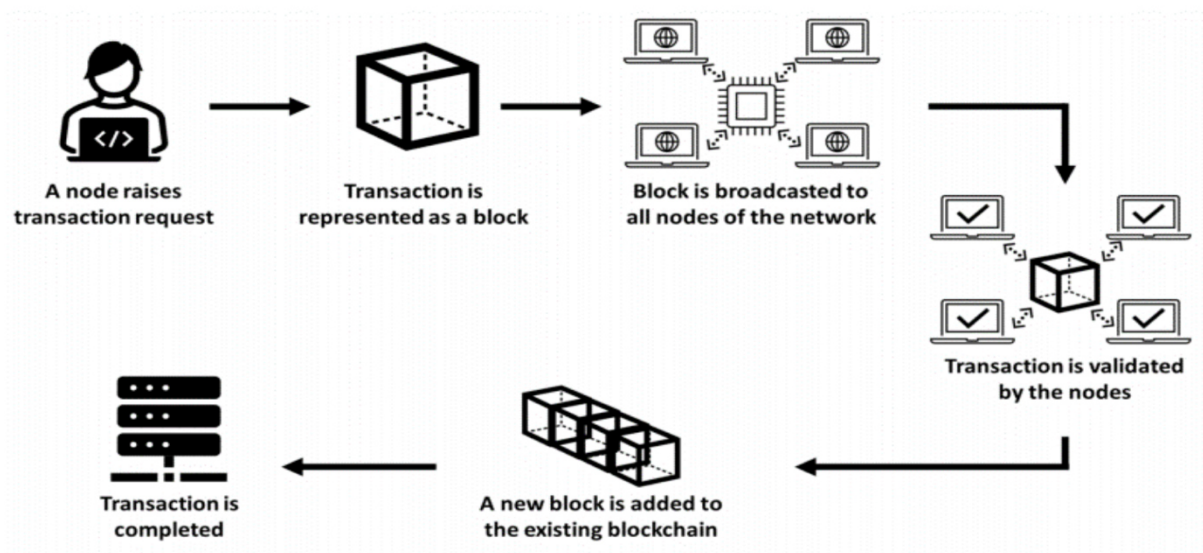


Figure 2 : Raja Santhi & Muthuswamy, 2022

La société IBM, qui est un acteur majeur de l'écosystème aujourd'hui, définit la blockchain comme étant « Un registre partagé et immuable qui permet d'enregistrer les transactions, de suivre les actifs et d'instaurer la confiance. »

L'aboutissement de cette technologie a été permis grâce à la maîtrise de nombreux piliers informatiques. On parle ici de la résolution du trilemme de la blockchain: la sécurité, la décentralisation et la scalabilité. La scalabilité étant la capacité d'un système à s'adapter et à gérer efficacement une augmentation de la charge de travail ou du volume de données sans sacrifier les performances ou la qualité du service.

Pour Côme Berbain « La blockchain nous offre la possibilité de modifier la manière dont nous concevons la gestion de la confiance dans les relations humaines et au sein des organisations associées. Initiant la transformation numérique de secteurs complets, elle va bien au-delà d'une simple question technique. »

II. LES DIFFERENTS TYPES DE BLOCKCHAIN

Les blockchains publiques :	C'est un réseau ouvert à tous, dans lequel tous les nœuds de la chaîne sont accessibles, sans barrière d'entrée. Un nœud dans la blockchain est un participant actif du réseau qui contribue à la validation, à la vérification et à la conservation des données de la blockchain.
Les blockchains privées :	Ce sont des réseaux avec un nombre limité de participants au sein duquel le gérant de la chaîne peut modifier le protocole quand il le souhaite. Le gérant possède la mainmise sur l'adhésion des nouveaux participants. L'intérêt est limité puisqu'elle ne fait pas le lien entre les acteurs
Les blockchains de consortium :	Les blockchains de consortium sont un mix entre privé et public, elle regroupe plusieurs acteurs, certains nœuds peuvent être rendus publics tandis que d'autres restent privés, chaque acteur choisit ce qu'il veut partager.

III. LES PILIERS DE LA BLOCKCHAIN

Le peer-to-peer, également appelé P2P, est un modèle de communication informatique dans lequel chaque participant a le même statut et peut échanger des données directement avec les autres participants sans passer par un serveur central. Cela signifie que chaque ordinateur ou dispositif connecté à un réseau P2P peut agir à la fois comme un client et comme un serveur, permettant ainsi une collaboration directe entre les participants. Les réseaux P2P peuvent être utilisés pour le partage de fichiers, de valeur, la diffusion de vidéos en streaming, les jeux en ligne, etc.

Cette technologie est basée sur le système de preuve de travail* de Hal Finney (proof of work) *. La Proof of Work (PoW) est un mécanisme de consensus utilisé dans les blockchains décentralisées pour valider les transactions et créer de nouveaux blocs. Dans un système PoW, les mineurs sont les personnes qui vont fournir leur puissance de calcul au réseau pour résoudre des problèmes mathématiques permettant de valider les transactions et créer de nouveaux blocs. Le minage leur rapporte une récompense sous forme de jeton/ token pour leurs contributions au système.

La PoW est considérée comme très sécurisée car elle nécessite une quantité importante de puissance de calcul pour miner de nouveaux blocs, ce qui rend difficile pour un attaquant potentiel de modifier

les transactions ou de créer des blocs frauduleux. Cependant, la PoW est également critiquée pour son coût en énergie et en matériel informatique.

Il existe aujourd'hui d'autres technologies comme la « preuve d'enjeu » (Proof of Stake) qui permet de valider des transactions avec une quantité d'énergie beaucoup moins importante. Ce concept 2.0 a été créé par Vitalik Buterin qui est le créateur de la blockchain ETHEREUM, la deuxième blockchain la plus influente de l'écosystème des cryptos monnaies.

Les technologies émergentes construites sur des blockchains sont généralement des plateformes ou des protocoles sur lesquels il est possible de construire des services répondant à des cas d'usages. Les domaines d'application sont nombreux :

- Finance
- Service dans l'énergie, le commerce
- Le transport
- Les droits numériques (musique, films)
-

Z. Zheng, S. Xie, H.-N. Dai et al. / Future Generation Computer Systems 105 (2020) 475–491

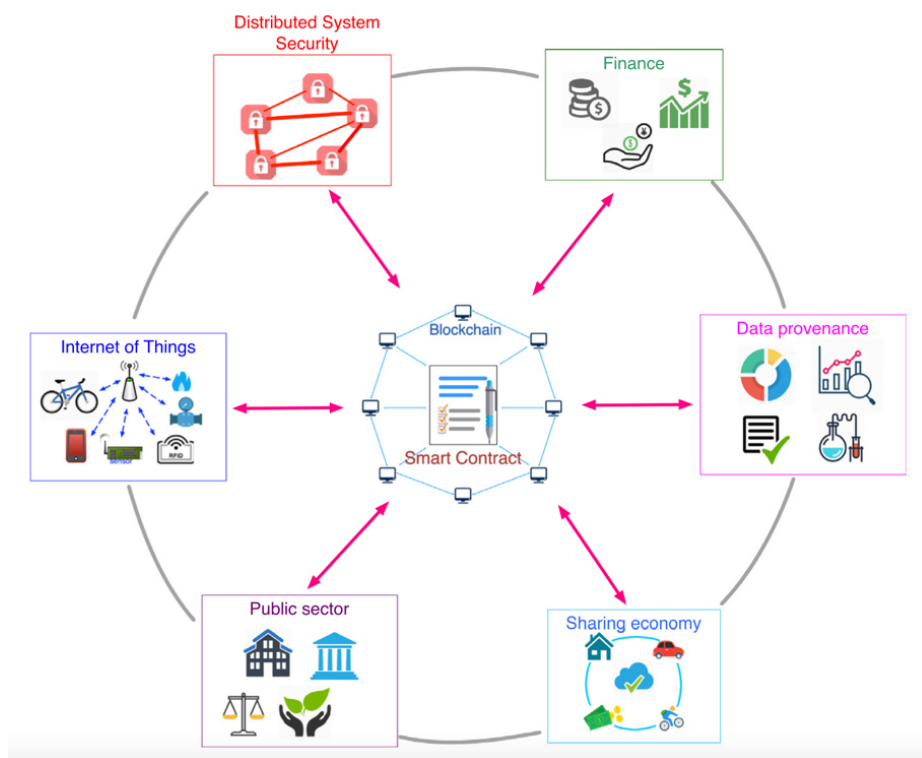


Figure 3: An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms, Future Generation Computer Systems, Z.Zheng S.Xie

IV. LES SMART CONTRACTS

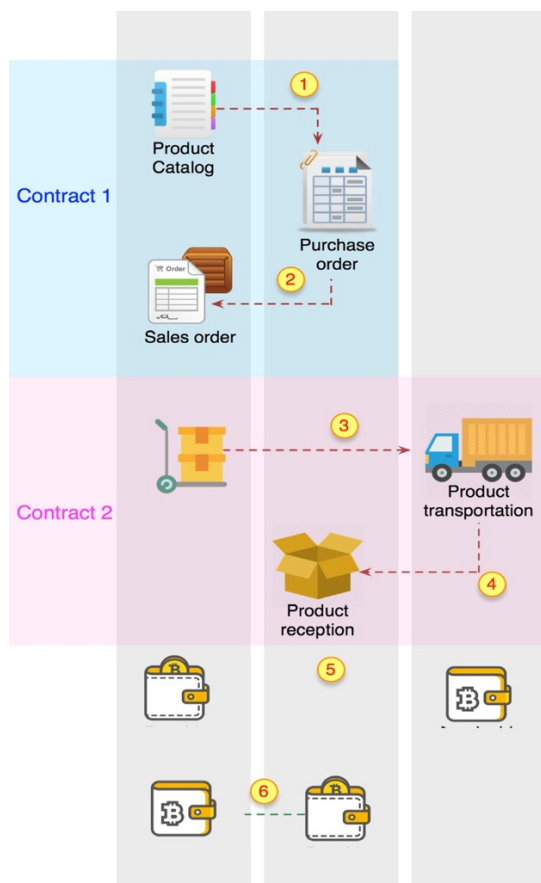
Le concept de smart contracts est un concept qui a été proposé par Nick Szabo en 1994. Il les a définis comme des protocoles informatiques qui facilitent, vérifient ou exécutent la négociation ou l'exécution d'un contrat. En 2015, ETHEREUM devient la première blockchain à avoir popularisé les smart contracts en leur donnant une réalité pratique. Pour Vitalik Buterin les smart contracts sont des programmes informatiques autonomes qui s'exécutent automatiquement sur une blockchain décentralisée lorsqu'ils sont programmés de manière spécifique et que les conditions prédéfinies sont remplies.

Un rapport du cabinet d'expertise DELOITTE présente les différents avantages que proposent les smart contrats :

- « **Vitesse et mises à jour en temps réel.** Étant donné que les contrats intelligents utilisent du code logiciel pour automatiser les tâches qui sont généralement effectuées par des moyens manuels, ils peuvent augmenter la vitesse d'une grande variété de processus commerciaux.
- **Précision.** Les transactions automatisées sont non seulement plus rapides, mais aussi moins sujettes aux erreurs manuelles.
- **Risque d'exécution inférieur.** Le processus d'exécution décentralisé élimine pratiquement le risque de manipulation, de non-performance ou d'erreurs, puisque l'exécution est gérée automatiquement par le réseau plutôt que par une partie individuelle.
- **Moins d'intermédiaires.** Les contrats intelligents peuvent réduire ou éliminer la dépendance à l'égard des intermédiaires tiers qui fournissent des services de « confiance » tels que l'entiercement entre contreparties.
- **Coût inférieur.** Les nouveaux processus rendus possibles par les contrats intelligents nécessitent moins d'interventions humaines et moins d'intermédiaires et réduiront donc les coûts. »

- **Nouveaux modèles commerciaux ou opérationnels.** Étant donné que les contrats intelligents offrent un moyen peu coûteux de garantir que les transactions sont effectuées de manière fiable comme convenu, ils permettront de nouveaux types d'entreprises, du commerce d'énergie renouvelable entre pairs à l'accès automatisé aux véhicules et aux unités de stockage.

Les contrats intelligents stimulent un large éventail d'application allant de l'internet industriel des objets aux services financiers. Leurs utilisations permettent d'avoir de nombreuses utilisations concrètes, comme l'automatisation de transactions financières, de processus de commande et le transfert de propriété intellectuelle par exemple.



L'ensemble du processus se fait de pair à pair, sans l'intervention de tiers comme les banques. Par conséquent, le délai d'exécution et le coût de la transaction peuvent être considérablement réduits.

Le règlement financier sera automatiquement effectué d'égal à égal une fois que la condition prédéfinie sera remplie (par exemple, l'acheteur confirme la réception des produits).

Toutes les transactions stockées et dupliquées dans l'ensemble du système de blockchain distribuée sont traçables et vérifiables. Par conséquent, les comportements malveillants tels que les fraudes financières peuvent être considérablement atténués.

Figure 4 : Exemple d'un smart contrat entre un acheteur et un fournisseur

CHAPITRE 2 – LES ENJEUX DE LA DECARBONATION

I. QU'EST-CE QUE LA DECARBONATION DES ENTREPRISES ET POURQUOI EST-CE IMPORTANT ?

La décarbonation est devenue un enjeu majeur pour lutter contre le changement climatique. Elle consiste en la réduction des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et d'autres gaz à effet de serre produits par les activités humaines telles que la production d'énergie, l'agriculture, le transport ou encore l'industrie.

La quatrième révolution industrielle évoquée notamment par Klaus Schwab le directeur du forum économique mondial, est en train de transformer notre société, offrant des opportunités de changer nos vies et de transformer nos modes de production.

En effet, « la décarbonation profonde des systèmes économiques qui doit être menée d'ici au milieu du siècle est désormais perçue par nombre d'entreprises comme une source majeure d'innovation et d'activité, voire comme le volet central d'une révolution industrielle. » (Patrick Criqui 2015)

Des études récentes se concentrent donc sur l'intégration des technologies de l'industrie 4.0 appliquée à la durabilité des entreprises. On peut considérer que les principes et les pratiques de l'industrie 4.0 peuvent libérer tout le potentiel des organisations durables pour créer une société plus saine ainsi qu'une fabrication durable de classe mondiale. La technologie peut stimuler l'amélioration de la qualité de l'environnement, tandis que les outils de l'industrie 4.0 peuvent potentiellement favoriser les décisions de durabilité environnementale en permettant un meilleur alignement stratégique entre les technologies de l'information et les objectifs organisationnels.



Figure 5 : Les technologies émergentes

Selon une étude du cabinet d'audit DELOITTE, la réussite de la transition vers une économie à faible émission de carbone dépend essentiellement de la capacité à mobiliser rapidement des capitaux à grande échelle. Le secteur des services financiers a déjà commencé à jouer un rôle majeur dans la lutte contre le changement climatique. Plus de 500 investisseurs disposant d'actifs d'une valeur de plus de 50 000 milliards de dollars ont rejoint l'initiative Climate Action 100+. Cette initiative vise à pousser les entreprises à faire davantage pour lutter contre le changement climatique, en s'engageant directement et en soutenant les propositions des actionnaires.

La blockchain, en tant que technologie émergente, offre de nouvelles possibilités pour accélérer la décarbonation des entreprises. Cependant, pour garantir l'efficacité de ces initiatives, il est important de comprendre les enjeux globaux liés aux émissions de carbone, ainsi que les organismes qui régulent et gèrent les normes environnementales. Dans cette optique, il est crucial de prendre en compte les avancées technologiques et les cadres réglementaires pour intégrer la blockchain dans les stratégies de décarbonation des entreprises.

II. QUI SONT LES ACTEURS QUI FIXENT LES NORMES EN MATIERE DE DECARBONATION ?

La décarbonation est devenue un enjeu majeur pour lutter contre le changement climatique et les émissions de CO2 sont une des principales causes du réchauffement de la planète. Les entreprises ont donc un rôle-clé à jouer dans la réduction de ses émissions.

Cependant, cette réduction n'est pas simple à mettre en place. Il existe de nombreux acteurs et organismes qui régulent et gèrent les normes en matière de décarbonation. Ces organismes sont notamment les gouvernements, les agences environnementales, les entreprises, les universités et les organisations non gouvernementales.

Les gouvernements ont un rôle important à jouer dans la mise en place de politiques publiques visant à encourager les entreprises à réduire leurs émissions de CO₂. Des accords internationaux sur le climat ont été mis en place pour coordonner les actions des pays en matière de lutte contre le changement climatique.

Les agences environnementales émettent également des normes et des réglementations pour encadrer les émissions de CO₂ des entreprises. Les entreprises doivent respecter ces normes et réglementations pour réduire leurs émissions de CO₂.

Enfin, les organisations non gouvernementales et les universitaires ont aussi un rôle important en sensibilisant le public et les entreprises sur l'importance de la décarbonation et en développant des solutions innovantes pour réduire les émissions de CO₂.

La plus haute directive sur les émissions de carbone remonte au Protocole de Kyôto (1997). En effet, il s'agit du premier accord international visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES). Les pays signataires se sont engagés à réduire leurs émissions de GES de 5,2 % par rapport aux niveaux de 1990. Très vite les institutions se sont aperçues que certaines entreprises préféraient payer des amendes plutôt que de respecter les accords. Il en ressort la nécessité d'aller plus loin dans cette démarche de diminution des émissions.

En 1972, la première conférence internationale consacrée à la protection de l'environnement s'est tenue à Stockholm. Cette réunion, également connue sous le nom de Conférence de Stockholm où Premier Sommet de la Terre, a été organisée par les Nations Unies.

L'Accord de Paris sur le climat, issu de la COP 21 en 2015, est le premier accord considéré comme universel traitant du changement climatique et proposant des mesures pour ralentir ce phénomène, c'est pourquoi cette COP est souvent plus citée que d'autres ayant eu lieu avant ou après.

L'Accord de Paris est un traité international entré en vigueur en novembre 2016. Son objectif est de maintenir l'augmentation de la température moyenne mondiale bien en dessous de 2°C au-dessus des

niveaux préindustriels et de poursuivre les efforts pour limiter l'augmentation de la température à 1,5°C au-dessus de ces niveaux. Les dirigeants mondiaux ont souligné la nécessité de limiter le réchauffement climatique à 1,5°C d'ici à la fin du siècle. Les émissions de gaz à effet de serre doivent réduire avant 2025 et diminuer de 43% d'ici 2030 pour atteindre cet objectif. L'Accord de Paris est un jalon important dans la lutte contre le changement climatique car il rassemble 196 nations pour lutter contre ce phénomène et s'adapter à ses effets.

La mise en œuvre de l'Accord de Paris passe par une transformation sociale et économique, fondée sur les meilleures données scientifiques disponibles. L'Accord de Paris fonctionne sur des cycles de 5 ans d'actions climatiques. En 2020, les pays ont soumis leurs plans d'action climatique, appelés contributions nationales déterminées (NDC).

Dans leurs NDC, les pays doivent communiquer les actions qu'ils vont prendre pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris. Ils doivent également communiquer sur les mesures qu'ils vont prendre pour renforcer leur résilience afin de s'adapter aux effets de la hausse des températures.

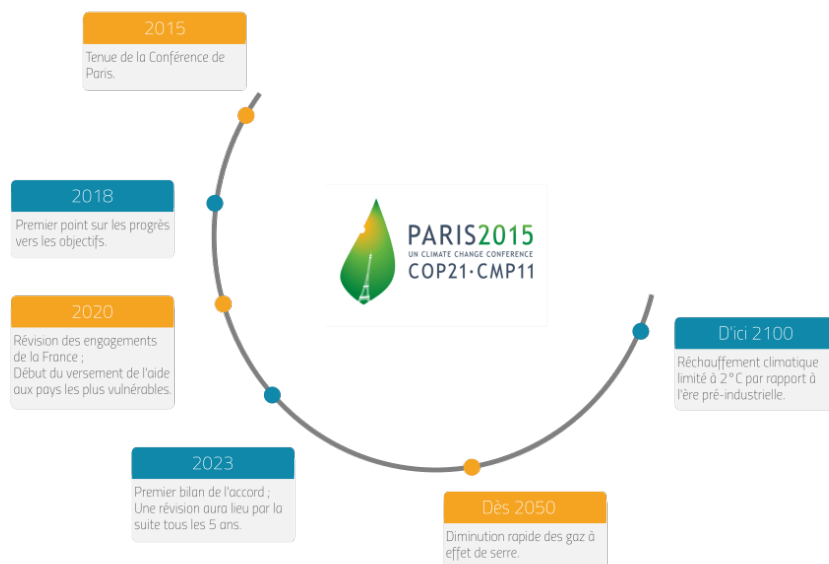


Figure 6 : Accords de Paris

Cependant les experts ont observé que ce n'est pas suffisant car d'après une étude du CDP (Carbon Disclosure Project), les pays ne parviennent pas à respecter leurs engagements.

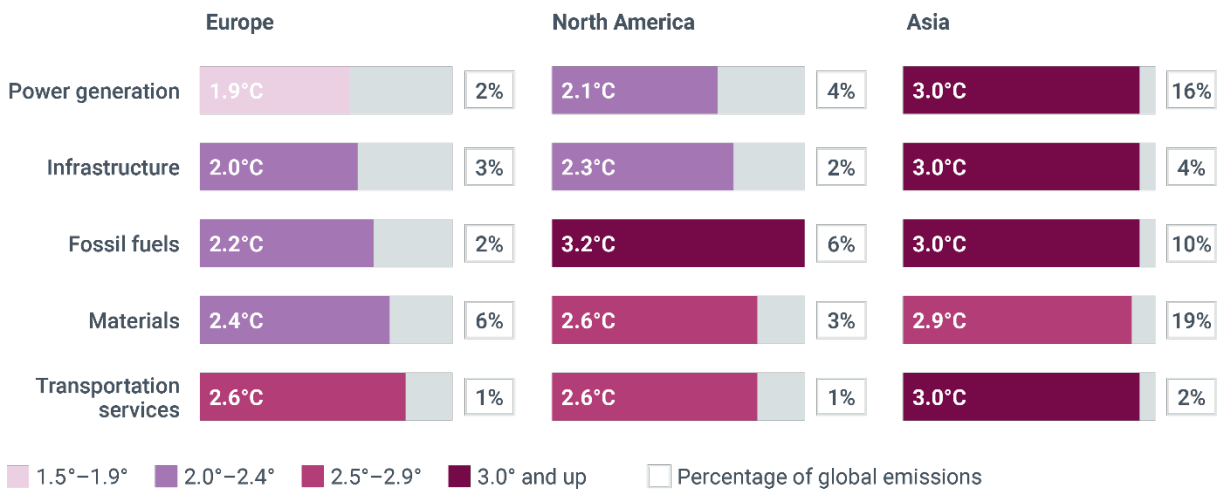
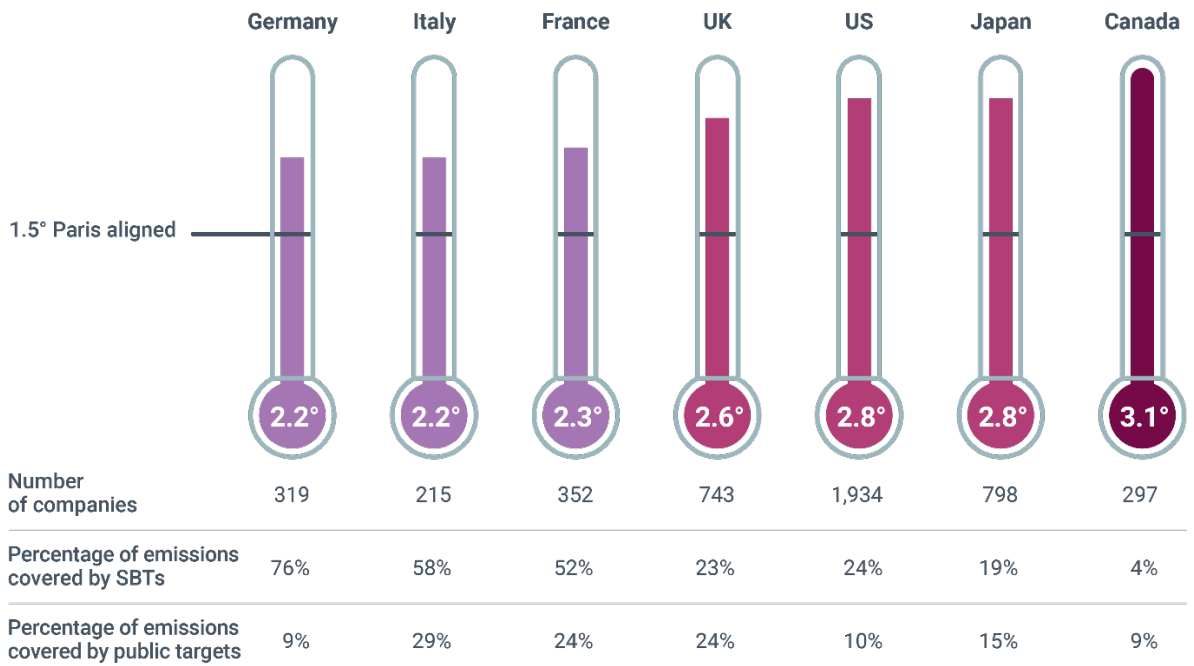


Figure 7 : Carbon Disclosure Project

III. LE GREEN DEAL

Le Green Deal, où Pacte Vert Européen, est un plan d'action proposé par la Commission européenne le 11 décembre 2019 pour faire de l'Europe le premier continent climatiquement neutre d'ici 2050. Ce plan ambitieux vise à transformer l'économie européenne pour qu'elle soit plus durable et à atteindre un objectif de neutralité climatique d'ici 2050.

Le Green Deal propose un certain nombre d'objectifs et de mesures pour atteindre cet objectif. Les principales initiatives comprennent une réduction de 50 à 55% des émissions de gaz à effet de serre

d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990. La mise en place d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières pour empêcher les entreprises européennes de délocaliser leurs émissions de carbone dans des pays sans réglementation. La rénovation de bâtiments pour les rendre plus économes en énergie et l'accélération de la transition vers des sources d'énergie renouvelable.

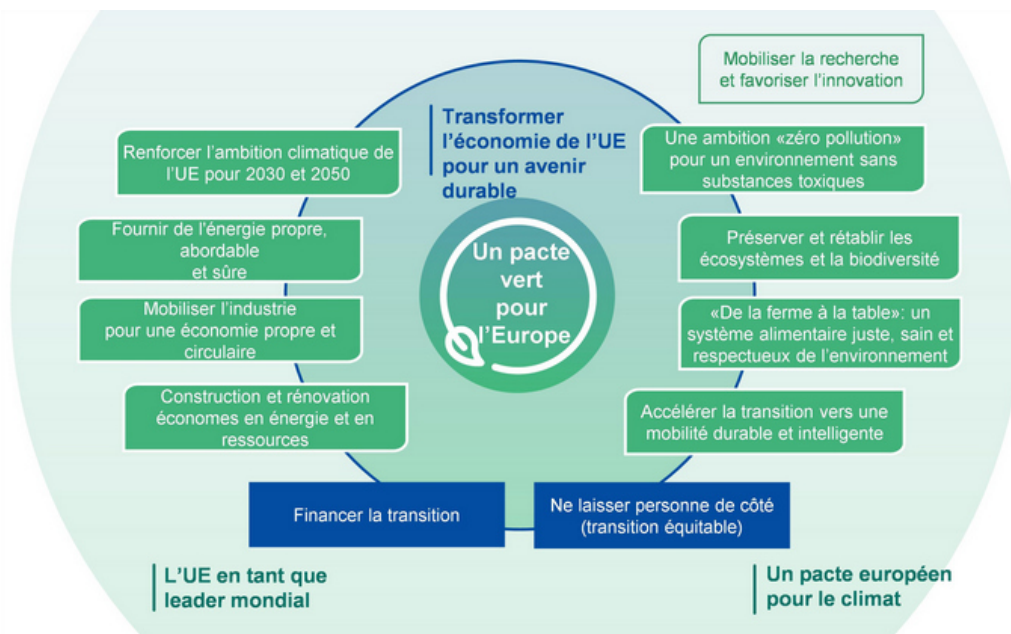


Figure 8 : Les axes du Green Deal

Le Green Deal a également pour but de garantir une transition juste et inclusive pour les travailleurs et les communautés qui sont les plus touchés par la transition vers une économie verte. Cela comprend des mesures de formation et de reconversion professionnelle pour les travailleurs, des aides financières pour les communautés touchées par la transition et des investissements dans les régions les plus vulnérables.

IV. L'INFLUENCE DU GIEC ET DES ORGANISMES INDEPENDANTS

Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC) est une organisation scientifique créée en 1988 sous l'égide des Nations Unies pour fournir des évaluations régulières et objectives de l'état des connaissances sur le changement climatique. Le GIEC est composé de centaines de scientifiques de renommée mondiale spécialisés dans différents domaines liés au climat.

Les évaluations du GIEC ont un impact considérable sur les politiques environnementales internationales et nationales. Les rapports du GIEC fournissent aux décideurs politiques des

informations scientifiques précises et indépendantes sur les impacts du changement climatique, les options d'atténuation et d'adaptation et les coûts associés à ces options.

En se basant sur les travaux du GIEC, les gouvernements peuvent prendre des décisions éclairées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, mettre en œuvre des politiques d'adaptation pour faire face aux impacts du changement climatique et élaborer des stratégies pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris.

Par exemple, le rapport du GIEC de 2018 sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5°C a été un élément-clé pour que la communauté internationale prenne conscience de l'urgence d'agir rapidement pour limiter les émissions de gaz à effet de serre et éviter des conséquences catastrophiques pour l'environnement et les populations. Ce rapport a également été utilisé pour renforcer l'engagement de nombreux pays à atteindre l'objectif de limiter le réchauffement climatique à 1,5°C.

Il existe plusieurs organisations qui établissent des obligations et des normes de transparences et de responsabilités pour les entreprises en matière d'émissions de gaz à effet de serre. Ces référentiels de déclaration ont un impact sur les politiques environnementales car ils encouragent les entreprises à prendre en compte leur impact sur le changement climatique et à mettre en place des mesures concrètes pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Cela peut contribuer à atteindre les objectifs fixés dans l'Accord de Paris sur le climat et à limiter les effets néfastes du changement climatique.

L'ADEME (L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) est une agence française qui encourage la transition écologique et énergétique. Elle a mis en place un référentiel de déclaration pour les entreprises françaises de plus de 500 employés, qui doivent réaliser un bilan carbone pour évaluer leur impact sur le changement climatique.

Enfin, la Science Based Targets initiative (SBTi) encourage les entreprises à fixer des objectifs scientifiques pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Les entreprises dans le domaine des énergies fossiles ont une obligation de déclarer leur scope 3 (émissions indirectes liées à leurs activités), tandis que toutes les autres entreprises doivent préciser si leur scope 3 représente plus de 40% de leurs émissions totales et fixer un objectif pour réduire ses émissions. En 2023, plus de 4 500 entreprises dans le monde se sont engagées selon les critères de la SBTi.

V. L'ÉMERGENCE D'ORGANISME DE NOTATION CARBONE

L'émergence de mouvements internationaux peut aussi encourager les entreprises dans leurs stratégies environnementales. Par exemple le mouvement international B-Corp délivre une labélisation pour les entreprises qui répondent aux exigences élevées en matière de responsabilité sociale et environnementale, ainsi qu'une transparence accrue dans leur reporting extra-financier. Cette notation peut donc inciter les entreprises à mettre en place des pratiques plus durables et à adopter une approche plus holistique en matière de durabilité.

De plus, les entreprises labélisés B-Corp ont accès à une communauté mondiale qui partage des objectifs similaires en matière de durabilité. Cela leur permet d'échanger des idées et s'inspirer de bonnes pratiques pour trouver des solutions innovantes et améliorer leur performance environnementale et sociale.

Enfin, cette notation peut également être utilisée comme un outil de marketing pour les entreprises, en leur permettant de communiquer leurs engagements en faveur de la durabilité et leurs performances supérieures à cet égard par rapport à leurs pairs.

VI. LES RAPPORTS EXTRA-FINANCIER « CRSD »

La Commission européenne, a publié en 2017 et 2019 des lignes directrices sur l'information non financière, qui reprend notamment les indicateurs contenus dans lignes directrices de la Taskforce on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), devenues le modèle de reporting climatique de référence.

Depuis 2017, la Directive européenne NFRD (Non Financial Reporting Directive) a introduit l'obligation du reporting extra-financier pour les entreprises ayant leur siège dans l'un des pays de l'Union européenne. Cette directive a été transposée en droit Français par le décret du 9 août 2017 qui fixe le contenu de la Déclaration annuelle de performance extra-financière (DPEF).

Le DPEF (Document d'information sur la responsabilité sociale et environnementale des entreprises) est le résultat de la loi PACTE (Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises) adoptée en 2019 en France. Cette loi impose aux grandes entreprises de plus de 500 salariés de publier un document de référence comprenant une partie consacrée à la responsabilité sociale et

environnementale de l'entreprise. Ce document doit décrire les mesures prises par l'entreprise pour intégrer les enjeux sociaux et environnementaux dans sa stratégie et ses activités, ainsi que les résultats obtenus.

Nous pouvons prendre pour exemple l'entreprise Schneider qui est un modèle en matière de performance énergétique et de transparence dans son activité. Christophe Quiquempoix, Vice President Global Procurement - Sustainable Procurement chez Schneider, nous explique que la stratégie ESG de Schneider mise sur des projets novateurs pour accélérer leur décarbonation :

- **Zero Carbon Project** : Le projet zéro carbone envisage de réduire de 50 % les émissions de CO2 des activités des 1000 premiers fournisseurs. L'objectif est d'embarquer les fournisseurs dans une logique de décarbonation (-50% d'émissions d'ici 2025).
- **Green material** : Projet visant à augmenter la part de matériau issu d'une production durable dans leur produit de 50%.
- **Sustainable packaging** : 100% des emballages sont en carton recyclé et ne contiennent pas de plastique à usage unique.
- **Social excellence** : Déploiement d'un programme d'excellence sociale à travers plusieurs niveaux de fournisseurs.

Nous noterons que Schneider est une entreprise qui milite activement pour que la notion de « Scop 4 » soit prise en compte dans les rapport extra-financiers.

VII. REPARTITION DES PRINCIPALES EMISSIONS DES ENTREPRISES

Les émissions de CO2 sont cartographiées dans 3 (+1) grands scopes :

Le scope 1 fait référence aux émissions directes de gaz à effet de serre (GES) de l'entreprise. Ces émissions peuvent être plus ou moins importantes en fonction du secteur d'activité (l'industrie, l'énergie, la production de ciment et la pétrochimie).

Le Scope 2 est une catégorie d'émissions de gaz à effet de serre qui correspond aux émissions indirectes de CO2 liées à la consommation énergétique utilisée pour les activités de l'entreprise.

Les émissions de scope 3 sont des émissions indirectes de gaz à effet de serre qui proviennent de l'ensemble de la chaîne de valeur d'une organisation. Elles sont calculées à partir des émissions provenant de l'extérieur de l'entreprise, de sa chaîne d'approvisionnement comme les biens et services

achetés, l'élimination des déchets, les biens d'équipement et la logistique. La prise en compte du scope 3 dans les émissions générales est très importante puisque le scope 3 amonts est en moyenne 11 fois supérieure au scope 1. Selon les données rapportées par N. TREHAN « une minorité des entreprises comptabilise la totalité des trois scopes. En 2022, seuls 10 % des entreprises, représentant 40 % des émissions mondiales, mesurent les scopes 1, 2 et 3. Et seuls 12 % des entreprises sondées considèrent le scope 3 comme prioritaire. ». Le scope 3 représente en moyenne 75% des émissions totales des entreprises.

Le scope 3 est un enjeu clé mais la difficulté réside dans sa mesure. Les principales émissions sont générées en amont de la chaîne d'approvisionnement et les entreprises exigent que leurs fournisseurs leur communiquent leurs émissions par site, par produits... Or les fournisseurs ne sont pas encore tous matures dans la méthode de calcul de leurs émissions malgré les nouvelles normes environnementales.

Le scope 4 n'est pas encore comptabilisé dans les rapports extra financiers mais pourtant certaines entreprises comme Schneider militent pour qu'il y apparaisse. Le scope 4 mesure les évitements d'émissions carbone. Par exemple, Schneider vend des produits qui permettent de diminuer les émissions chez leurs clients finaux. Toutes ces économies pourraient être comptabilisées. Si c'était le cas, l'activité de Schneider aurait certainement une empreinte carbone neutre ou peut-être même négative.

Il est important de différencier les scopes pour comprendre comment la blockchain peut impacter chacun d'entre eux.

CHAPITRE 3 – LE SERVICE ACHAT DANS TOUT ÇA ?

I. HISTORIQUE DE LA FONCTION ACHAT

Le Professeur Américain en gestion des Achats (H.E. Fearon, 1968), estime que la naissance des Achats remonte aux années 1850 aux États-Unis. En effet selon lui, la maîtrise des achats a joué un rôle primordial pour les sociétés de chemins de fer et leur capacité à acheter les matériaux au bon prix dans une période de forte expansion aux États-Unis.

Pour Cappelli (2012), la fonction achats va prendre encore plus de sens à partir des années 1915 suite à l'impulsion donnée par la création l'Institut de Gestion de Supply Chain aux États-Unis. Selon Natacha Tréhan (2014), la reconnaissance de la fonction achats intervient surtout en 1945 lors de la création de la Compagnie des Dirigeants et Acheteurs Français. Les principaux ouvrages s'accordent à souligner l'interdépendance qu'il existe entre Achats et Supply Chain.

Selon N.Tréhan (2014), la « fonction Achats a longtemps été considérée comme une fonction administrative au service des usines ». C'est en réponse au ralentissement de la croissance à la suite du choc pétroliers des années 1970 que la fonction achat va être propulsée sur le devant de la scène. Les avantages concurrentiels que vont apporter les services achats sur la façon d'acheter les produits et les services permettront de passer d'une fonction administrative à une fonction stratégique pour les entreprises. Leenders (1975).

II. LE ROLE DU SERVICE ACHAT

Les services achats interviennent principalement en amont de la supply chain. Ils ont pour rôle de faire du sourcing de produits, de services ou encore d'innovations pour répondre le plus efficacement aux besoins de l'entreprise et des clients internes.

Le tristique « Qualité-Coût-Délai » est une manière pour les services achats d'envisager le management de la performance au sein de leurs organisations. Il est important de faire la distinction entre acheteur et approvisionneur, l'un a un positionnement stratégique tandis que l'autre a une fonction plus opérationnelle dans le management de la chaîne d'approvisionnement et le pilotage des flux.

La fonction achat a pour rôle de gérer toute la phase amont des processus de production. Elle a un rôle essentiel dans l'identification des besoins, dans la relation fournisseur et dans la capacité à apporter de la valeur ajoutée à l'entreprise. Atja et al (2005) identifient le processus achat comme étant un cycle et non comme un processus car il reprend continuellement en compte les retours d'expériences techniques et financières à des fins d'améliorations continues.

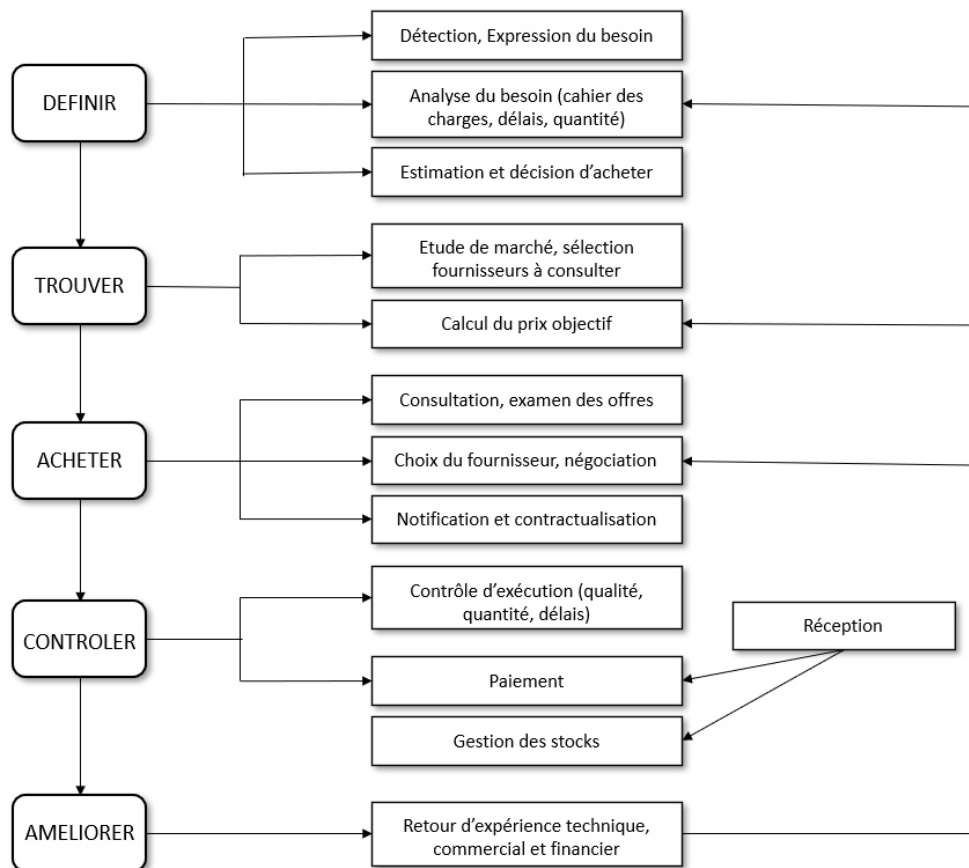


Figure 9 : Cycle d'achat - Atia et al (2005)

III. LA CREATION DE VALEUR

A. Financière

Frédéric Bertrand (2023) définit la création de valeurs comme étant « la capacité à satisfaire ses parties prenantes cibles de manière durable ». La revue les ECHOS quant à elle définit la création de valeurs comme étant « le fondement de toutes stratégies d'entreprises. Une entreprise crée de la valeur lorsque la rentabilité des capitaux engagés est supérieure à leur coût. » Le retour sur investissement sera donc l'élément essentiel de la création de valeurs. Elle sera mesurée en faisant la différence entre le résultat économique de l'entreprise d'un côté et ses capitaux investis ainsi que les coûts

d'exploitation d'un autre côté. Les services achat sont au cœur des stratégies d'entreprises est ce sont eux qui vont influencer les performances économiques des entreprises.

B. Extra-financière

Le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires définit la création de valeurs extra financière comme étant la capacité pour une entreprise à créer de la valeur durable, c'est-à-dire sa capacité à produire tout en tenant compte des critères ESG Environnemental, Social et de Gouvernance. Comme vu plus tôt dans cette revue de littérature, les entreprises doivent dorénavant publier des Rapports extra-financier (CRSD) pour justifier les actions entreprises se conformer avec les enjeux sociaux et environnementaux.

IV. COMMENT LES SERVICES ACHATS PEUVENT-ILS AGIR SUR LA PERFORMANCE EXTRA-FINANCIERE ?

Une étude de l'ADEME montre que le poids des achats représente en moyenne 50 % du chiffre d'affaires d'une entreprise. La mise en pratique d'achats responsables est donc un levier efficace pour décliner le développement durable et une politique de responsabilité sociétale (RSE) au sein des organisations.

Selon Natacha Trehan « La fonction Achats s'est majoritairement développée en résonance à des crises. En 2008 avec la crise des subprimes, les directions générales demandent la sécurisation des achats. D'une fonction d'optimisation des coûts, nous sommes passés à une fonction de management des risques et nous entrons dans l'ère de la création de valeurs. »

En effet, la fonction achat à un rôle déterminant à jouer pour agir sur les produits et services achetés. Elle peut mettre en place des simulateurs carbone pour orienter ses choix de sourcing, participer aux projets d'écoconception permettant de favoriser l'intelligence collective. Mais elle peut également agir sur la façon d'acheter en favorisant l'économie de la fonctionnalité, du ré-usage et la récupération des énergies fatales sur le scope 2 par exemple.

Pour le scope 3 la réduction des émissions de CO2 est conditionné par l'accompagnement des fournisseurs et la coordination des directions achats et clients.

Les acheteurs ont un rôle très important dans l'identification des nouveaux fournisseurs et technologies. C'est le service qui va emmètré et dédier des ressources sur le sujet de la décarbonation. C'est également celui qui va optimiser la qualité du système d'information garantissant la transition organisationnelle. Pour sécuriser les approvisionnements essentiels à la neutralité carbone il va falloir accélérer la digitalisation afin d'avoir des data fraîches, fiables, en interne ou externe. Toutes ces données doivent être regroupées dans une plateforme pour une meilleure gestion du risque.

Le service achat doit également motiver ses fournisseurs afin de créer de la coopétition. C'est essentiel car la capacité à motiver ses fournisseurs permet de limiter les risques de pénurie. Pour cela, ils peuvent les soutenir dans leurs industrialisations. Nous pouvons prendre l'exemple de soutiens de Nestlé et PepsiCo à leurs fournisseurs pour le développement d'un nouveau plastique recyclé. Il faut également revoir les modes de rémunération des fournisseurs et privilégier les relations longs termes.

De plus, les acheteurs peuvent agir auprès des fournisseurs grâce à 3 leviers :

- La mesure de leurs scopes : Il faut les inciter à réduire leurs émissions en alignement avec les accords de Paris. Ensuite ils distilleront eux-mêmes leurs exigences avec leurs fournisseurs à travers de l'accompagnement.
- La coordination avec les clients afin d'éviter les surcharges de travail dans les demandes pour les fournisseurs. Les clients qui partagent les mêmes fournisseurs doivent se coordonner et se mutualiser. Nous pouvons prendre pour exemple l'initiative lancée par les *Leaders de la chaîne d'approvisionnement à 1,5 °C*.
- L'utilisation d'outils digitaux adaptés grâce à la mise en place d'une plateforme d'achat recensant et incorporant les éléments de décarbonations fournisseurs pour chacune des étapes du processus d'achat + un outil d'aide à la décision. Ou encore, l'intégration de critères carbonés dans les appels d'offre.

Il est essentiel que les entreprises construisent des relations longs termes avec leurs fournisseurs. En effet, le collaboratif sur le long terme, va devoir s'imposer avec les fournisseurs pour atteindre les objectifs de neutralité carbone.

Pour garantir une implication maximale pour les équipes d'achats, Natacha Trehan nous explique que les acheteurs devront être rémunérés par des parts variables indexés à des indicateurs de réduction des émissions carbonés. L'entreprise belge SPADEL a mis en place ce système de part variable des acheteurs par rapport aux niveaux de décarbonation.

De plus, il est important de comprendre que les critères de performances d'une entreprise doivent changer. Les fournisseurs maîtrisant les outils de bas carbone seront plus attractifs et idéalement placés dans le rapport de force avec les clients.

Une étude menée par le cabinet DELOITTE auprès de plus de 2 000 cadres dans 19 pays dans le monde, montre que la majorité des entreprises s'efforcent de trouver un équilibre entre « raison d'être » et « profit ». Plus de six dirigeants sur dix ont déclaré que l'augmentation de l'impact positif de leur entreprise sur la société était l'un des cinq principaux résultats qu'ils attendaient de l'industrie 4.0.

Il y a deux ans, seuls 35% des dirigeants estimaient que les organisations de premier plan devaient tenir compte des impacts de leurs nouvelles solutions sur la société. Cependant, les dirigeants sont aujourd'hui plus préoccupés par la "raison d'être" de leur entreprise, en grande partie en raison de la pression croissante exercée par les parties prenantes internes et externes. Les dirigeants sont motivés par le désir de "générer des revenus", mais ils sont également conscients de l'importance de répondre aux priorités des parties prenantes externes (40%) et de faire face à la pression exercée par les employés (20%) en matière de responsabilité sociétale.



Figure 10 : Industrie 4.0 et stratégies

Enfin, le service achat pourrait développer ses compétences en matière de blockchain pour appliquer cette technologie à la supply chain. Cette technologie permettrait de renforcer la traçabilité de la marchandise, de lutter contre la fraude et la contrefaçon mais également de gagner en efficacité. Les bénéfices que pourrait en tirer la supply chain seraient une réduction des délais et des coûts, une

augmentation de la transparence, une sécurisation des approvisionnements, une homogénéisation des données et une automatisation des processus d'achats.

CHAPITRE 4 – LES APPLICATIONS DE LA BLOCKCHAIN AU SERVICE DE LA DECARBONATION

I. UTILISATION DE LA BLOCKCHAIN POUR LE SUIVI ET LA CERTIFICATION DE LA DURABILITE DES PRODUITS ET DES CHAINES D'APPROVISIONNEMENT

Nous sommes en train d'assister à un changement majeur dans la façon dont les dirigeants perçoivent leur rôle face aux réalités de l'industrie 4.0. Nous sommes désormais dans une nouvelle ère où les entreprises doivent placer la responsabilité sociétale au centre de leurs stratégies. Les dirigeants doivent être conscients de cette responsabilité élargie et proposer des solutions qui tiennent compte non seulement de la croissance de leur entreprise, mais aussi de l'avancement de la société dans son ensemble.

Dans un monde où la durabilité est devenue une préoccupation majeure pour les consommateurs, les entreprises cherchent à assurer la transparence et la traçabilité de leurs produits afin de répondre à cette demande croissante. Dans cette optique, de nombreuses entreprises et organisations cherchent à intégrer la blockchain dans leurs chaînes d'approvisionnement afin de garantir une plus grande transparence et durabilité.

A. Transparence et traçabilité

La blockchain offre de nouvelles perspectives pour établir une transparence et une traçabilité totales le long des chaînes d'approvisionnement, contribuant ainsi à la décarbonation de ces processus. En enregistrant de manière immuable chaque transaction, la blockchain permet de retracer facilement l'origine, le parcours et les différentes étapes de production d'un produit, ce qui favorise une gestion plus efficace des ressources et une réduction des émissions de carbone.

Prenons l'exemple de Walmart qui utilise la blockchain pour suivre la traçabilité des produits alimentaires. En enregistrant les informations sur la provenance, les conditions de transport et la date de livraison des produits, Walmart peut garantir la qualité et la durabilité de ses produits tout en réduisant l'empreinte carbone de sa chaîne d'approvisionnement. Par exemple la blockchain a aidé

l'entreprise à réduire le temps nécessaire pour retracer le mouvement d'une cargaison de mangues de sept jours à 2,2 secondes.

De même en 2017, dans le transport maritime, la marine marchande sud-coréenne Hyundai Merchant Marine (HMM) a utilisé avec succès la blockchain pour la réservation, la livraison et la surveillance des conteneurs en temps réel. Cette utilisation de la blockchain a permis d'optimiser les processus logistiques, de réduire les distances parcourues et d'optimiser l'utilisation des ressources, contribuant ainsi à la décarbonation de l'industrie du transport maritime. D'autres acteurs comme Maersk et IBM ont collaboré pour développer la plateforme TradeLens qui est basée sur la blockchain et qui permet de suivre les conteneurs maritimes.

En intégrant la blockchain dans leurs opérations logistiques, les entreprises peuvent identifier les itinéraires les plus courts et les plus efficaces, planifier des livraisons groupées pour minimiser les déplacements vides des véhicules et réduire ainsi l'empreinte carbone de leurs activités.

B. Gestion des rappels et des problèmes de qualité

En cas de rappel de produits ou de problèmes de qualité, la blockchain permet d'identifier rapidement les produits concernés et de remonter à leur source. Cela facilite la gestion des rappels et réduit les risques pour la santé et la sécurité des consommateurs ou encore des risques de défauts de qualité dans le secteur industriel.

En 2018, une épidémie de salmonelle a touché des melons de plusieurs détaillants Américains comme Costco, Trader Joe's, Whole Foods. La FDA (Food and Drug Administration des États-Unis) a mis des semaines avant de pouvoir identifier les fournisseurs qui étaient responsables et tous les supermarchés où les melons ont été vendus. Si la technologie blockchain avait été mise en œuvre, elle aurait permis de contenir l'épidémie et d'éviter la destruction totale de l'inventaire d'un produit par mesure de sécurité.

C. Authenticité des produits

La blockchain est un outil qui permet de vérifier l'authenticité des produits en enregistrant les informations relatives à leur provenance, à leur fabrication et à leur distribution. Les consommateurs ont ainsi la certitude que les produits qu'ils achètent sont authentiques et conformes aux normes de qualité et de durabilité.

Le secteur du diamant est un excellent exemple. En effet, des blockchains comme Everledge ont été déployés afin de pouvoir certifier l'origine des diamants vendus. L'entreprise Tiffany & Co par exemple a décidé d'utiliser cette technologie pour se conformer au processus de Kimberley, qui est un système de certification qui vise à endiguer l'exploitation des « blood diamonds ». L'extraction illégale de diamant est un véritable fléau, c'est la cause de nombreux désastres écologiques et sociaux dans des pays comme le Congo ou encore le Sierra Leone. Pour chaque carat, c'est en moyenne 1 700 tonnes de roche qui doivent être extraites. Certaines zones de ces pays sont ravagées par l'exploitation des mines, impactant la faune et la flore environnantes. De plus, cette exploitation illégale de diamants sert à alimenter des conflits militaires contre les gouvernements. En utilisant la blockchain, Tiffany & Co garantit à ses clients que leur achat ne participe pas à une exploitation illégale. Il est essentiel pour les entreprises de pouvoir certifier l'origine de leurs produits afin de ne pas participer à la dégradation de l'environnement.

D. Lutte contre la contrefaçon

Les marchés illégaux de médicaments contrefaits sont de plus en plus nombreux et affectent de nombreux pays à travers le monde. L'Inde est souvent citée comme l'un des pays les plus touchés par les médicaments contrefaits en raison de la taille du marché pharmaceutique et de la présence de nombreuses usines de fabrication pharmaceutiques.

Plusieurs études exposent les conséquences environnementales de la production et de la distribution de médicaments contrefaits, mettant en évidence les risques de pollution de l'eau, de l'air et du sol résultant de pratiques non réglementées.

Pfizer et l'entreprise Chronicled ont mis en place un projet collaboratif visant à proposer une solution basée sur la blockchain pour assurer l'authentification et la certification des médicaments. Cette initiative a pour objectif de renforcer la sécurité des patients, lutter contre la prolifération des

médicaments falsifiés et avoir une meilleure visibilité sur les chaînes d'approvisionnement et ainsi réduire l'empreinte carbone du secteur.

E. Efficacité et réduction des coûts : Le procure to pay

Une solution de procure to pay est un formidable levier de performances achats car il permettrait de digitaliser, d'optimiser et automatiser le processus achats. Ce pilotage est possible grâce à des fonctions de contrôle, de validation qui permet aux directions achats d'améliorer leur efficacité et leur maîtrise des dépenses.

Selon Jeremy Chauvin, Customer success service chez Manutan, le terme anglophone « Procure-to-Pay » désigne le processus achats allant de la recherche des produits jusqu'au paiement. Ce dernier représente un véritable levier de performance lorsqu'il est digitalisé et automatisé à travers une solution adéquate.

Les contrats intelligents sont des programmes informatiques qui exécutent automatiquement les conditions et les termes d'un accord lorsque les conditions prédéfinies sont remplies. En éliminant les intermédiaires, les entreprises peuvent réduire les coûts, accélérer les transactions et minimiser les erreurs potentielles. De plus, la réduction de la consommation de papier et d'échanges de mails contribue à la diminution de la pollution liée à la production, aux transports et à l'élimination des documents.

L'entreprise Gartner, précise que « Les solutions Procure-to-Pay utilisent un service de numérisation et de capture, un portail fournisseur et/ou un réseau multi-entreprises pour permettre aux fournisseurs de soumettre leurs factures par voie électronique. En plus d'offrir une fonctionnalité d'e-procurement, comprenant le processus de demande et d'approbation ainsi que la gestion de catalogue électronique, les solutions Procure-to-Pay permettent de faire correspondre les bons de commande aux factures et de traiter les factures qui ne correspondent pas ou qui font l'objet de retours de marchandises. ». De nombreuses entreprises proposent des solutions de procure-to-pay basées sur la blockchain comme : Proxeus, Vottun et Chainvine.

Les avantages de l'utilisation d'une solution de P2P sont multiples :

- Meilleure visibilité et contrôle des dépenses grâce à la consolidation des données
- Hausse des compétences de l'équipe achats en les déchargeant de certaines tâches manuelles et chronophages, leur permettant de se concentrer sur des missions à plus forte valeur ajoutée (relations fournisseurs, innovation, etc.).
- L'optimisation des processus achats existants
- Fiabilité des données
- Limitation des erreurs et des délais
- L'absence d'intermédiaire engendre une diminution des coûts de fonctionnement

F. La collecte de data

Nous avons pu observer que les émissions de scope 3 sont en moyenne 11 fois supérieures à tout autre scope. L'objectif pour les acheteurs est de pouvoir quantifier les émissions afin de pouvoir adapter des plans d'action et des actions correctrices. La collecte de la data fait partie des grands enjeux pour les entreprises. La réduction des émissions du scope 3 doit se faire grâce à l'accompagnement des fournisseurs et la coordination des pratiques d'achats.

Jusqu'à présent, l'une des seules façons de suivre l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement était de passer par le biais de bases de données et de pistes papier. Par exemple suivre la documentation de conformité et s'assurer que les produits étaient respectueux des réglementations environnementales était une tâche onéreuse et chronophage.

Aujourd'hui de nouveaux outils ont été développés afin d'optimiser les échanges et revoir la manière de collecter les données dans les supply chain. Nous pouvons prendre l'exemple du groupe Renault qui a développé à l'aide d'IBM Blockchain Service un nouvel outil nommé XCEED (eXtended Compliance End-to-End Distributed). Odile Panciatici, Vice-président des projets Blockchain du Groupe Renault, nous expliquent que la solution XCEED permet de certifier la conformité et la durabilité de tous les composants du véhicule, de la conception à la production, en passant par le service après-vente.

Le groupe Renault a testé le projet dans une de ses usines. La plateforme XCEED a permis d'archiver plus d'un million de documents à raison de 500 transactions par seconde. Le projet a été un franc succès pour l'entreprise. Avec son partenaire IBM Blockchain Services, ils ont décidé de déployer la

solution à l'ensemble de ses usines. Dès 2021, les entreprises Faurecia, Simoldes, Knauf Industries pour les citer ont également lancé le projet XCEED.

En plus de renforcer la traçabilité de toute la chaîne d'approvisionnement, la blockchain XCEED permet aux entreprises de cibler spécifiquement et à identifier les domaines où les émissions de CO2 sont les plus élevées. Elles pourront mener des plans d'action en optimisant les transports, en choisissant des matériaux moins émetteurs de carbone.

De plus, la blockchain XCEED favorise une collaboration transparente entre les différents acteurs de la chaîne d'approvisionnement du secteur de l'automobile. En intégrant les fournisseurs, les fabricants et les distributeurs, le partage des informations essentielles sur les pratiques durables, les innovations et les initiatives de réduction des émissions permettent d'accélérer l'adoption de meilleures pratiques à travers toute la chaîne d'approvisionnement.

G. L'économie circulaire

La notion d'économie circulaire est une notion qui n'est pas encore bien maîtrisée. En effet, faire de l'économie circulaire n'est pas seulement le fait de « réduire, réutiliser, recycler ». Dans son livre blanc « économie circulaire : ouvrir de nouvelles voies grâce à la fonction achat » N. TREHAN nous explique que cette notion est à appréhender de manière opérationnelle et que l'ADEME l'a défini en 7 étapes clés.

- « L'approvisionnement durable.
- L'écoconception d'un bien ou d'un service et des procédés.
- Les symbioses industrielles. Il s'agit d'un mode d'organisation interentreprises échangeant des flux (d'énergies, d'eau, de matières, de déchets...) ou mutualisant des besoins sur un territoire spécifique.
- L'économie de la fonctionnalité privilégiant l'usage à la possession.
- La consommation responsable des acteurs économiques (privé ou public) ou citoyen.
- L'allongement de la durée d'usage favorisant la réparation, le réemploi, la réutilisation.
- Le recyclage visant à utiliser les matières premières issues de déchets. »

Partant de ce principe, les services achats doivent repenser leurs façons de travailler afin de promouvoir l'économie circulaire dans leurs activités et la réduction des émissions de carbone notamment liés à leurs scope 3.



Figure 11 : « économie circulaire : ouvrir de nouvelles voies grâce à la fonction achat »

De nombreuses entreprises ont déjà franchi le cap en revisitant totalement leurs business modèles pour intégrer durablement cette notion d'économie circulaire. Des solutions ont été créées sur la blockchain afin d'aider les entreprises et les acheteurs à mieux appréhender ce virage stratégique.

PLASTIKS - Le Token qui incite au recyclage plastique :

Nous pouvons prendre pour exemple l'entreprise PLASTIKS qui a émis un token portant le même nom. Cette entreprise a pour mission « de connecter les entreprises et les particuliers avec des projets de récupération du plastique dans le monde entier pour lutter contre la pollution plastique et aider les communautés émergentes tout autour le monde. »

L'entreprise dispose d'un réseau et suit des projets de collecte de plastique dans le monde entier en vérifiant que le plastique collecté dans le cadre de ces projets soit effectivement acheminé vers du recyclage.

Une fois la vérification faite, la collecte de plastique permet à l'acteur à l'origine de la collecte d'obtenir un certificat de collecte de plastique, dont la valeur dépend du volume de plastique collecté (et éventuellement du type de plastique). Les entreprises peuvent ensuite fusionner ces certificats avec leurs propres NFT, pour apporter encore plus de valeur à leurs clients, sur base d'actions en faveur de

l'environnement. L'ensemble des données est stocké dans la blockchain, garantissant la transparence et l'accès à cette information à toute personne et à tout moment.

II. UTILISATION DE LA BLOCKCHAIN POUR LE SUIVI DES ENERGIES RENOUVELABLES

La crise énergétique actuelle, caractérisée par des pénuries et des augmentations de prix, met en évidence la nécessité pour les entreprises de repenser leur consommation d'énergie (pétrole, gaz, électricité fossile, charbon) et de décarboner leur bilan énergétique.

En s'intéressant de plus près au marché de l'énergie et plus spécifiquement à celui de l'électricité, on constate que ce dernier est confronté actuellement à plusieurs défis et évolutions :

La transition énergétique : Le monde est en train de passer de sources d'énergie traditionnelles à des sources d'énergie renouvelable, ce qui a un impact sur le marché de l'électricité. Les énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne et solaire sont de plus en plus compétitives et représentent une part croissante de la production d'électricité.

Un marché de gros « inadapté à long terme » : une tendance voire une nécessité d'étendre le recours aux contrats de long terme (CFD = contrat pour différence ou PPA = Power Purchase Agreement, par exemple). Le modèle contractuel à long terme serait également favorable aux investissements en technologies bas carbone.

Le développement des réseaux intelligents : Les réseaux électriques intelligents, également appelés "smart grids", sont en train de se développer. Ils permettent de mieux gérer la production et la distribution d'électricité, ainsi que de faciliter l'intégration des énergies renouvelables dans le système.

Le stockage de l'énergie : Le stockage de l'énergie est de plus en plus important pour la stabilité du réseau électrique. Les technologies de stockage d'énergie sont en train de se développer, ce qui permet de stocker l'électricité produite par les sources d'énergie renouvelable pour une utilisation future.

L'influence des politiques nationales sur la production et la consommation d'énergie : les politiques nationales, telles que les subventions pour les énergies renouvelables, les normes d'efficacité énergétique et les politiques fiscales, peuvent influencer la production et la consommation d'énergie, ce qui peut avoir un impact sur les prix de l'électricité. Nous pouvons citer la norme ISO 50001 qui est

une norme internationale concernant la gestion de l'énergie dans les organisations. Elle fournit un cadre pour établir, mettre en œuvre, maintenir et améliorer un système de management de l'énergie, en vue de réaliser des économies d'énergie, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'améliorer la performance énergétique.

Pour aller plus loin, voir la partie répartition du mix énergétique et électrique en France et en Europe en annexe.

L'influence d'une politique achat dans la réduction des émissions de Scop 2 des entreprises est donc primordiale. En effet, le service achat pourrait piloter ses dépenses d'énergie grâce à la technologie de la blockchain.

Une étude du cabinet de management Thinkermarket met en avant les différents enjeux sur la consommation des énergies vertes :



Figure 11 : La consommation des énergies vertes

Dès 2017, dans le secteur de l'énergie, un consortium d'entreprises, dont BP et Royal Dutch Shell, ont développé une plateforme numérique basée sur la blockchain pour le commerce de pétrole brut. (Reuters, 2017). La plate-forme VAKT permet de numériser et centraliser ce qui était auparavant une suite d'échange de documents en papier partagés entre les différentes parties impliquées dans chaque contrat.

D'autres entreprises proposent des solutions basées sur la blockchain. Nous pouvons prendre l'exemple de la startup TEO (The Origin Energy) qui est incubé au sein de l'entreprise ENGIE. Fin 2021, cette startup a développé une plateforme permettant aux clients professionnels du Groupe et aux collectivités territoriales de s'engager sur la voie de la consommation d'énergie verte.

Cette solution permet aux clients de pouvoir choisir la source d'énergie la plus adaptée à leurs besoins (solaires ou éoliens) mais également d'identifier précisément le site qui produira cette énergie parmi le portefeuille d'actifs renouvelables d'ENGIE. L'objectif est de privilégier un approvisionnement au plus près de leurs sites de consommation. Les clients ont la possibilité de se tenir informée de la provenance de leurs énergies 7 jours sur 7. Cela leur permet également de quantifier l'impact positif généré, par exemple en nombre de tonnes de CO2 ou de kilomètres en voiture évités ou d'arbres plantés. Les clients auront la possibilité de voir exactement d'où provient leurs énergies renouvelables et surtout où est ce qu'ils la consomment au sein de leurs propres infrastructures.

Cette plateforme utilise des tokens (jetons) pour enregistrer et certifier l'énergie produite par des sources renouvelables. L'énergie produite par une éolienne ou une installation photovoltaïque est enregistrée par des boîtiers mis au point par la startup TEO. Les boîtiers permettent de garantir l'authenticité des données de la production. Selon Thierry Mathieu, responsable du projet TEO. « Personne ne peut altérer les données, si vous touchez à la puce, elle est automatiquement effacée »

A partir d'une certaine quantité d'électricité produite, la blockchain crée un token pour la certifier. Les données sont ensuite cryptées avant d'être transmises et stockées dans la blockchain. Ce processus empêche les données d'être modifiées par quiconque les intercepte. Nous retrouvons une caractéristique commune avec d'autre blockchain car la participation de plusieurs partenaires dans la chaîne vise à accroître la fiabilité des données qui y sont enregistrées.

De plus cette blockchain ne consomme que très peu d'énergie. En effet, elle ne requiert pas de calculs puissants pour émettre ses certificats contrairement à la blockchain qui sert à miner des Bitcoins par exemple.

Le CEA et l'entreprise experte en certification et inspection Bureau Veritas furent les premiers à réaliser la première validation de smart contracts sur cette plateforme.

Enfin, nous pouvons prendre comme exemple le SolarCoin qui est une monnaie numérique alternative ayant pour objectif d'inciter à produire de l'électricité à partir d'énergie solaire.

L'objectif principal est de pouvoir rémunérer les producteurs d'énergie solaire. Ceux-ci font enregistrer leurs installations de production d'énergie solaire sur le système de surveillance qui envoie un état des lieux de la production à l'entreprise SolarCoin. Ensuite, SolarCoin en retour, envoie des SolarCoin (jetons) au producteur (1 SolarCoin = 1 MWh de production vérifiée). Comme toute crypto monnaie, les jetons accumulés peuvent ensuite être échangés ou vendus sur les marchés de crypto monnaie ou bien être dépensés dans les entreprises les acceptant.

Les exemples cités ci-dessus attestent que la décarbonisation à travers la tokenisation présente un intérêt certain pour les entreprises rendant ainsi les transactions plus transparentes, accessibles, directes et sécurisées.

Les acheteurs possèdent de nombreux outils à la disposition pour pouvoir piloter les dépenses d'énergie. Nous noterons que la fonction achat doit absolument faire en sorte de développer sa pensée computationnelle. Comme le précise Natacha Trehan dans son article « Libérer le plein potentiel de la fonction achat par la digitalisation », l'acheteur augmenté n'est plus un mythe. Chaque acheteur doit étoffer ses compétences computationnelles, c'est-à-dire qu'il doit adopter une approche globale qui lui permet de comprendre comment fonctionnent les algorithmes et comprendre la façon dont la machine gère les données. Ici le caractère immuable que propose la blockchain permettra aux acheteurs de sécuriser leurs approvisionnements d'énergies mais aussi de répondre favorablement aux exigences sur les performances extra-financières.

III. UTILISATION DE LA BLOCKCHAIN POUR LA FINANCE VERTE

A. *Les marchés de crédits carbone*

La finance verte et les marchés carbone sont des initiatives clés visant à atténuer les impacts du changement climatique et à promouvoir une économie plus durable. Ce secteur est au cœur des efforts mondiaux pour accélérer la transition vers une économie plus propre et une meilleure gestion des ressources naturelles.

Les premiers marchés carbone ont été inaugurés dans le cadre du Protocole de Kyôto en 1997. Cet accord international vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à lutter contre le changement climatique. Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) a été créé pour permettre aux pays développés de financer des projets de réduction des émissions de carbone. C'est un marché carbone international, où les réductions d'émissions sont comptabilisées sous forme de crédits carbone

(appelés Certificats de Réduction d'Émissions, CER) et peuvent être achetées et utilisées par les pays industrialisés pour atteindre leurs objectifs de réduction d'émissions.

L'union Européenne a créé son propre marché carbone, le « Système d'Échange de Quotas d'Émission de l'Union Européenne » (SEQE-UE). En attribuant des quotas d'émissions aux États membres de l'UE, il vise à limiter les émissions de gaz à effet de serre des secteurs industriels et des installations énergétiques.

Toutes les entreprises qui dépassent leurs quotas peuvent alors acheter des crédits carbones supplémentaires sur le marché, alors que celles qui réduisent leurs émissions peuvent vendre leurs excédents de crédits. Les crédits carbones sont des unités de mesure qui représentent une tonne de dioxyde de carbone ou une autre forme de gaz à effet de serre. Nous pouvons donner pour exemple, un projet de plantation d'arbres qui pourrait permettre d'emprisonner 10000 tonnes de CO2 pourrait donner lieu à l'attribution de 10000 crédits carbone.

Selon une étude de l'Agence internationale de l'énergie, ils estiment que les émissions de CO2 représentent le gaz à effet de serre le plus brûlé de la planète. En effet, elles ont bondi de plus de 6 % en 2021 pour atteindre 36,3 milliards de tonnes. Enfin, le marché mondial du carbone a augmenté de 164 % en 2021, pour atteindre 851 milliards de dollars.

Alors que l'ensemble des pays tentent de coopérer pour respecter la date limite de 2050 fixée par la feuille de route de l'ONU pour atteindre la neutralité carbone, le marché du crédit carbone offre une excellente opportunité de collaboration à plus grande échelle pour lutter contre le changement climatique.

L'intégrité et la qualité des marchés carbones seront les atouts majeurs pour que les entreprises acheteuses aient confiance dans ces marchés. Les compensations carbones doivent démontrer de manière transparente un changement causal et durable des concentrations des gaz à effet de serre.

Dans une quête d'évolution des marchés, la technologie de la blockchain émerge comme un puissant outil, permettant d'offrir de la transparence, de la traçabilité et de l'automatisation pour soutenir les objectifs de la finance verte et des marchés carbones.

Dans cette partie nous pourrions observer 3 grandes applications :

Le Carbon Trading : La blockchain peut être utilisée pour créer des marchés décentralisés pour la négociation de droits d'émission de carbone. Cela permet aux entreprises de réduire leur empreinte carbone et à être récompensées pour leur durabilité.

Le Carbon offsetting : La blockchain peut être utilisée pour gérer les projets de compensation carbone, offrant une transparence et une efficacité accrues dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le financement de projets durables : La blockchain peut être utilisée pour créer des plateformes de financement participatif (crowdfunding) pour les projets durables. Les investisseurs peuvent participer à des projets tels que la construction d'éoliennes ou la mise en place de systèmes de panneaux solaires en utilisant des cryptos actifs.

Nous allons voir que de nombreuses entreprises ont développés des plateformes répondant à ces cas d'usages.

B. Les échanges décentralisés de crédits carbone

Le ministère du changement climatique et de l'environnement des Émirats Arabes Unis a déclaré que le pays a pour ambition de réduire leur émission de carbone de 40% d'ici l'horizon 2030. Cet objectif sera atteint grâce à un système de crédit carbone basé sur la blockchain.

L'objectif est de pouvoir créer des crédits carbone à l'échelle gouvernementale grâce à la blockchain Venom et un partenariat avec l'entreprise Industrial Innovation Group. Les crédits carbone pourront être échangés en toute sécurité grâce à cette nouvelle plateforme.

Le pays aura également la possibilité de prendre part au marché en question. Les possesseurs de crédits carbone ont la possibilité d'utiliser ces crédits afin d'obtenir le droit de rejeter plus de carbone. Ou bien, ils peuvent les vendre à d'autres entreprises qui souhaitent compenser leurs propres émissions.

La Venom Foundation, a créé un réseau décentralisé sous licence de l'Abu Dhabi Global Market (ADGM), est se positionne en tant qu'avant-gardiste sur les projets du Web3. L'entreprise fournit un environnement sécurisé aux investisseurs et aux sociétés du secteur financier, leur assurant la liberté

de construire, d'innover et de se développer. C'est une plateforme de confiance pour les autorités et les entreprises, leur permettant d'avoir la garantie d'une conformité aux exigences réglementaires.

La société a développé des applications décentralisées et des protocoles internes sur sa blockchain. L'entreprise a intégré des fonctionnalités telles que le partage dynamique, des frais réduits, des transactions à grande vitesse et une grande évolutivité.

Venom a pour ambition de devenir une structure modèle pour l'écosystème mondial. Ses vitesses de transaction exceptionnelles et son évolutivité illimitée lui permettent de répondre aux besoins évolutifs d'une base d'utilisateurs en croissance rapide.

C. La compensation carbone décentralisée

L'entreprise CARBONEUTRE a développé un protocole certifié ISO 14064 (norme internationale dédiée GES) grâce à un accord du ministère de l'industrie et de la transition énergétique.

L'entreprise commercialise des crédits carbone issus de la plantation de bambou géant en France et en Italie et offre ainsi aux entreprises une solution locale de compensation volontaire pour les aider dans leurs objectifs de neutralité carbone. Ils se distinguent par leur économie circulaire et les bénéfices environnementaux associés sont nombreux :

- **Les Éco-puits de carbone** : le bambou est presque 35 fois plus performant que les forêts d'arbre feuillus en termes de captation de CO₂.
- **La Biosource d'énergie renouvelable** : la biomasse, les matériaux durables d'écoconception dans le secteur du bâtiment.
- **Protection de la biodiversité** : dépollution et fertilisation des sols, barrières coupe-feu naturelles.

Le processus de certification de séquestration carbone repose sur plusieurs étapes. Tout d'abord, la quantité de CO₂ séquestrée dans les bambouseraies a été calculée et vérifiée par l'organisme international RINA pour garantir son authenticité.

Ces données sont ensuite enregistrées de manière sécurisée et transparente dans un tiers de confiance sous la forme d'un Token NFT (jeton non fongible) sur la blockchain verte "Algorand".

Cette approche de certification par le biais de Tokens NFT assure l'unicité des données pour éviter toute double comptabilité. De plus, elle permet de tracer précisément les projets environnementaux, assurant ainsi la traçabilité des réductions de CO2. Cette méthode garantit que la quantité de CO2 vendue correspond exactement à la quantité de CO2 séquestrée, renforçant ainsi la transparence et l'intégrité du processus de certification.

Autre exemple de projet de compensation carbone : NORI : Le Token spécialisé dans l'élimination de CO2 dans l'atmosphère :

La méthodologie NORI consiste à capter et enfouir du CO2 dans des sols agricoles en échange d'une rémunération. Les agriculteurs souhaitant réaliser ce procédé doivent adopter des pratiques qui permettent l'extraction de CO2 de l'air et le captage de celui-ci dans le sol.

Selon la quantité de CO2 enfouie sur les parcelles de l'agriculteur, NORI lui délivre des Nori Carbon Removal Tonnes (NRTs) (des certificats) qu'il peut vendre sur le marché dédié (selon le prix de marché). Grâce à la vente de ces NRT, l'agriculteur reçoit des NORI Tokens (des « jetons ») qu'il peut ensuite échanger contre du cash, représentant ainsi sa rémunération pour avoir contribué à la suppression de carbone dans l'air. En parallèle, NORI se rémunère sur base d'une commission payée par les acheteurs.

Chaque crédit acheté doit être retiré immédiatement, dans le pays qui aura été indiqué par l'acheteur, cela évite le double comptage et une rémunération plus forte des acheteurs et au « juste prix ». Les informations sont accessibles et transparentes, le retrait et le lieu de retrait étant enregistrés directement sur la blockchain.

D. Le financement décentralisé des projets durables

Dans l'écosystème de la blockchain il existe un système de financement décentralisé pour alimenter des projets innovants. On les appelle des ICO (Initial Coin Offering). Ces levés de fonds permettent aux investisseurs et aux entreprises de financer des projets innovants.

Nous allons voir ci-dessous qu'il existe des solutions basées sur la blockchain qui permette de simplifier ces levés de fonds et ainsi accélérer l'adoption de ces nouvelles pratiques de financements.

Le « ClimateCoin » est une initiative européenne ayant pour objectif de lutter contre le changement climatique : il se présente sous la forme d'un token dont l'usage s'assimile à celui de l'euro ordinaire, mais dédié aux dépenses pour des projets d'énergies renouvelables. Un ClimateCoin vaut un euro.

La création d'un jeton « ClimateCoin » est un processus découpé en trois étapes : dans un premier temps, les données contenues dans les certificats des registres officiels de crédits carbone sont numérisées en jetons non-fongibles (NFTs). Ensuite, ces NFTs, préalablement vérifiés par la méthodologie D-MRV (Digital Measurement, Reporting and Verification), sont automatiquement tokénisés. Enfin, les NFTs sont bloqués dans un « pool » selon la catégorie à laquelle ils appartiennent (pool d'atténuation et de réduction de carbone, pool d'élimination de carbone ou pool d'énergies renouvelables) afin de pouvoir être repartis et émis en fonction de l'usage que l'on souhaite en faire. Nous rappelons qu'un crédit carbone est l'équivalent d'une tonne de dioxyde de carbone rejetée dans l'atmosphère.

En somme, ce projet qui est basé sur la blockchain ETHERUM, permet d'associer les jetons à des crédits carbone. Ces crédits sont ensuite injectés pour financer des projets bénéfiques pour l'environnement comme des projets de construction de parc d'énergies renouvelables par exemple.

Pour Francisco Benedito, le PGD de la société, le « ClimateCoin est bien plus qu'une crypto monnaie, avec le nouvel écosystème de la plate-forme ClimateTrade, nous offrirons à nos détenteurs de jetons et aux futurs investisseurs les avantages de cette stratégie vers l'économie réelle et les marchés du carbone blockchain avec les grandes entreprises et les nouveaux modèles de financement climatique ».

PARTIE 2
-
ÉTUDE EMPIRIQUE

CHAPITRE 5 – PRESENTATION DES OBJECTIFS ET DE LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE

I. LES OBJECTIFS

Nous avons vu dans notre revue de littérature qu'il existe beaucoup de potentielles applications et de solutions basées sur la blockchain pour accélérer la décarbonation et que certaines entreprises sont déjà avancées à ce sujet, mais quand est-il d'une manière plus générale ?

Afin de répondre le plus efficacement à la problématique « comment la blockchain peut-elle accélérer la décarbonation des entreprises » nous avons décidé de réaliser une étude empirique en deux grandes parties.

En effet, c'est un sujet relativement peu connu qui manque encore de maturité pour les entreprises, d'où l'intérêt d'avoir cette double approche. La première partie de cette étude s'appuiera sur l'analyse de 7 entretiens réalisés auprès d'experts dans les domaines de la blockchain, de la sustainability ou encore dans le domaine de la digitalisation. La seconde partie quant à elle sera basée sur l'analyse des résultats d'un sondage diffusé auprès de la communauté des crypto-monnaies. Nous avons fait une partie qualitative et une partie quantitative pour avoir une approche complète du sujet.

Nous avons décidé de mener cette étude en deux parties pour plusieurs raisons. La première est de pouvoir jauger le niveau de maturité et d'expertise des collaborateurs en entreprise et leurs façons d'appréhender la technologie de la blockchain dans une logique de décarbonation. La seconde est de pouvoir analyser l'implication et le degré de maturité sur des enjeux écologiques pour des personnes qui maîtrisent déjà le sujet de la blockchain.

L'objectif principal est de pouvoir évaluer le niveau de connaissance de l'ensemble des acteurs, d'identifier leurs craintes à ce sujet et de comprendre quels seraient les freins à une adoption en entreprise.

II. LA METHODOLOGIE

Pour la préparation de notre questionnaire pour les interviews, nous avons décidé de faire 3 grandes sections. La première section porte sur la perception des enjeux environnementaux et leurs impacts pour les entreprises. La seconde section porte sur des questions générales sur la blockchain. Nous avons dû adapter des questions plus ou moins précises en fonction de l'expertise de la personne que nous avons interrogée. Enfin, la dernière section de ce questionnaire porte sur les défis à relever pour une implémentation de nouvelles solutions de blockchain en entreprise. Nous avons volontairement choisi d'interviewer des profils très différents afin d'avoir une approche holistique sur la blockchain. En moyenne les entretiens ont duré plus d'une heure. L'objectif a été d'avoir un maximum de retour d'expérience afin de comprendre comment l'apparition d'une nouvelle technologie peut être appréhendée.

Pour la seconde partie et la diffusion du sondage nous avons eu l'opportunité de pouvoir le faire diffuser par un média spécialisé dans l'écosystème des crypto monnaies. Cet acteur de l'écosystème des crypto-monnaie compile plus de 100 000 visites par mois sur son site web. Le « Crypto Daily » nous a permis de solliciter directement une partie de la communauté crypto et ainsi pouvoir bénéficier de toute leur expertise sur la technologie de la blockchain. Pour la construction de ce sondage nous avons pu poser des questions plus précises sur le sujet de la blockchain et ses applications en matière de développement durable.

III. ÉCHANTILLON

Interviewé	Entreprise	Fonction	Expertises	Durée
Philippe BABOU	ARAYMOND	Chief Purchasing Officer	Mise en œuvre de stratégies et visions novatrices des achats.	40'
Christophe DELETIE	KEOPSE	Consultant Indépendant	Expert en digitalisation des achats	70'
Souleymane BELHOUCHE	LOMBARD ODIER GROUP	Strategy Manager	Expert en blockchain et services financiers	70'
Leila GHARNOUT	ARAYMOND	Sustainable Purchasing Manager	Experte en responsabilité sociétale des entreprises et intégration de nouveaux outils	60'
Yassine ZERARGUI	COLAS	Acheteur famille	Expert en blockchain et création de processus achats	70'
Pascal CAIAZZO	ARAYMOND	Network Purchasing Excellence Manager	Expert en achat et pilotage de la supply chain	70'
Bénédicte VETTIER	VETTIER AVOCAT	Avocat indépendant	Avocat RGPD spécialisé en blockchain et DPO certifié AFNOR	35'

CHAPITRE 6 - ANALYSE DES INTERVIEWS

Les résultats de ces interviews sont très intéressants car les participants ont répondu aux questions et chacun avaient des visions différentes sur le potentiel de la blockchain et sur les défis à relever pour une implémentation en entreprise.

Dans un premier temps les participants se sont présentés afin que nous puissions mieux comprendre leurs fonctions, leurs rôles ainsi que leurs places stratégiques au sein de leurs entreprises respectives.

I. PERCEPTIONS DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET STRATEGIES D'ENTREPRISES

Nous avons ensuite échangé autour des enjeux environnementaux. Pour l'ensemble des personnes interviewer, nous pouvons observer que ce sujet fait partie des priorités pour les entreprises et que la sensibilisation auprès des collaborateurs est déjà importante.

En effet, pour Philippe Babou, directeur des achats monde chez ARAYMOND, la préoccupation des enjeux environnementaux est plus qu'essentielle dans les stratégies d'entreprises. Il précise évidemment que cette prise de conscience est propre à chaque entreprise. Chez ARAYMOND « c'est un sujet qui est en haut de la pile des axes stratégiques ». L'entreprise a fait le choix que chaque département et chaque entité internationales de ARAYMOND devaient se doter de plans d'action et de personnes pour pouvoir répondre à la question de la durabilité. D'un point de vue des achats, une équipe composée d'experts en durabilité a été créée il y a un an et demi maintenant. L'intégration de ces nouveaux postes sous la responsabilité du directeur achat monde est une volonté forte de l'entreprise car cela permettra un pilotage efficient de ces nouveaux projets et une meilleure communication. Leila GHARNOUT, CSR Manager chez ARAYMOND, viens compléter le raisonnement de Philippe BABOU car pour elle le challenge c'est de savoir comment on peut valoriser toute la partie des actions de décarbonation. Madame GHARNOUT fait partie d'un groupe de travail en collaboration avec la communauté achat afin de pouvoir définir des objectifs, des ambitions, et des plans d'action concrets. Effectivement, bien qu'il y ait des plans d'action qui sont définis il reste encore très difficile de compiler les informations afin de prouver et valoriser les gains en émissions de carbones obtenus.

Souleymane BELHOUCHE, Strategy Manager chez Lombard Odier Group et ancien consultant senior chez PWC France, souligne la pression exercée par les directives européennes en matière de déclaration des émissions carbones. En effet, pour lui les entreprises ont un fort intérêt à se conformer

dès maintenant à ces nouvelles directives. Il précise également que « les capitaux doivent être orientés vers des valeurs sûres à l'avenir ». Pour le moment les entreprises ont un devoir « déclaratif » via les rapports extra-financier mais d'ici 2024-2025 elles seront challengés sur leurs objectifs de décarbonations.

Un point qui a été souligné par l'ensemble des personnes interviewers concerne la prise de conscience des enjeux environnementaux en tant que citoyen. Pascal CAIAZZO, Network Purchasing Excellence Manager chez ARAYMOND nous explique qu'il se tiens régulièrement informé à titre personnel notamment en « écoutant des conférences sur la transition énergétique de Jean Marc JANCOVICI » notamment. Pascal CAIAZZO définit les processus d'achat de ARAYMOND afin d'atteindre les ambitions de l'entreprise d'avoir une activité plus propre et plus respectueuse pour la planète. Son objectif est de pouvoir piloter la performance des fournisseurs de leurs nominations jusqu'à l'évaluation de leurs performances. La prise en compte des nouvelles règlementations d'une manière personnelle entraînera des répercussions évidentes sur la façon de travailler en entreprise.

Philippe BABOU nous a d'ailleurs confirmé que la société ARAYMOND a été audité par la société CARBON 4 (une société dont JANCOVICI est actionnaire). Les résultats de l'audit ont montré que sur les scopes 1,2,3 les achats représentent quasiment 30% de l'impact carbone négatif d'ARAYMOND. On observe la volonté de l'entreprise à vouloir identifier et quantifier leurs empreintes carbonées.

La société ARAYMOND a deux grandes ambitions :

- Réduire de 33% son impact carbone d'ici 2030
- Devenir net carbone d'ici 2050

L'entreprise a donc choisi de créer un positionnement stratégique avec notamment Leila GHARNOUT en tant que pilote. Dans un premier temps ils ont travaillé sur ce qu'ils définissent comme un « système environnemental ». Ça représente tous les processus qui vont venir impacter l'activité d'ARAYMOND. Il faut définir des actions au niveau des formations des acheteurs et des fournisseurs mais aussi la volonté de faire signer des chartes aux fournisseurs et mettre des éléments dans les RFQ qui leur sont envoyés.

ARAYMOND a aussi défini une phase où les achats doivent traduire un plan d'action concret afin de réduire leurs émissions. Ils ont ainsi listé toutes les idées concrètes pour savoir par exemple s'ils vont travailler sur la partie recyclable des cartons, l'inclusion de notions de biosourcer ou encore comment verdir l'énergie. Il y a aussi des journées qui sont organisées avec les fournisseurs pour travailler

ensemble sur la partie optimisation des matières. ARAYMOND a défini une stratégie à l'échelle mondiale basée sur 5 piliers. Toute la difficulté est de pouvoir traduire les plans d'action en impact CO2. Il y a des problématiques sur les mesures des émissions carbone.

L'entreprise COLAS est une entreprise de travaux publics, filiale du groupe Bouygues. Yassine ZERARGUI, acheteur sur la famille bitume au sein de l'entreprise nous a expliqué comment les enjeux de décarbonations sont abordés par la direction. La catégorie d'achat « bitume » est un enjeu fort pour l'entreprise puisque celle-ci provient directement du raffinage du pétrole.

Il nous explique que COLAS a décidé de centraliser tous ses achats pour la partie « route » pour avoir une logique évidente de rentabilité fournisseur mais aussi pour une question de maîtrise des enjeux RSE. Il existe une relation d'interdépendance avec leurs fournisseurs. L'entreprise est consciente que le bitume est très polluant et elle essaye de mettre en place de choses pour développer de nouvelles solutions.

Tout d'abord il y a une forte prise en compte des enjeux RSE lors desancements des appels d'offre. De plus, COLAS est dans une logique d'accompagnement et de motivation de ses fournisseurs car ils savent que les raffineries peuvent facilement se passer de produire du bitume ou de prioriser d'autres clients. La montée en compétence des fournisseurs est un enjeu clé car c'est avec eux que de nouvelles solutions pourront être trouvées. Yassine ZERARGUI précise que dans des marchés de niche comme celui-ci, les services de R&D sont très présents pour accompagner les acheteurs afin de trouver de nouvelles solutions grâce par exemple à des produits de substitution. Le problème dans le développement de nouvelles solutions pour décarboner du bitume est que ça demande des investissements massifs. COLAS exploite tout de même une piste qui consiste à rajouter un additif dans leur bitume afin de réduire son empreinte carbon.

Pascal CAIAZZO précise également qu'il est important de mettre en place des processus afin de pouvoir récupérer des roadmaps CO2 et innovations des fournisseurs afin de créer plus facilement des stratégies à partir d'un category management par exemple. Il faut que les processus mis en place soient en phases pour répondre aux questions de la durabilité.

Leila GHARNOUT nous dit que les clients demandent de justifier qu'on ne travaille pas avec des fournisseurs à risques. L'impulsion sur les enjeux de décarbonation doit-elle venir des clients ou des fournisseurs ? C'est une question qui est souvent revenue au cours des entretiens. En effet, pour elle les entreprises ont trop souvent attendu d'être « au pied du mur » pour réellement changer leurs

façons de faire du business. Les grands changements interviennent souvent en réponse à des catastrophes comme le covid (dans la manière de repenser les relations fournisseurs par exemple) ou encore à la suite d'évènements comme l'effondrement du Rana PLAZA, qui amène de nouvelles pratiques dans la sélection de ses fournisseurs. La conscience des clients finaux sur l'origine et la durabilité des produits qu'ils achètent est de plus en plus importante. Par exemple dans le secteur du bâtiment par exemple, COLAS doit se confronter de plus en plus aux pressions exercées par leurs clients.

On observe une hausse des exigences de la part des clients donc les entreprises ont tout intérêt à anticiper cette demande de transparence croissante afin de proposer dès maintenant des solutions. D'une manière générale les personnes interrogées sont d'accord sur le fait que les entreprises et les clients finaux doivent créer des synergies pour pouvoir changer les modèles économiques des entreprises. Une nouvelle vision systémique doit émerger. Christophe DELETIE, consultant indépendant dans la digitalisation achats nous dit que pour le moment les entreprises se repose seulement sur la CSRD « les deux premières pages de leurs rapports extra-financiers représentent simplement leurs business modèles et ses impacts ». Or pour lui il faut aller plus loin. Les entreprises doivent se forcer à se questionner sur leurs business modèles et sur la manière de s'adapter aux changements et aux évolutions du marché.

L'économie circulaire est au cœur des débats. Chez ARAYMOND, Leila GHARNOUT n'est pas fermée à l'idée de travailler avec des concurrents pour développer des solutions basées sur l'économie circulaire. Elle nous a donné par exemple l'entreprise PEUGEOT qui a développé toute une logistique pour envoyer des palettes chez ses clients et organiser des ramasses pour les récupérer et les régénérer pour toute sa supply en France et en Europe.

Souleymane BELHOUCHE et Leila GHARNOUT ont soulevé un point très intéressant sur lequel les banques tiennent de plus en plus compte des notations ESG pour l'obtention de prêts. Les entreprises avec des politiques ESG qui ne sont pas claires auront plus de difficultés à faire financer leurs demandes de prêts. Par exemple chez COLAS, Yassine ZERARGUI nous explique que des établissements bancaires comme la BNP PARIBAS ont de plus en plus de réticence à financer des projets pétroliers à cause de l'empreinte carbon générée. Souleymane BELHOUCHE maintient le fait qu'il faut réussir à avoir un impact sur les trois parties de la politique ESG pour pouvoir trouver du financement « Nous sommes obligés de nous conformer si nous voulons ne serait-ce qu'avoir une facilité bancaire ».

II. QUESTIONS GENERALES SUR LA BLOCKCHAIN

Pour commencer cette section nous avons posé une question fermée simple pour prendre la température au niveau de la confiance que les personnes ont en la blockchain. « Pensez-vous que la blockchain est un outil décentralisé et sécurisé ? ». Sur 7 personnes interviewées 3 ont répondu qu'elles trouvaient la blockchain sécurisée et 3 pensent le contraire ou n'a pas d'avis sur le sujet par manque d'informations et d'expériences à ce sujet.

Grâce à nos entretiens, nous avons pu observer que pour appréhender des nouvelles technologies, les entreprises créées des groupes de travaux spécialisés pour faire de la veille technologique et comprendre les enjeux. Pour reprendre les mots de Philippe BABOU « En fait, « blockchain » c'est un mot nouveau, moderne. Je dirais que le but du jeu c'est de chaîner des choses le plus rapidement possible, le plus digitalement possible et faire en sorte d'aller le plus vite possible pour répondre à un questionnement. »

Avant de développer de nouvelles applications ou d'opérer un changement stratégique les entreprises ont plusieurs responsabilités à prendre en compte. Yassine ZERARGUI évoque le fait que les entreprises ont un devoir de répondre à la satisfaction client mais aussi de produire de la valeur pour les actionnaires. Pour lui ce sont les deux principaux éléments à prendre en compte avant de se lancer dans un nouveau projet.

Les groupes de travail ont justement pour mission d'évaluer les gains et les risques de ces nouvelles opportunités technologiques. Pascal CAIAZZO nous évoque un retour d'expérience sur la blockchain. En 2017, lorsqu'il travaillait chez RENAULT, un groupe de travail avait été créé pour appréhender les nouveaux enjeux autour de la blockchain. Il nous explique que les personnes ayant été intégrés au projet furent des hauts responsables et directeurs de l'entreprise. Cela montre que l'entreprise avait une volonté forte de découvrir et comprendre la technologie de la blockchain pour les aider à trouver des solutions pour piloter leur chaîne d'approvisionnement.

Souleymane BELHOUCHE a travaillé 5 ans dans le cabinet de conseil en audit PWC. Spécialisé dans les services financiers il est intervenu auprès d'un blockchain LAB. C'était une cellule spécialisée sur la blockchain que PWC avait créé et qui s'adressait aux clients sur tous les types de sujets autour de cet écosystème. Ils intervenaient sur l'audit des solutions de blockchain et tout ce qui est contrôle interne comptabilité et la façon dont les entreprises doivent comptabiliser leurs transactions avec des

blockchain. Il nous a donné comme exemple L'Oréal qui avait vendu des NFT (Non Fongible Token) à ses clients et les objectifs ont été de comprendre comment ils vont venir intégrer tout ça dans leurs bilans et comment cela va transformer leurs business model ? Il déclare également que l'on aperçoit 2 gros types de blockchain. La première partie est la tokenisation et la seconde les Digital Assets.

Monsieur BELHOUCHE a fait plusieurs missions sur de la stratégie, c'est-à-dire comment se positionner vis-à-vis de la blockchain pour le secteur bancaire notamment. Mais il a également accompagné les COMEX pour savoir comment on met en place une stratégie avec des outils basés sur la blockchain. Par exemple, une de ses études était sur l'impact de la blockchain dans l'aviation notamment avec la société KLM en collaboration avec le régulateur européen de l'aviation civile. Au terme de cette étude ils ont développé un système de gestion basé sur la proof of concept pour faciliter la communication et optimiser les processus de maintenances lorsque les avions arrivent dans les aéroports.

Le strategy manager chez LOMBARD ODIER GROUP précise que la prise en compte d'une solution de blockchain peut être très différente en fonction du secteur d'activité. En effet il peut avoir des problématiques spécifiques liées à chaque secteur (bancaire, agroalimentaire). Dans les systèmes bancaires par exemple le fait que les transactions basées sur la blockchain soient instantanées n'est pas forcément une bonne chose. Actuellement le système monétaire bancaire est basé sur le réseau SWIFT. Toutes les transactions mettent en moyenne deux jours pour s'effectuer. La banque a ainsi deux jours pour trouver les fonds pour réaliser les transactions. Alors que dans un système basé sur la blockchain les fonds seraient instantanément transférés, cela poserait une problématique pour les banques car ils auraient moins l'agilité dans la gestion de leurs opérations financières. Cela illustre bien l'intérêt de réaliser des études approfondies afin d'identifier les éventuelles contraintes liées aux secteurs d'activité. Cependant les nouveaux projets autour des CBDC (monnaies numériques des banques centrales) présentent de nombreuses opportunités sur la régulation des échanges et la traçabilité.

« Programmation de la monnaie : Par exemple, demain je vous donne une subvention pour les rentrées scolaires pour vos enfants, les banques pourront programmer cette monnaie pour que vous dépensiez les 400€ uniquement dans des établissements qui seront agréés pour recevoir cet argent. Un peu comme les cartes et tickets restaurant qui marchent uniquement dans les restaurants et fast food. Petit à petit on aura plus de contrôles sur la monnaie dans la mesure où on pourra lutter contre le blanchiment d'argent, lutter contre le financement du terrorisme, lutter contre tout ce qui est fraude

fiscale... ». Pour le secteur financier nous pouvons voir qu'il existe des opportunités mais aussi des menaces dans l'implémentation de solutions basées sur la blockchain.

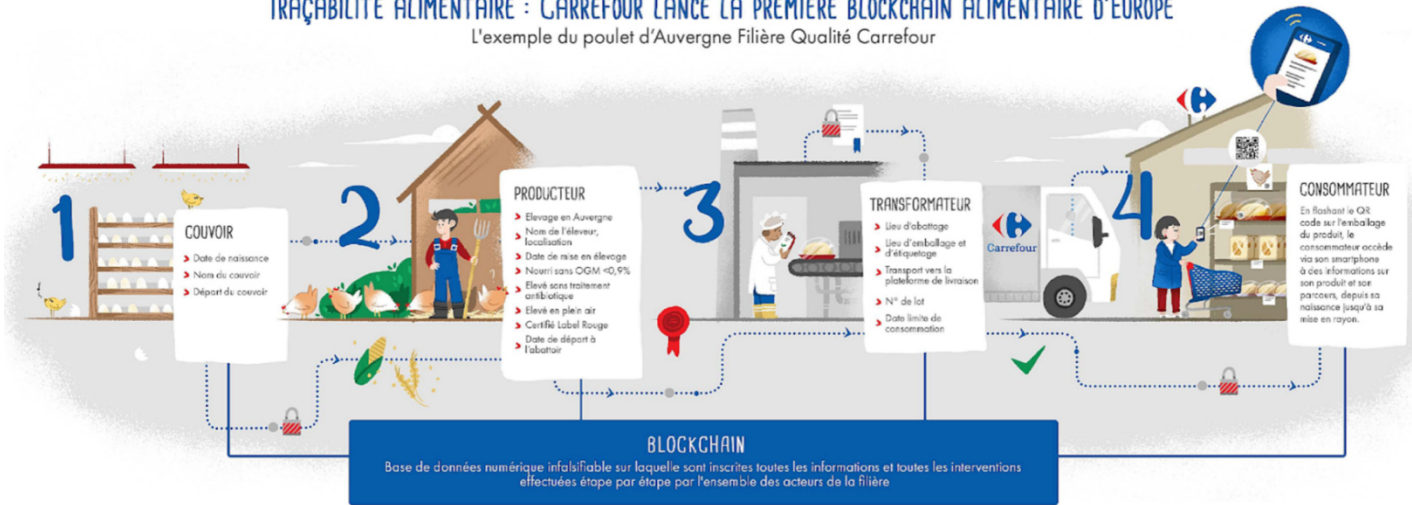
Yassine ZERARGUI nous explique que « La blockchain sera performante pour certains secteurs mais pas forcément de partout. Le secteur de la billetterie par exemple pourrait facilement utiliser la technologie de la blockchain pour émettre des NFT (Non fongible Token) et ainsi s'assurer du caractère immuable et infalsifiable de tous les billets qui seront vendus. Le groupe AXA par exemple avait développé la plateforme FIZZY qui était une assurance paramétrique contre les annulations et retards d'avions utilisant la blockchain sauf qu'un an après le lancement de la plateforme les résultats attendus n'étaient pas au rendez-vous. Ils ont ainsi arrêté cette solution malgré les capitaux engagés. »

Le secteur de l'agroalimentaire est déjà avancé dans le milieu de la blockchain en termes de traçabilité. Nous pouvons prendre l'exemple de l'enseigne CARREFOUR qui utilise la blockchain pour optimiser ses processus de traçabilité face à une demande croissante de transparence de la part des consommateurs. Pour Yassine ZERARGUI, l'intérêt c'est d'avoir des données sécurisées, cela permettra d'identifier les étapes les plus polluantes et s'assurer de la provenance des aliments et définir des plans d'action ciblés. Christophe DELETIE rajoute qu'il y a une tendance extrêmement forte sur les enjeux de traçabilité et que les entreprises devront se tourner vers des solutions en Open data par exemple. « On rentre dans une logique où on partage de l'information, ça me semble aujourd'hui le seul moyen de la capturer. »

Ci-dessous des ressources transmises par Monsieur BELHOUCHE sur la traçabilité alimentaire :
L'exemple Carrefour :

TRAÇABILITÉ ALIMENTAIRE : CARREFOUR LANCE LA PREMIÈRE BLOCKCHAIN ALIMENTAIRE D'EUROPE

L'exemple du poulet d'Auvergne Filière Qualité Carrefour



On observe dans la deuxième ressource ci-dessus que de nombreux acteurs du secteur de l'agroalimentaire utilisent la blockchain dans leurs programmes de fidélisation par exemple.

Walmart

Dépôt auprès de l'Office américain des brevets et des marques d'un dossier (01/22) mentionnant la création de :

- Sa propre monnaie virtuelle
- Ses propres NFT

Une vidéo d'un supermarché Walmart en Réalité Virtuelle à également été publiée en ligne

CVS pharmacy

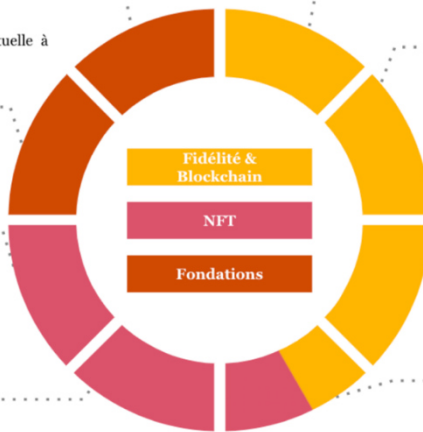
CVS Health a déposé une demande de marque qui lui permettrait de vendre des biens et des services dans le métavers

PRINTEMPS

Le Printemps a lancé son premier magasin shopping metaverse ainsi que le lancement d'une collection de 30 NFT pour fêter sa nouvelle identité (en partenariat avec Ariance)

Westfield

Westfield lance sa plateforme NFT : <https://westfieldnft.com/>. Ce site sert également de marketplace (sur la blockchain Ethereum)



Blockchain alimentaire, NFBees, présence sur The Sandbox

Rakuten

Rakuten utilise sa propre plateforme blockchain et la monnaie **RakutenCoin** dans son programme de fidélité, qui peut être accumulée et dépensée pour divers achats.

STREETS

Une franchise de restaurants canadiens met en place son programme de fidélisation des clients sur la blockchain à travers une collection NFT "Tenacious Tacos". 20 % de réduction dans tous les établissements StrEATS, accès aux événements VIP et droit de vote sur les nouveaux éléments du menu.

STARBUCKS

Starbucks va dévoiler en septembre 2022, son "Web3 Rewards Program". Le CEO dit vouloir déployer le modèle: "Spend-to-Earn "Stars" tout en introduisant de nouvelles méthodes d'engagement émotionnel des clients"

GROUPE Casino

- Achat d'un land sur The SandBox
- Club Leader Price : Création de NFT sous forme de personnage pour fidéliser/récompenser les clients
- Monoprix lance sa plateforme NFT : nft.monoprix.fr (événements exclusifs avec des chefs cuisinier pour les détenteurs)

Souleymane BELHOUCHEAT soulève trois interrogations :

- N'est-il pas déjà possible d'offrir de la traçabilité sur les chaînes d'approvisionnement ?
- La blockchain apporte-elle une innovation en tant que telle ?
- Concernant les programmes de fidélisations grâce notamment au NFT, les clients sont-ils assez informés et formés sur ces nouveaux outils ? La maturité de compréhension au sujet de la blockchain du grand public et des fournisseurs est-elle suffisante ?

Par exemple l'entreprise CARREFOUR envisage de changer son business-modèle et de créer un écosystème basé sur la blockchain afin d'intégrer plus durablement les clients grâce aux outils du Web3. Le Web3 est nouvelle version du web basée sur des outils utilisant la blockchain (cloud décentralisé, préservation des données numériques.). Ils veulent embarquer leurs clients dans un nouvel écosystème mais les clients sont-ils prêts pour cela ? Souleymane BELHOUCHEAT émet encore des doutes à ce sujet et c'est selon lui l'incompréhension du sujet qui freine l'adoption de la technologie de la blockchain.

Un des points abordés dans ces entretiens a été les enjeux autour de la gestion des énergies grâce à la blockchain. Un retour d'expérience de Monsieur BELHOUCHEAT nous permet de comprendre comment la blockchain pourrait être utilisée pour constituer des réseaux d'échanges d'électricité par exemple. « Je suis producteur et consommateur, ça veut dire que l'énergie que je peux consommer, je la consomme. Celle que je ne consomme pas, je la redistribue dans le réseau et le réseau me paye pour ça. Nous allons aller de plus en plus vers ce mode de producteur / consommateur / distributeur. Nous pouvons avoir un potentiel cas d'usage où une blockchain viendrait fluidifier tous ces échanges au lieu d'avoir une entité centralisée, nous aurons un réseau couplant l'IOT et la blockchain qui emmètre des smart contracts. Ces smart contracts viendraient identifier si un consommateur n'a pas consommé toute son énergie afin de la vendre automatiquement sur le réseau. »

Nous pouvons avoir le même type de réseau pour des échanges de crédits carbone « en fonction de notre consommation on va avoir des bonus ou des malus et tout ça va être rétribué avec de la blockchain et il y aura des tokens qui seront émis et ces tokens vont servir à aller alimenter d'autres personnes ou entreprises. »

Nous retiendrons de cette partie qu'une solution basée sur la technologie de la blockchain présente des avantages mais aussi des inconvénients. Les entreprises qui décident de se doter d'une telle solution doivent être conscientes des enjeux qu'implique cette technologie.

III. LES DEFIS A RELEVER POUR UNE IMPLEMENTATION DE SOLUTION BASEE SUR LA BLOCKCHAIN

L'implémentation d'une nouvelle plateforme ou d'un nouvel outil engendre automatiquement beaucoup de changements en entreprise. D'autant plus lorsque cela implique une nouvelle technologie encore inconnue du grand public. Dans l'analyse de cette dernière section nous allons identifier les problématiques liées à une implémentation et comment maximiser son utilisation en entreprise.

Pour Christophe DELETIE il est important d'appréhender un nouveau sujet comme celui-ci en s'appuyant sur les retours d'expériences. C'est évidemment grâce à des retours de terrains que nous pouvons identifier les potentiels points bloquants. Leila GHARNOUT nous dit qu'il est important de pouvoir solliciter les communautés des acheteurs afin de récolter un maximum d'informations et surtout pouvoir identifier les bénéfices que nous pourrions en tirer. Ce serait pour elle un excellent moyen de promouvoir la valeur ajoutée que pourrait apporter la blockchain à la responsabilité sociétale des entreprises par exemple.

Pascal CAIAZZO précise que les entreprises doivent absolument comprendre et s'appropriier le sujet grâce à des benchmarks par exemple avant de se lancer dans des processus d'implémentations. Il évoque également le fait que les normes gouvernementales peuvent avoir un fort impact dans l'élaboration des stratégies des entreprises et leur manière d'appréhender ces nouvelles technologies. Pour Souleymane BELHOUCHE il est essentiel de passer par un benchmark pour se demander quelles solutions est la plus pertinente. Une fois avoir compris et maîtrisé ces nouveaux sujets, les entreprises peuvent commencer à se poser des questions sur l'exploitation de cette nouvelle technologie. « Je veux mettre en place un outil basé sur la blockchain, ok mais quel est le service que je veux adresser ? Qu'est-ce que ça apporte ? Quels sont les technologies existantes en internes ? Quel est le degré de flexibilité ? La valeur ajoutée en termes de coût, de temps, de gouvernance, de sécurité et de transport ? Quel est l'impact à tous ces niveaux ? Quelle est la maturité actuelle ? Est-ce qu'il y a besoin de gestion de données personnelles ? Est-ce qu'il y a besoin de standards de blockchain ? ».

Les entreprises, ont des niveaux de maturités différents par rapport à leurs systèmes d'information et leurs technologies existantes. Il y a des enjeux de standardisations. Il faudra également gérer l'instantanéité, gérer une gouvernance décentralisée et s'assurer que tout le monde parle le même langage et que tous les acteurs ne soient pas bloqués par le système.

Pour Yassine ZERARGUI le premier frein logique est la contrainte financière, en effet il faut « réussir à vendre un résultat théorique avec des dépenses immédiates ». Le deuxième frein c'est le facteur humain car il faut être capable de le challenger en interne, trouver les ressources d'expertise et gens qui vont être dédiées à ce sujet. La conduite du changement est très importante car il va avoir de nouvelles façons de travailler. Il faut que l'entreprise puisse faire comprendre à ses employés pourquoi nous allons utiliser un nouvel outil, c'est essentiel.

Les entreprises doivent également tenir compte de tous les problèmes de coûts d'investissements, de maintenances, car pour un outil qui est décentralisé il faut se demander qui est-ce qui le maintient ? Est-ce un consortium ? Est-ce que c'est une entité indépendante dans laquelle tout le monde investit ? Il y a tous ces enjeux à regarder, c'est tous les aspects de gouvernance. Leila GHARNOUT soulève également les enjeux de responsabilités par exemple avec des problématiques de traçabilités. « Est-ce qu'on responsabilise le sous-traitant du sous-traitant ? Jusqu'où peut-on remonter ? ». Pascal CAIAZZO nous dit que l'une des problématiques les plus importantes est que les petites entreprises auront du mal à embarquer leurs fournisseurs, leurs clients dans un écosystème basé sur la blockchain. L'impulsion proviendra certainement des grosses entreprises qui vont distiller en cascade leurs outils et leurs savoir-faire à ce sujet.

Le plus important est se rendre compte que l'outil a une vraie valeur ajoutée et qu'il n'est pas seulement là pour faire « joli ». Les capitaux, le personnel, les ressources engagés pour le développement d'un tel projet doivent être justifiés. L'ensemble des personnes interviewées sont d'accord sur le fait qu'une matrice de risque pourrait être un outil pertinent pour les aider les entreprises à prendre les bonnes décisions et sélectionner des outils en fonction de leurs besoins.

IV. FOCUS SUR LA PARTIE JURIDIQUE DE LA BLOCKCHAIN

Bénédicte VETTIER, avocat RGPD spécialisé en blockchain et DPO (Délégué à la protection des données) certifiée AFNOR, nous informe des problématiques auxquelles se heurte la blockchain.

Tout d'abord elle nous précise que la technologie de la blockchain ne pose pas de problème en tant que tel mais que les problématiques vont être liées à l'utilisation que nous allons en faire. Elle la définit comme une technologie de rupture et que son adoption demandera encore du temps.

Il y a encore beaucoup d'incompréhensions d'un point de vue fiscale et les institutions s'efforcent de réguler l'utilisation de ces nouveaux actifs numériques. La qualification fiscale est encore trop vague et les questions autour de l'imposition de ces actifs numériques sont floues.

L'Union Européenne a rassemblé un cadre réglementaire (MICA) sur les crypto-actifs, les émetteurs de crypto-actifs et les prestataires de services et de solution basés sur la blockchain. C'est le premier cadre juridique harmonisé autour des crypto-actifs au sein de l'UE.

Ce règlement a pour objectif de renforcer la protection des investisseurs en permettant d'instaurer une plus grande transparence pour les émetteurs et les fournisseurs de services. Le règlement MICA vise également à garantir la conformité pour lutter contre le blanchiment d'argent. Ce cadre réglementaire a pour but de maintenir une stabilité financière tout en encourageant l'innovation et l'attrait du secteur des crypto-monnaies et de la blockchain.

De nombreuses entreprises sont en procès avec la SEC (Securities and Exchange Commission) qui est l'organisme fédéral américain de réglementation et de contrôle des marchés financiers. Nous pouvons prendre pour exemple la bataille juridique avec la société RIPPLE et l'émission de son jeton XRP qui pourrait être considéré comme une « Securities » (valeur mobilière). Plus récemment Grayscale, le plus grand gestionnaire de fonds crypto au monde, a gagné son procès contre le régulateur. L'entreprise avait engagé des poursuites contre la SEC car l'organisme lui avait refusé l'émission d'un ETF basé sur le Bitcoin. Un ETF (Exchange Traded Fund), est un fonds indiciel qui a pour objectif de suivre le plus précisément possible l'évolution d'un indice boursier, à la hausse comme à la baisse. Cette victoire sonne comme un énorme pas en avant pour l'écosystème et encourage l'adoption et l'utilisation de la blockchain et des crypto-monnaies.

Maître VETTER souligne également que l'émergence des NFT (jeton non fongible) pose des problèmes de propriétés intellectuelles. En effet, il est encore difficile de garantir les droits de propriété pour des œuvres numériques vendues sous forme de NFT. Il peut avoir des questions de piratage, de violation des droits d'auteur ainsi que des défis pour la reconnaissance légale et la protection des créateurs.

Enfin, un des points soulevés par l'avocate est celui de la responsabilité. En effet, dans le cadre d'une collaboration entre deux entreprises utilisant une solution basée sur la blockchain il est essentiel de se demander qui est responsable en cas de piratage ou de fuites de données.

CHAPITRE 7 – ANALYSE D’UN QUESTIONNAIRE AUPRES DE LA COMMUNAUTE CRYPTO

Dans un monde confronté à des enjeux environnementaux de plus en plus pressants, la technologie de la blockchain suscite un intérêt croissant en tant qu'outil potentiel pour contribuer à la décarbonation des industries et à la transition vers une économie plus durable. La communauté des cryptomonnaies, jouant un rôle majeur dans l'adoption et le développement de la technologie de la blockchain, et est également au centre des discussions sur l'impact environnemental de cette technologie. Ainsi, dans le cadre de cette étude de cas, nous nous penchons sur une analyse approfondie d'un questionnaire qui a été transmis à la communauté crypto grâce à l'aide de la page communautaire « CRYPTO DAILY ». Cette page comptabilise près de 100 000 vues par mois. Cette analyse a pour objectif d'explorer les perceptions, les connaissances et les attitudes de cette communauté à l'égard de l'intersection entre la blockchain et la décarbonation.

La technologie blockchain, réputée pour sa transparence, son immutabilité et sa capacité à créer des réseaux décentralisés, offre un potentiel prometteur pour renforcer la traçabilité des chaînes d'approvisionnement, la gestion des émissions de carbone et la création de systèmes incitatifs favorisant des comportements plus durables. Cependant, les préoccupations environnementales liées à la consommation énergétique associée à certaines solutions blockchain, comme le minage de cryptomonnaies, soulèvent des questions importantes sur la voie à suivre pour concilier l'innovation technologique et la durabilité.

Le questionnaire présenté dans cette analyse a été conçu pour sonder les opinions de la communauté crypto sur divers aspects de la décarbonation grâce à la blockchain. Il aborde des questions allant de la perception générale de l'impact environnemental de la blockchain à l'évaluation des initiatives de réduction des émissions de carbone mises en œuvre par les acteurs du secteur. Les réponses recueillies parmi 30 participants permettent de mieux comprendre comment les membres de la communauté crypto perçoivent leur rôle dans le débat sur la durabilité, ainsi que leurs idées sur les opportunités et les défis liés à l'intégration de solutions blockchain dans la lutte contre le changement climatique.

Cette analyse fournit une vision approfondie des perspectives au sein de la communauté crypto en ce qui concerne l'équilibre entre l'innovation technologique et les considérations environnementales. En examinant les résultats du questionnaire, nous pourrions mieux appréhender les motivations et les priorités des acteurs du secteur et tirer des enseignements pertinents pour orienter les décisions

futures en matière de développement et d'adoption de la blockchain dans le contexte de la décarbonation.

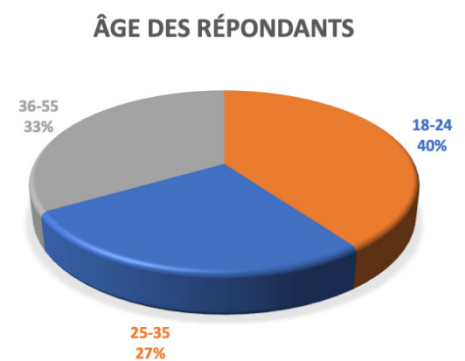
I. ANALYSE DU PROFIL DES REPONDANTS

- Âges des répondants :

La répartition des répondants selon les différentes tranches d'âge révèle des informations pertinentes sur la démographie de la communauté crypto et son engagement vis-à-vis des questions de décarbonation et de la blockchain.

Parmi les répondants, les tranches d'âge ont été réparties comme suit :

- Les personnes âgées de 18 à 24 ans représentent 40% des répondants.
- Les individus âgés de 25 à 35 ans comptent pour 27% des répondants.
- Les participants ayant entre 36 et 55 ans constituent 33% des répondants.



Cette répartition illustre une diversité générationnelle au sein de la communauté crypto qui a pris part au sondage. Chacune de ces tranches d'âge peut avoir des perspectives et des expériences distinctes différentes.

Les répondants âgés de 18 à 24 ans pourraient représenter une génération plus jeune et technophile, potentiellement ouverte aux innovations technologiques. Leur intérêt pour la décarbonation pourrait indiquer une préoccupation pour les enjeux environnementaux futurs et leur volonté d'explorer comment la technologie peut être utilisée pour y répondre.

Les individus âgés de 25 à 35 ans, représentant le deuxième groupe le plus important. Leur engagement peut être influencé par leur expérience et leur connaissance plus approfondie de la technologie.

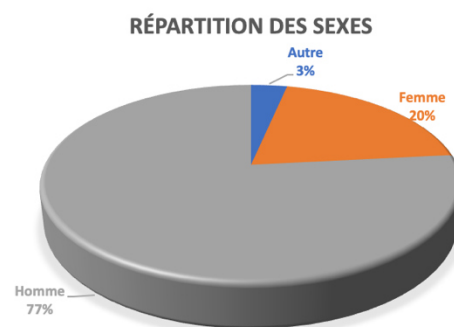
Les répondants âgés de 36 à 55 ans, bien que légèrement moins nombreux, peuvent également apporter des perspectives importantes. Cette tranche d'âge pourrait inclure des professionnels plus expérimentés, peut-être davantage impliqués dans des discussions sur la durabilité et l'impact environnemental.

- Répartition des sexes :

L'analyse de la répartition des répondants en fonction du sexe met en lumière des données importantes concernant la diversité de genre au sein de la communauté crypto.

Les résultats montrent que :

- Les hommes représentent 77% des répondants.
- Les femmes constituent 20% des répondants.
- Autres : 3 % des répondants.



La forte majorité de répondants masculins suggère que les hommes sont majoritaires au sein de la communauté crypto. Cela reflète une tendance plus large observée dans l'industrie des technologies et des crypto monnaies, où les hommes sont souvent surreprésentés.

Cependant, il est essentiel de noter que la sous-représentation des femmes peut avoir un impact sur la diversité des opinions et des perspectives exprimées dans les réponses.

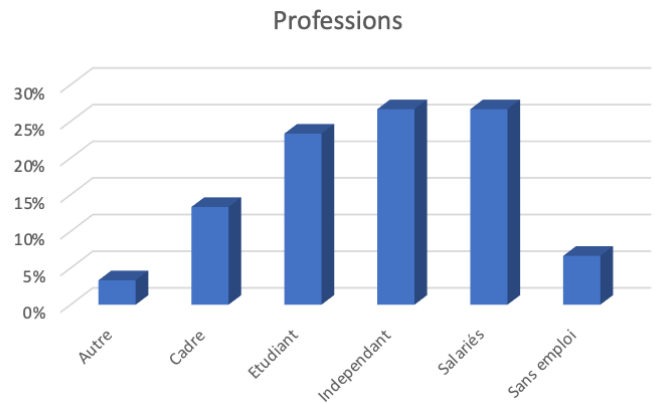
Une répartition plus équilibrée entre les sexes pourrait contribuer à une discussion plus riche et holistique sur ces sujets. Cette analyse de la répartition par sexe souligne la nécessité d'encourager une plus grande diversité de genre au sein de la communauté crypto et de créer un environnement inclusif.

- Répartition par professions :

Cette analyse permet de mieux comprendre la diversité des parcours professionnels au sein de la communauté crypto.

Les résultats montrent que :

- 3% des répondants sont dans la catégorie "Autre".
- 13% des répondants occupent des postes de "Cadre".
- 23% sont "Étudiants".
- 27% sont "Indépendants".
- 27% sont "Salariés".
- 7% se déclarent "Sans emploi".



La diversité des professions reflète une variété d'expériences et d'expertises au sein de la communauté crypto. Les répondants étudiants représentent un groupe significatif, suggérant un intérêt précoce et potentiellement croissant pour les questions liées à la blockchain et aux nouvelles technologies parmi les nouvelles générations.

La présence équilibrée d'indépendants et de salariés indique une participation active de professionnels du secteur privé, qu'ils travaillent de manière autonome ou pour des entreprises. Les cadres, en tant que groupe, pourraient apporter des perspectives plus stratégiques et décisionnelles sur la manière dont les entreprises abordent ces questions.

La catégorie "Sans emploi" et la catégorie "Autre" contribuent également à la richesse des données collectées, avec des expériences et des points de vue uniques à partager.

Cette diversité de parcours professionnels peut contribuer à une vision plus complète et nuancée des liens entre la technologie blockchain et la décarbonation.

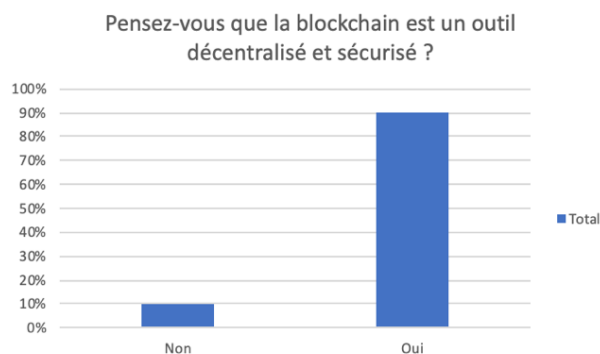
II. ANALYSE DES REPONSES SUR LA BLOCKCHAIN

- La Blockchain : Outil Décentralisé et Sécurisé ? :

La réponse à cette question met en évidence les opinions et les croyances de la communauté crypto vis-à-vis de ces caractéristiques clés de la technologie.

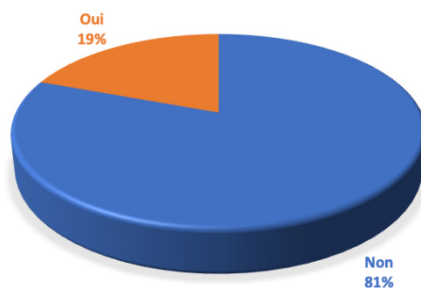
Les résultats montrent que :

- 10% des répondants pensent que la blockchain n'est pas un outil décentralisé et sécurisé.
- 90% des répondants estiment que la blockchain est un outil décentralisé et sécurisé.



La forte majorité de répondants qui perçoivent la blockchain comme décentralisée et sécurisée reflète l'opinion dominante au sein de la communauté crypto. La décentralisation, qui fait partie intégrante de la philosophie de la blockchain.

ÊTES-VOUS FAVORABLE À LA CENTRALISATION DE LA BLOCKCHAIN ?



La sécurité de la blockchain est attribuée aux processus cryptographiques utilisés pour sécuriser les transactions et les données sur les réseaux blockchain. Cette caractéristique renforce la confiance dans l'intégrité des informations et des processus exécutés sur la blockchain.

Le pourcentage minoritaire de répondants qui ne considèrent pas la blockchain comme décentralisée et sécurisée suggère qu'il existe des voix divergentes au sein de la communauté. Ces opinions peuvent

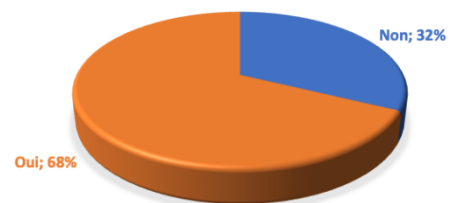
être influencées par des préoccupations spécifiques liées à la mise en œuvre de certaines blockchains ou à des incidents de sécurité passés.

- Liens entre blockchain et environnement :

Cette question permet de mettre en lumière les opinions et les croyances de la communauté crypto quant à la relation entre la technologie et les questions environnementales.

- 32% des répondants ne pensent pas que la blockchain et l'environnement soient liés.
- 68% des répondants estiment que la blockchain et l'environnement sont liés.

PENSEZ-VOUS QUE LA BLOCKCHAIN ET L'ENVIRONNEMENT SOIENT LIÉS ?



La majorité des répondants qui perçoivent un lien entre la blockchain et l'environnement illustre une reconnaissance significative de la contribution potentielle de la technologie blockchain aux enjeux environnementaux. Cette perspective souligne la capacité de la blockchain à améliorer la traçabilité, la transparence et la gestion des données dans diverses industries, contribuant ainsi à des pratiques plus durables.

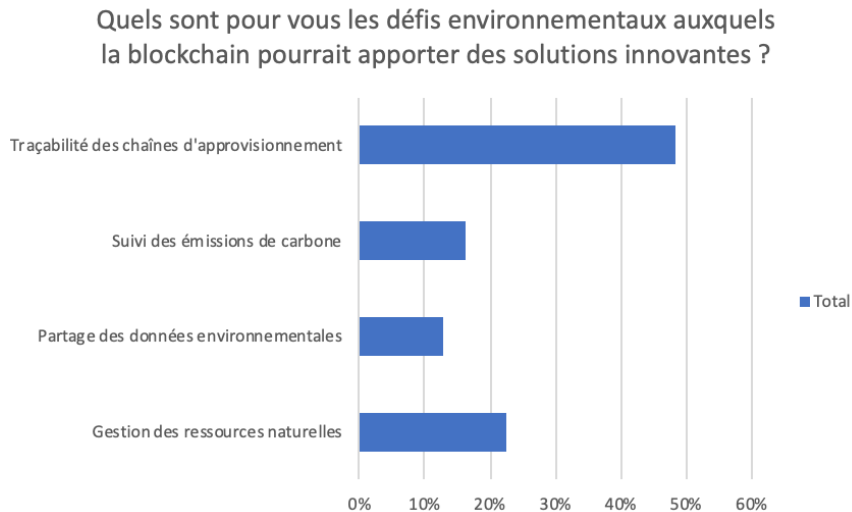
La minorité de répondants qui ne voit pas de lien direct entre la blockchain et l'environnement pourrait être influencée par une compréhension limitée des applications potentielles de la technologie dans le contexte environnemental ou par des préoccupations spécifiques liées à l'énergie requise par certaines blockchains.

III. ANALYSE DES APPLICATIONS DE LA BLOCKCHAIN A L'ENVIRONNEMENT

- Solutions innovantes pour les défis environnementaux :

Les défis environnementaux auxquels la blockchain pourrait apporter des solutions innovantes montrent quelles sont les priorités et les domaines d'intérêt au sein de la communauté crypto en matière de durabilité.

- 23% des répondants considèrent la gestion des ressources naturelles comme un défi majeur pouvant bénéficier de solutions blockchain.
- 13% pensent que le partage des données environnementales pourrait être une solution efficacement gérée par la blockchain.
- 16% mettent en avant le suivi des émissions de carbone comme un domaine où la blockchain pourrait apporter des solutions novatrices.
- 48% estiment que la traçabilité des chaînes d'approvisionnement représente le principal défi environnemental pouvant bénéficier d'innovations blockchain.



La plus forte proportion de répondants a identifié la traçabilité des chaînes d'approvisionnement comme étant un défi majeur qui suggère une reconnaissance de l'importance d'une meilleure visibilité sur l'origine des produits, la provenance des matériaux et l'impact environnemental tout au long des chaînes d'approvisionnement. Pour eux, la blockchain pourrait offrir une solution transparente et fiable pour améliorer cette traçabilité.

Les autres défis environnementaux mentionnés comme la gestion des ressources naturelles, le partage des données environnementales et le suivi des émissions de carbone, reflètent également des préoccupations importantes. La gestion durable des ressources, la disponibilité des données pour la prise de décision et la réduction des émissions de carbone sont autant de domaines où la blockchain pourrait contribuer à des solutions plus efficaces. Ces résultats montrent qu'il y a une sensibilisation et un intérêt croissants pour l'application de la blockchain à des problèmes environnementaux concrets.

- Niveau d'engagement en faveur des énergies renouvelables :

Le niveau d'engagement en faveur des énergies renouvelables offre un aperçu des attitudes et des actions de la communauté crypto vis-à-vis de la transition vers des sources d'énergie plus durables.

Les résultats montrent que :

- 23% des répondants ont un niveau d'engagement faible en faveur des énergies renouvelables.
- 35% des répondants ont un niveau d'engagement moyen en faveur des énergies renouvelables.
- 42% des répondants ont un niveau d'engagement fort en faveur des énergies renouvelables.

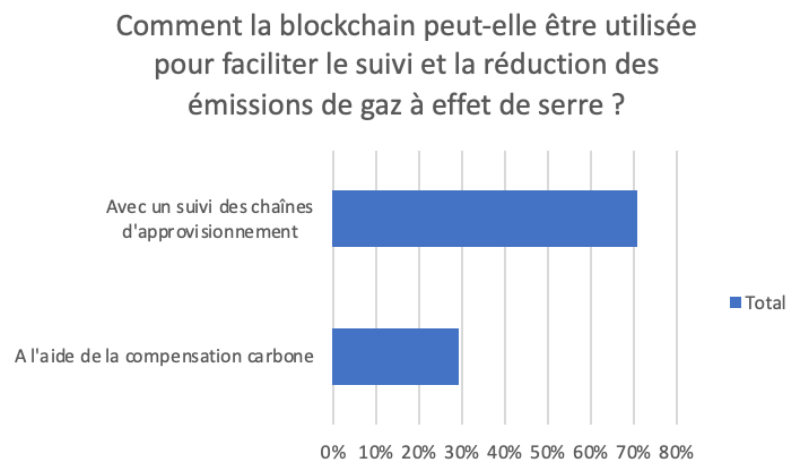
La majorité des répondants expriment un intérêt significatif et un niveau d'engagement moyen à fort en faveur des énergies renouvelables. Cette préoccupation pour la transition vers des sources d'énergie plus propres et durables reflète une prise de conscience croissante des enjeux environnementaux et un désir de contribuer à des solutions concrètes.

Ce niveau d'engagement élevé montre un potentiel d'action positif et de collaboration pour soutenir la transition vers des sources d'énergie plus respectueuses de l'environnement grâce à la blockchain.

- Utilisation de la blockchain pour faciliter le suivi et la réduction des émissions de gaz à effet de serre :

La blockchain peut faciliter le suivi et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les réponses révèlent les perspectives et les idées de la communauté crypto quant à l'application de la technologie dans la lutte contre le changement climatique.

- 29% des répondants considèrent que la compensation carbone est une manière d'utiliser la blockchain pour faciliter le suivi et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- 71% des répondants estiment que le suivi des chaînes d'approvisionnement est une approche clé pour utiliser la blockchain dans ce contexte.



L'utilisation de la blockchain pour le suivi des chaînes d'approvisionnement est la solution prédominante proposée par la communauté crypto. Cette réponse s'aligne avec les tendances observées dans les questions précédentes. En effet, la traçabilité des chaînes d'approvisionnement est largement perçue comme un défi clé. Le suivi des produits tout au long de leur cycle de vie pourrait aider à identifier les sources d'émissions et à optimiser les processus.

La compensation carbone est une approche moins courante, mais néanmoins importante. Comme nous avons pu voir dans la première partie de cette étude, la blockchain pourrait faciliter la certification et la traçabilité des actions de compensation carbone, permettant une meilleure assurance de la réduction effective des émissions.

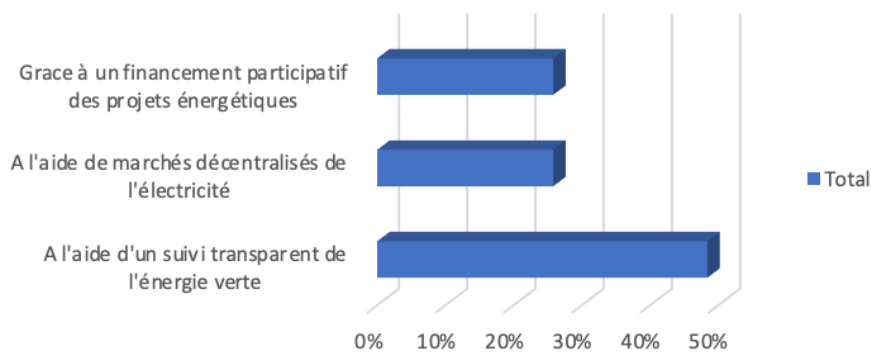
Dans l'ensemble, les réponses reflètent une compréhension approfondie des applications potentielles de la blockchain pour relever les défis liés aux émissions de gaz à effet de serre.

- La blockchain pour une production d'électricité plus durable :

Le secteur de l'énergie dispose de plusieurs perspectives quant à l'utilisation de la blockchain.

- 48% des répondants estiment que la blockchain pourrait contribuer à la transition vers une production d'électricité plus durable grâce à un suivi transparent de l'énergie verte.
- 26% pensent que la blockchain pourrait jouer un rôle grâce à des marchés décentralisés de l'électricité.
- 26% croient que la blockchain pourrait contribuer via un financement participatif des projets énergétiques.

Comment la blockchain peut-elle contribuer à la transition vers une production d'électricité plus durable?



La réponse la plus mentionnée est celle du suivi transparent de l'énergie verte. Une fois de plus, la traçabilité et la transparence sont des aspects clés de l'utilisation de la blockchain dans des domaines environnementaux. En effet, un suivi précis de la provenance de l'énergie verte pourrait garantir l'authenticité de sa source et renforcer la confiance dans la production durable d'électricité.

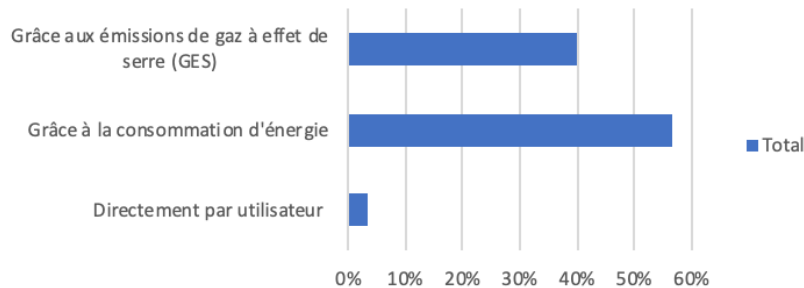
Les marchés décentralisés de l'électricité et le financement participatif des projets énergétiques ont récolté le même pourcentage de réponses. Pour les répondants, les marchés décentralisés pourraient faciliter l'échange d'électricité entre les producteurs et les consommateurs, favorisant ainsi la production d'énergie verte.

Enfin, le financement participatif serait pour eux un moyen qui permettrait aux individus de soutenir directement des projets énergétiques durables via la blockchain.

- Mesure de l'empreinte carbone d'une blockchain :

Il est intéressant de comprendre comment la mesure de la consommation énergétique d'une blockchain est perçue par les membres de la communauté crypto.

Comment pensez-vous mesurer et évaluer l'empreinte carbone spécifique des différents blockchains et des applications basées sur la blockchain?



Il existe 3 moyens de mesurer la consommation énergétique :

- 3% des répondants pensent que la mesure doit se faire directement par utilisateur.
- 57% des répondants estiment que la méthode de mesure grâce à la consommation d'énergie est pertinente.
- 40% croient que l'évaluation peut être effectuée grâce aux émissions de gaz à effet de serre.

La réponse prédominante est celle basée sur la consommation d'énergie. Cette perspective reflète l'importance de la consommation d'énergie associée aux opérations de la blockchain, notamment le minage et la validation des transactions. Les répondants considèrent que cette consommation d'énergie joue un rôle clé dans la contribution aux émissions de gaz à effet de serre.

L'utilisation des émissions de gaz à effet de serre comme méthode d'évaluation est également notable. Cette approche s'aligne avec la perception générale des impacts environnementaux, où les émissions de GES sont considérées comme un indicateur crucial des conséquences environnementales d'une activité.

La méthode de mesure directement par utilisateur est moins représentée, peut-être en raison de sa complexité de mise en œuvre et de la difficulté à attribuer directement l'empreinte carbone aux utilisateurs individuels.

CHAPITRE 8 – PRECONISATIONS

La communauté crypto présente une vision avancée et proactive en ce qui concerne l'utilisation de la blockchain et les enjeux environnementaux. Elle est généralement consciente des impacts environnementaux associés aux industries traditionnelles et aux modèles économiques dominants. Les répondants de cette communauté semblent favorables à l'adoption de la blockchain pour résoudre les problèmes environnementaux, en particulier ceux liés à la traçabilité, à la transparence et à la réduction des émissions.

La vision de la communauté est caractérisée par :

- Une forte conviction envers la décentralisation et la transparence, avec une volonté de contribuer activement à la lutte contre le changement climatique et la dégradation environnementale.
- Une perception positive de la blockchain en tant qu'outil potentiel pour résoudre des problèmes tels que la traçabilité des chaînes d'approvisionnement, le suivi des émissions de carbone et la transition vers des sources d'énergie durables.

En revanche, nous avons constaté que les entreprises peuvent ne pas être aussi matures en ce qui concerne la blockchain de manière générale et son application à l'environnement. Bien que de nombreuses entreprises reconnaissent l'importance de la durabilité et de la responsabilité sociale, toutes ne sont pas suffisamment avancées dans la mise en œuvre de mesures concrètes pour réduire leur empreinte carbone ou améliorer leur efficacité énergétique grâce à cette nouvelle technologie.

Les perspectives des entreprises sont caractérisées par :

- Des niveaux d'engagements différents, allant des entreprises qui intègrent activement des pratiques durables à celles qui n'ont pas encore priorisé ces questions.
- Des entreprises qui peuvent être plus prudentes quant à l'adoption de technologies émergentes telles que la blockchain, en raison de préoccupations liées à la sécurité, à la complexité et aux coûts et par méconnaissance du sujet.

Il est important de souligner que les mentalités et les approches évoluent avec le temps, et de plus en plus d'entreprises cherchent à intégrer des solutions technologiques durables pour répondre aux défis environnementaux.

I. PRECONISATION 1 : CREER DES SYNERGIES AVEC LES COMMUNAUTES INDEPENDANTES

La création d'une synergie entre la communauté crypto et les entreprises pourrait potentiellement stimuler une intelligence collective et accélérer l'adoption de la blockchain pour soutenir la transition énergétique.

Nous pouvons potentiellement appliquer le discours du polytechnicien Jacques ATTALI sur la mise en œuvre d'une intelligence collective entre entreprises et communautés crypto : « Si on les glorifiait d'avantage, si nos systèmes d'éducation valorisaient beaucoup plus les études scientifiques, si on mettait toutes les écoles, les collèges, les lycées, les universités du monde en réseau, pour que tous ceux qui étudient et cherchent travaillent ensemble sur les mêmes problèmes, on pourrait gagner les multiples courses de vitesse dans lesquelles est engagée l'humanité. »

En effet, par le biais de leurs services achats, les entreprises auraient toutes intérêts à créer des synergies avec des communautés indépendantes au même titre qu'ils pourraient solliciter des universitaires par exemple. Les acheteurs doivent augmenter leurs compétences pour comprendre et maîtriser les nouveaux outils numériques.

La construction de ce nouveau type de réseau permettrait :

Une convergence des intérêts :

Les communautés crypto et les entreprises peuvent se rejoindre autour d'un intérêt commun pour la durabilité environnementale. Nous avons vu que les entreprises cherchent de plus en plus à intégrer des pratiques durables pour répondre aux attentes des consommateurs et aux réglementations en matière d'ESG. Les experts en blockchain quant à eux pourraient partager leurs connaissances techniques et leur compréhension des avantages environnementaux de la technologie avec toutes les entreprises qui cherchent à innover dans ce domaine.

De Sensibiliser et éduquer :

L'émergence de ces communautés indépendantes peut potentiellement apporter un rôle de sensibilisation en éduquant les entreprises sur les avantages de la blockchain pour la durabilité. Cela

pourrait contribuer à surmonter les craintes liées à la complexité technologique et avoir une meilleure maîtrise des coûts associés.

En retour, les entreprises peuvent diffuser ces connaissances au sein de leurs réseaux et promouvoir les initiatives blockchain durables auprès de leurs parties prenantes.

La mise en place de ces échanges pourrait se faire à travers des webinars où les acheteurs seraient intégrés. Les services achats peuvent également faire le choix de participer à des forums ou des salons comme le « Web3 forum leader » pour aller sourcer les dernières innovations en matière de blockchain. En reprenant la notion d'acheteur computationnel évoqué par Natacha TREHAN, les acheteurs de demain ont le devoir de maîtriser les nouveaux outils de l'industrie 4.0 (IA, Blockchain, IOT, Cloud...). Les acheteurs doivent être force de proposition afin d'enrichir leurs connaissances et leurs maîtrises des nouveaux outils numériques.

Une meilleure collaboration pour des créer des solutions durables :

Les experts en blockchain pourraient collaborer avec des entreprises pour développer des solutions spécifiques qui répondent aux besoins environnementaux des entreprises. Cela pourrait se traduire par le lancement d'hackaton ou encore par des innovations days dans lesquels seraient invités des membres de la communauté. La façon de travailler doit changer et doit être basée sur de l'open innovation afin de rendre les recherches et les développements de projets plus accessibles.

II. PRECONISATION 2 : MOTIVER LES FOURNISSEURS POUR LES INCLURE DANS L'ECOSYSTEME

A l'heure d'une stabilité économique incertaine, il est évident que les services achats et les fournisseurs doivent travailler dans une logique de partenariats longs termes basé sur la confiance.

Nous avons vu dans la première préconisation que les compétences des acheteurs en matière de blockchain doivent absolument se développer afin qu'ils puissent mettre en place des solutions attractives pour les fournisseurs. Le recours à des consultants experts dans l'écosystème de la blockchain pourrait permettre aux entreprises de bénéficier d'une expertise certaine pour le développement de nouveaux projets.

Les acheteurs ont tout intérêts à sourcer des fournisseurs « best in class » dans le domaine de la blockchain afin de créer des expérimentations conjointes. En effet, la mise en place de projets pilotes conjoints entre entreprises pourrait permettre de démontrer l'efficacité et la viabilité des solutions blockchain dans des cas d'utilisation environnementaux réels. Les entreprises grâce à leurs puissances financières peuvent facilement fournir les ressources nécessaires pour tester et mettre en œuvre des projets novateurs.

Cette logique partenariale peut également contribuer à définir des normes et des bonnes pratiques pour une utilisation responsable de la blockchain dans le contexte environnemental. Cela pourrait inclure des critères de mesure de l'empreinte carbone et des directives pour la mise en œuvre de projets durables. Enfin, les entreprises pourraient s'engager à adopter ces normes afin de garantir des pratiques cohérentes et transparentes.

Une fois que les entreprises obtiendront une certaine expertise sur le sujet ils pourront ainsi sensibiliser leurs propres fournisseurs et les inciter à rejoindre l'écosystème blockchain. Pour cibler les fournisseurs motivés et les compétences de chacun, les acheteurs pourront utiliser la matrice VIE de Natacha TREHAN. L'objectif est de pouvoir diffuser des connaissances en cascades avec des fournisseurs clés pour harmoniser les écosystèmes.



Figure 12 : Matrice VIE : Natacha TREHAN

Nous rappelons qu'un fournisseur performant est un fournisseur disposant d'un bon niveau de ressources et de compétences et surtout c'est un fournisseur qui est motivé et force de proposition pour développer de nouveaux projets.

Les fournisseurs « cœur » seront ainsi les fournisseurs recherchés pour les co-développements. En revanche les fournisseurs « leurrent » sont des fournisseurs best in class mais pas motivés. La motivation d'un fournisseur prime sur ses compétences.

En utilisant cette matrice, les acheteurs pourront accélérer l'adoption de ces nouveaux outils et permettre de créer des partenariats basés sur le co-développement. Ils ont un rôle essentiel à jouer dans la création de valeurs pour les entreprises et ils sont l'élément-clé de l'impulsion de ces virages stratégiques.

III. PRECONISATION 3 : INTEGRATION D'UNE MATRICE DE RISQUE

Pour implémenter une nouvelle solution, un nouvel outil en entreprise il est important de comprendre plusieurs facteurs avant de lancer le projet.

Dans un premier temps il faut s'assurer de comprendre les besoins de l'entreprise et sa vision long terme qu'elle attribuera au projet.

Il est essentiel de choisir une solution de blockchain qui est compatible avec les systèmes existant de l'entreprise et qui peut être intégré facilement dans les processus métier existant. La compatibilité technologique permettra d'implémenter plus facilement de nouveaux outils et ainsi éviter tous problèmes de fonctionnement.

Un des aspects clés pour l'entreprise et notamment pour ses actionnaires sera les coûts de déploiements et de maintenances du projet. En reprenant les mots de Yassine ZERARGUI dans notre étude empirique, l'objectif « est de réussir à vendre un résultat théorique avec des dépenses immédiates ». Les acheteurs devront absolument raisonner en coût complet lors du lancement de l'appel d'offre pour éviter les surprises coûteuses à long terme.

Tous les enjeux autour de la sécurité seront essentiels à l'avenir. Dans un monde qui accélère sa digitalisation, les entreprises doivent prendre en compte les facteurs autour de la sécurité, la protection des données et la responsabilité des nouvelles technologies. Les acheteurs devront s'assurer que la solution qu'ils vont choisir prenne en compte les exigences légales et réglementaires en matière de collecte de données et de stockage (RGPD).

La scalabilité de la blockchain qui nous le rappelons est la capacité du réseau à répondre à un nombre croissant d'utilisateurs et de transactions est un critère important pour les entreprises qui prévoient une forte croissance de leur activité. Il est de même pour l'interopérabilité de la solution choisie. Si une adoption massive des solutions de blockchain apparaît en entreprise, celles-ci devront prendre en compte le facteur de l'interopérabilité afin de s'assurer que leurs solutions puissent fonctionner avec d'autres systèmes.

Développer une matrice pour permettre aux acheteurs d'identifier les risques lors de la phase amont de leurs appels d'offre nous semble un élément essentiel pour les aider à piloter le projet.

Nous attribuons une cote de probabilité et d'impact à chaque facteur de risques afin de prioriser les risques les plus critiques et à élaborer des plans d'action ciblés et appropriés pour chaque risque identifié.

Les acheteurs pourront ainsi intégrer cette matrice pour « vendre » plus facilement leurs projets d'implémentation d'un nouvel outil à leurs directions et leurs parties prenantes. L'ensemble des facteurs identifiés permettent une approche globale pour le développement du projet.

Ainsi nous proposons la matrice de risque ci-dessous :

Matrice de risque pour l'implémentation d'une solution basée sur la blockchain		
Facteurs de risques	Description	Impact 1 à 5
Complexité technique	Évaluation de la complexité de la technologie blockchain et de sa compatibilité avec les infrastructures existantes.	
Sécurité	Analyse des risques de sécurité liée aux contrats intelligents, à la protection des clés privées, et aux attaques informatiques.	
Réglementation et conformité	Prise en compte des exigences légales et réglementaires concernant la collecte (RGPD), le stockage et la transmission des données.	
Coûts	Évaluation des coûts liés à la mise en place de la solution blockchain. Capacité à trouver une solution qui respecte les budgets définis.	
Interopérabilité	Vérification de la capacité de la solution blockchain à fonctionner avec d'autres systèmes et partenaires.	
Scalabilité	Estimation de la capacité de la blockchain à traiter un volume croissant de transactions.	
Adoption par les parties prenantes	Identification des facteurs qui influencent l'adoption de la blockchain par les employés, partenaires et clients.	
Volatilité du marché	Évaluation de la stabilité du marché de la blockchain et des évolutions potentielles.	
Gouvernance	Examen des processus de prise de décision et de gestion de projets pour assurer une gouvernance appropriée.	
Formation et sensibilisation	Prise en compte des besoins de formation du personnel sur la technologie blockchain.	

CONCLUSION

A l'origine de ce mémoire, nous nous demandions comment les nouvelles technologies peuvent venir impacter notre économie et notre façon de faire du business tout en respectant notre environnement.

Nous nous étions posé la problématique suivante : « Comment l'utilisation de la blockchain peut accélérer la décarbonation des entreprises ? »

Notre exploration de la technologie blockchain, de la décarbonation et du rôle de la fonction achats en entreprise a révélé un potentiel transformateur pour les entreprises. En effet, la blockchain, au-delà d'être une simple innovation technologique, est un outil puissant à disposition des entreprises pour façonner un avenir où elles évoluent en harmonie avec la planète. Notre objectif été de pouvoir démontrer que la blockchain peut répondre à des cas d'usages précis en offrant un outil de pilotage efficient pour les acheteurs.

La première partie de notre étude a jeté les bases conceptuelles, démontrant que la technologie de la blockchain offre une base solide pour la transparence, la sécurité et la décentralisation. Ces éléments présentent des avantages évidents pour les entreprises dans leurs quêtes de décarbonation.

Le deuxième chapitre de cette première partie, nous a conduits dans le monde complexe de la décarbonation des entreprises. Nous avons commencé par définir ce concept, montrant pourquoi il est si important dans le contexte actuel. Nous avons ensuite identifié les facteurs clés qui influencent les normes de décarbonation, du Green Deal européen aux organismes indépendants et aux rapports extra-financiers.

Le rôle central du service achats a été exploré dans le troisième chapitre, où nous avons retracé son évolution historique et identifié ses principales missions. Nous avons souligné comment la création de valeur, à la fois financière et extra-financière, est au cœur de la fonction achats.

La quatrième et dernière section de notre première partie a été consacrée aux applications de la blockchain au service de la décarbonation. Nous avons mis en évidence les différentes utilisations de la blockchain qui peuvent être appliqué en entreprise. De l'amélioration de la traçabilité des produits, à l'authentification des sources d'énergies renouvelables en passant par de nouveaux moyens de

financement durable, cette technologie offre un éventail d'application tout à fait remarquable et pertinent pour les acheteurs.

Dans notre deuxième grande partie consacrée à l'étude empirique, nous avons essayé de jeter un éclairage pratique sur ces concepts théoriques. Les entretiens avec des experts de la blockchain, de la digitalisation et de la durabilité en entreprise ont révélé des perspectives riches sur les opportunités et les défis de la blockchain dans le contexte de la décarbonation.

Leurs retours d'expériences ont permis de mettre en lumière les préoccupations liées à la réglementation, à la résistance au changement et à la nécessité d'une éducation continue pour les parties prenantes des entreprises.

Enfin, l'analyse de notre enquête auprès de la communauté crypto nous a permis d'apporter un éclairage supplémentaire sur les perceptions et les connaissances des acteurs clés du monde de la blockchain. L'affection qu'ils portent pour cette nouvelle technologie pourrait être mis à disposition des entreprises afin de créer des synergies et accélérer l'adoption.

Pour conclure, dans un monde où la durabilité est devenue un impératif, la blockchain offre une excellente opportunité pour les entreprises de jouer un rôle central dans la lutte contre le réchauffement climatique. Cette étude sert de jalon dans cette quête, encourageant l'exploration continue et l'innovation pour entretenir un avenir où la technologie, les entreprises et la planète prospèrent en harmonie.

BIBLIOGRAPHIE

Article de revue :

- Ali, I., et al. (2018). "Environmental pollution due to counterfeit medicines: a potential emerging concern."
- Benali, Mimoun, Abdelhamid El Bouhadi, et Fayçal Messaoudi. "Chapitre 6. Difficultés de faire de la Blockchain un levier d'inclusion financière." Dans *Accès aux services financiers, inclusion et durabilité économique en Afrique*, sous la direction de Benali Mimoun, El Bouhadi Abdelhamid, L'Harmattan, 2020, pp. 217-247.
- Berbain, Côme. "La blockchain : concept, technologies, acteurs et usages." *Annales des Mines - Réalités industrielles*, vol. 2017, no. 3, 2017, pp. 6-9.
- Baudet, Cédric, Karine Doan, et Jean-Fabrice Lebraty. "Les impacts des technologies blockchain sous le prisme de la théorie de l'agence : étude de cas multiple dans le domaine de la supply chain."
- Chekrouni, A., et al. (2022). "L'impact potentiel de la Blockchain sur le supply chain management : quelles applications et quelles perspectives ?" *Revue Française d'Economie et de Gestion*, Volume 3, Numéro 8, pp : 161 – 185.
- Choi, Tsan-Ming, et Suyuan Luo. "Data quality challenges for sustainable fashion supply chain operations in emerging markets: roles of blockchain, government sponsors, and environment taxes." *Transportation Research Part E-logistics and Transportation Review*, vol. 131, Elsevier BV, novembre 2019, p. 139-152.
- Christophe Quiquempoix. "Vice President Global Procurement - Sustainable Procurement chez Schneider : conférence DESMA 2023."
- Criqui, Patrick, et Claire Tutenuit. « Industrie : décarbonisation de l'économie et compétitivité internationale », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 77, no. 1, 2015, pp. 50-55.
- Difrancesco, R. M., Meena, P. L., & Kumar, G. (2022). "How blockchain technology improves sustainable supply chain processes: A practical guide." *Operations Management Research*, 16(2), 620-641.

- "Electricité verte : Greenpeace France dévoile un nouveau classement des fournisseurs - Greenpeace France." 26 février 2021
- Haq, Ijazul, et Olivier Muselemu. "Blockchain technology in pharmaceutical industry to prevent counterfeit drugs." *International journal of computer applications*, vol. 180, no 25, mars 2018, p. 8-12.
- Hübner, A., et al. (2018). "Blockchain for Supply Chain Traceability: Business Requirements and Critical Success Factors."
- Ijazul Haq International School of Software Wuhan University Wuhan, China. "International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 180 – No.25, March 2018."
- Liang, B. A., & Mackey, T. K. (2017). "Pharmaceutical Counterfeiting: Challenges and Solutions."
- Lin, Christina. "Blockchain for Climate Action: The Potential of Distributed Ledger Technology to Reduce Greenhouse Gas Emissions" (2018).
- Luc, N. (2021). "Le rapportage extra-financier des entreprises." *Ministères Écologie Énergie Territoires*.
- Marin-Dagannaud, Gautier. "Le fonctionnement de la blockchain." *Annales des Mines - Réalités industrielles*, vol. 2017, no. 3, 2017, pp. 42-45.
- Nakamoto, S. (2008). "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System."
- Natacha TREHAN - "Décarbonation de l'économie : quel rôle de la fonction Achats ?" (2022).
- Natacha TREHAN - "Libérer le plein potentiel de la fonction achat par la digitalisation" (2020).
- Natacha TREHAN « économie circulaire : ouvrir de nouvelles voies grâce à la fonction achat »
- "Schulz, Karsten, et Marian Feist. Tirer parti de la technologie blockchain pour un financement climatique innovant dans le cadre du Fonds vert pour le climat."
- Sallam, S., et al. (2019). "Blockchain Technology for Enhancing Supply Chain Resilience."
- Zibin Zheng, Shaoan Xie, Hong-Ning Dai, Weili Chen, Xiangping Chen, Jian Weng, Muhammad Imran. "An overview of smart contracts: Challenges, advances, and platforms." *Future Generation Computer Systems*, Volume 105, 2020, Pages 475-491.

Article de presse et site WEB :

- "A blueprint for scaling voluntary carbon markets to meet the climate challenge" - McKinsey & Company, 29 janvier 2021
- "How can blockchain open access to carbon markets ?" - World Economic Forum, 29 juillet 2022
- Crypto Sustainability Coalition sur Web3 Climate Action / Blockchain for Scaling Climate Action - WHITE PAPER APRIL 2023 – World economic forum
- Climate Policy Initiative. (2023, 4 septembre). Blockchain Climate Risk Crop Insurance - CPI. CPI.
- Investir. "Le négoce de pétrole s'ouvre à son tour à la blockchain" - Investir, 6 mars 2023
- Document PDF : https://www.thinkmarket.fr/uploads/2021/12/os-teo_56911955_compressed.pdf
- www.manutan.com/blog/fr/lexique/quest-ce-que-le-procure-to-pay-definition-solutions-benefices%20/
- "Procure-to-Pay : définition et bénéfices - hub dédié - decision-achats.fr" - 20 juillet 2020
- Payne, Julia. "Le négoce de pétrole s'ouvre à son tour à la blockchain" - U.S., 29 novembre 2018
- "Definition of Procure-to-pay Solution - Gartner Information Technology Glossary" - Gartner
- Wolfson, Rachel. "Pfizer and others join working group to use blockchain protocol for supply chain management" - Forbes, 2 mai 2019
- *La tokenisation au service de la décarbonisation.* (s. d.). Deloitte France. <https://www2.deloitte.com/fr/fr/pages/services-financier/articles/tokenisation-service-decarbonisation.html>
-
- Microsoft (2018) 3M explores new label-as-a-service concept with blockchain on Azure to stop counterfeit pharmaceuticals.
- Large Pharma case study: <https://www.chronicled.com/lp/large-pharma-case-study>
- Prandi, Massimo. "Blood Diamond : un combat en retard de plusieurs années" - Les Echos, 31 janvier 2007
- <https://plastiks.io/>

- <https://venom.foundation>
- Patin, T. (2023, août 11). Venom Foundation s'associe au gouvernement des Émirats arabes unis pour lancer un système national de crédits carbone. *Cointribune*. <https://www.cointribune.com/venom-foundation-sassocie-au-gouvernement-des-emirats-arabes-unis-pour-lancer-un-systeme-national-de-credits-carbone/>
- The Kimberley Process (KP) | KimberleyProcess - www.kimberleyprocess.com/fr/kimberley-process-kp.
- Lashuk, Anton. "Custom blockchain development company - OpenLedger" - openledger.info, 21 février 2020
- Everledger. "Diamonds - Everledger" - everledger.io/industry-solutions/diamonds.
- Selk A (2018) Dozens sickened in new multistate salmonella outbreak this time traced to pre-cut melons. *Washington Post*
- Document PDF : <https://www.ibm.com/downloads/cas/WVDE0MXG>
- Document IBM : <https://www.ibm.com/fr-fr/blockchain-supply-chain>
- <https://www.cdp.net/en/research/global-reports/missing-the-mark>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1366554519311494?via%3Dihub>
- "Upgrading blockchains" - Deloitte Insights
- "The World Economic Forum" - World Economic Forum, 23 août 2023
- Document scientifique : Business Strategy and the Environment, Volume 31, Issue 1, p. 194-217, Adele Parmentola, Antonella Petrillo, Ilaria Tutore, Fabio De Felice
- EUR-LEX - 52019DC0640 - EN - EUR-LEX.
- "Companies taking action - science based targets" - Science Based Targets
- Impact environnemental du numérique en 2030 et 2050 : L'ADEME et l'Arcep publient une évaluation prospective - ADEME Presse.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 – Marin-Dagannaud, Gautier. « Le fonctionnement de la *blockchain* », *Annales des Mines - Réalités industrielles*, vol. 2017, no. 3, 2017, pp. 42-45.

Figure 2 – Raja Santhi & Muthuswamy, 2022

Figure 3 – Zibin Zheng, Shaoan Xie, Hong-Ning Dai, Weili Chen, Xiangping Chen, Jian Weng, Muhammad Imran, An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms, *Future Generation Computer Systems*, Volume 105, 2020, Pages 475-491,

Figure 4 – An example of a smart contract between a buyer and a supplier.

Figure 5 – Les technologies émergentes

Figure 6 : Accords de Paris

Figure 7 : Carbon Disclosure Project

Figure 8 : Les axes du Green Deal

Figure 9 : Cycle d'achat - Atia et al (2005)

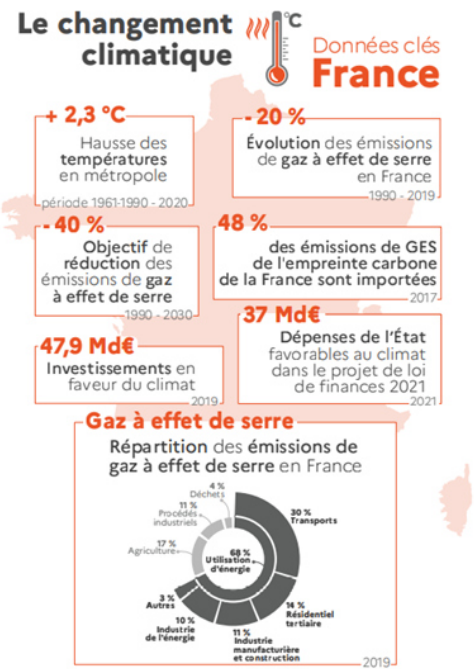
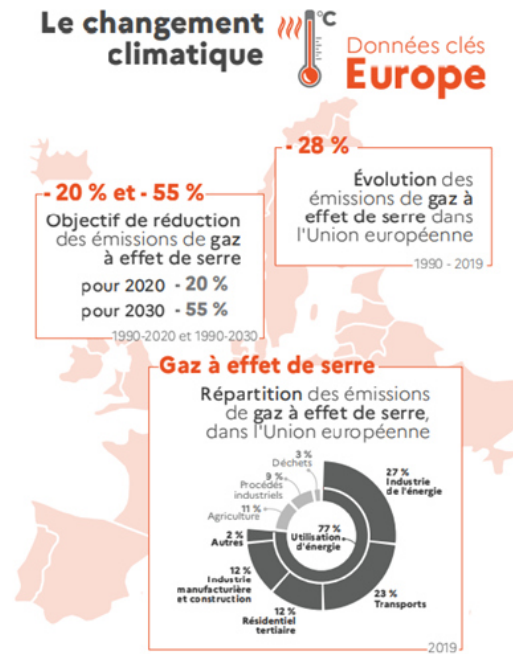
Figure 10 : Industrie 4.0 et stratégies

Figure 11 : La consommation d'énergies verte

Figure 12 : Matrice VIE : Natacha TREHAN

TABLES DES ANNEXES

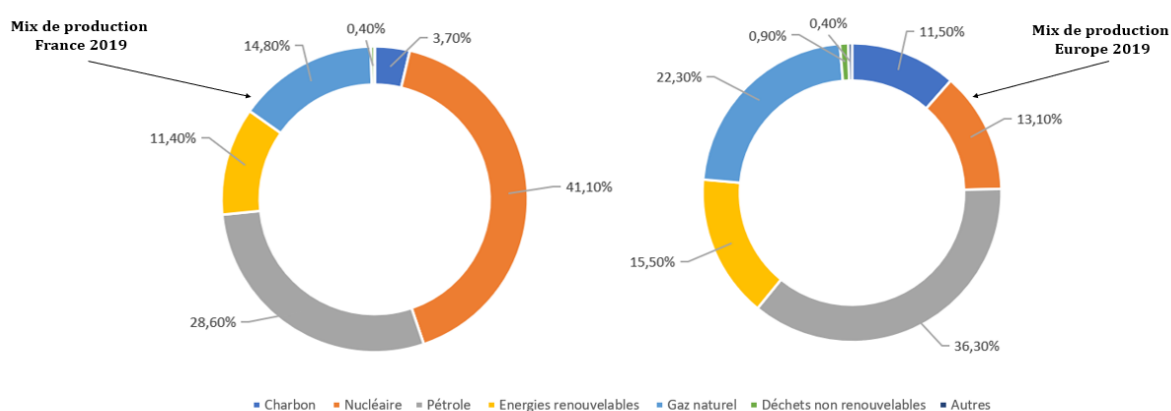
Annexe 1 : Données climatiques en Europe



Annexe 2 : Répartition du mix énergétique/ électrique en France et en Europe

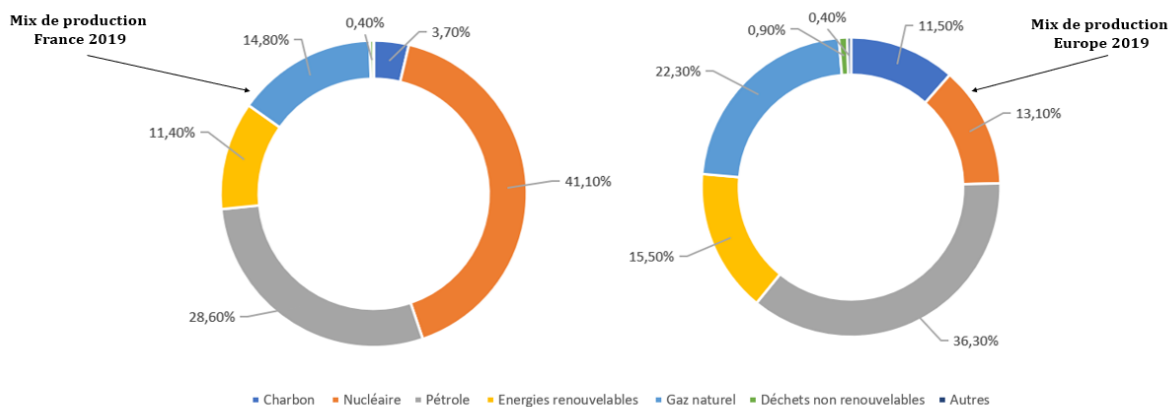
Le mix énergétique, également appelé “bouquet énergétique”, désigne la répartition des différentes sources d’énergie utilisées dans un pays pour répondre aux besoins de ses habitants, des entreprises et de l’ensemble des acteurs situés sur son territoire.

Répartition du mix énergétique en Europe et en France :



Source Eurostat

On constate qu’au sein de l’Union européenne, le mix énergétique est encore dominé par les énergies fossiles comme le pétrole ou le gaz. Avec d’importantes disparités entre les États membres. En France, l’énergie nucléaire joue un rôle majeur, avec 56 réacteurs nucléaires répartis dans 18 centrales. Elle représente environ 40% de l’énergie brute disponible dans le mix énergétique du pays alors que dans l’UE elle est restée plutôt stable entre les années 1990 et 2019 (autour de 13%). Les énergies renouvelables (hydraulique, éoliennes, solaire) et les biocarburants.



Source Eurostat

On constate que l'électricité est encore sensiblement très carbonée : en Europe, 39% de l'électricité est produite à partir d'énergie fossiles (pétrole, charbon, gaz) alors qu'en France c'est seulement 8%.

Contrairement aux systèmes électriques de la plupart des autres pays européens, le système électrique français ne dépend pas des énergies fossiles. Sa particularité réside dans le fait qu'il repose principalement sur un parc de 56 réacteurs nucléaires, qui ont été construits et mis en service de manière très rapprochée entre la fin des années 1970 et le début des années 1990 pour la plupart. Ces réacteurs se sont ajoutés à une base de production hydraulique déjà importante (dont le barrage de Grand'Maison en Isère qui constitue l'une des plus grandes installations hydroélectriques française).

1. POUR RESPECTER LES ENGAGEMENTS CLIMATIQUES, IL FAUT SORTIR DES ENERGIES FOSSILES

D'après une étude réalisée en 2019 par les Chiffres clés du climat : « Dans l'Union européenne, l'utilisation d'énergie est la principale source d'émissions de GES (78,0% en 2017) devant l'agriculture (10,0%). Les utilisations d'énergie les plus émettrices sont l'industrie de l'énergie (27,3%), les transports (21,9%) et le résidentiel tertiaire (13,6%), devant l'industrie manufacturière et la construction (11,5%). En France, l'utilisation de l'énergie est aussi la première source d'émissions de GES (70,4%), mais la part d'émissions provenant de l'industrie

de l'énergie est faible (10,7%), en raison du mix de production électrique singulier de la France, composé à plus de 70% de nucléaire et à environ 20% d'énergies renouvelables (hydraulique, éolien et photovoltaïque). Les transports (29,1%) et le résidentiel tertiaire (16,6%) sont les secteurs d'émissions les plus importants en France, avec l'agriculture (16,4%) ».

Pour les acteurs de l'énergie et leurs clients, la startup « TEO » marque une nouvelle étape dans l'accompagnement vers des solutions durables et respectueuses de l'environnement

Bénéfices pour les acteurs de l'énergie



S'assurer que l'énergie est fabriquée et utilisée **conformément aux normes établies par la régulation**



Renforcer la **relation de confiance avec ses clients** grâce aux smartcontracts



Intégrer l'innovation et la technologie au cœur des pratiques de ces acteurs en répondant à des **besoins toujours plus personnalisés**

Bénéfices pour les clients B2B et B2C



Choisir la **source la plus adaptée à leur besoins** (solaire, éolienne, hydroélectrique...) pour consommer de manière plus durable

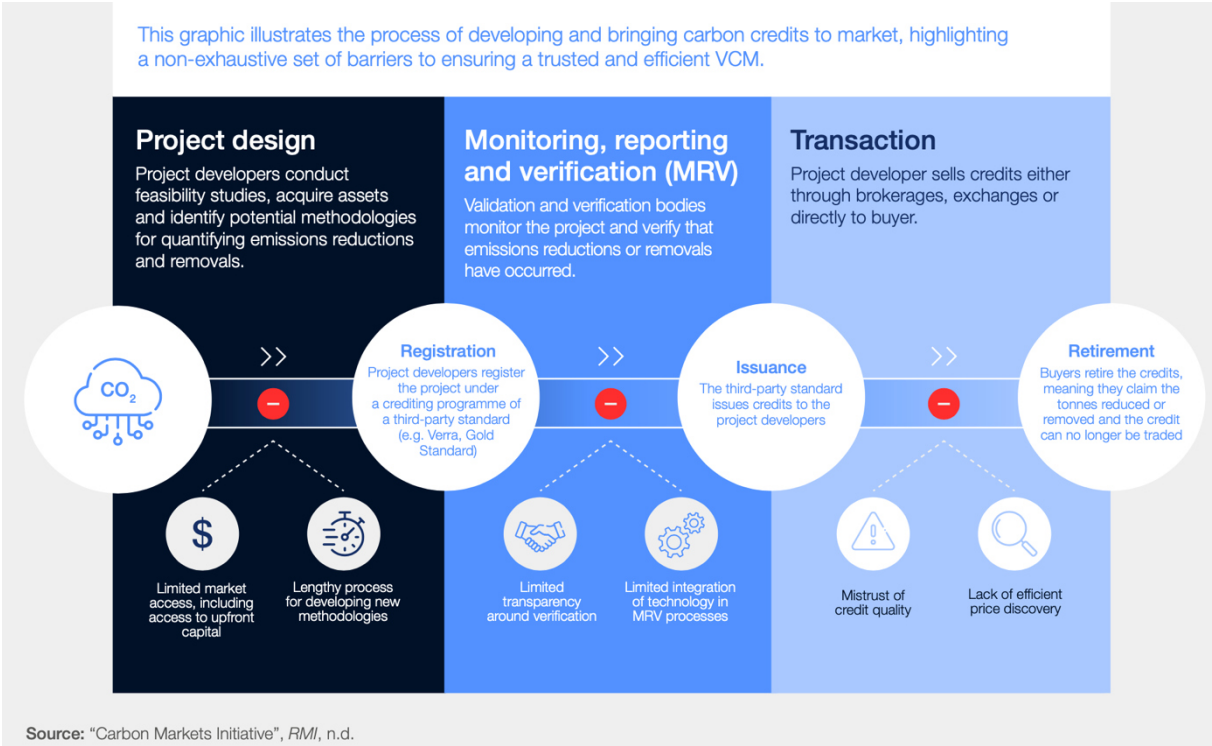
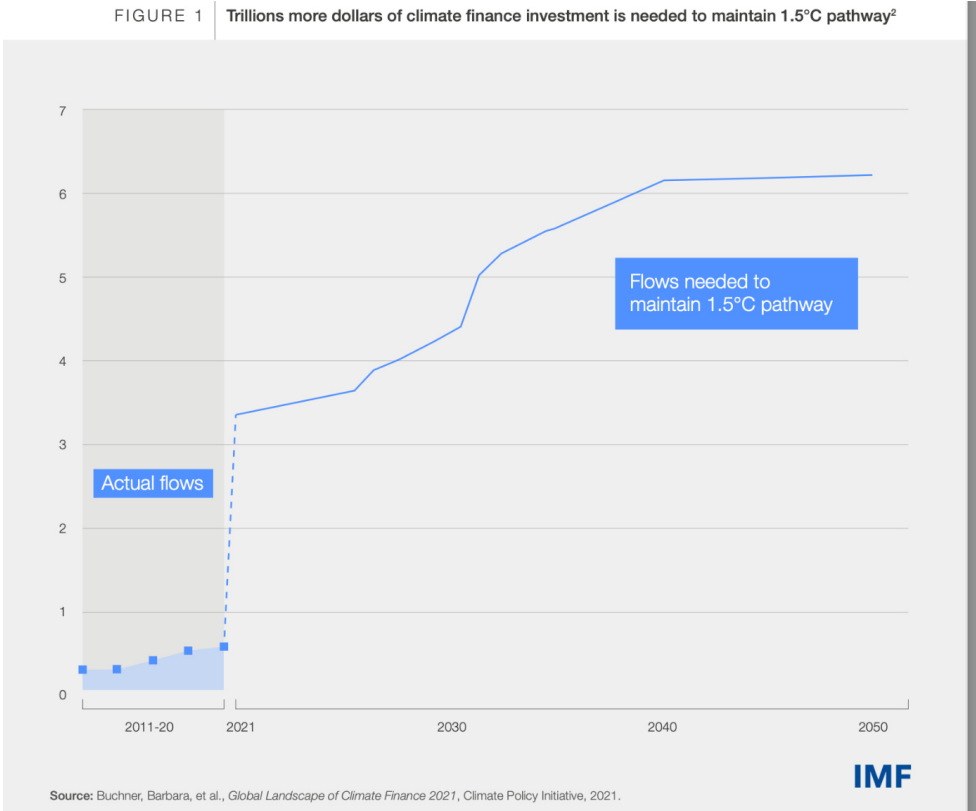


Identifier le **site qui produira cette énergie** parmi le portefeuille d'actif d'Engie



Accéder rapidement aux informations sur l'**historique et la traçabilité de l'énergie** (les clients sont informés de la provenance, de l'impact positif généré...)

Annexe 5 : Des billions de dollars supplémentaires d'investissement dans le financement climatique sont nécessaires pour maintenir une trajectoire de 1,5 °C?



TABLES DES MATIERES

DECLARATION ANTI-PLAGIAT	3
REMERCIEMENTS	5
SOMMAIRE	6
INTRODUCTION	8
PARTIE 1 - REVUE DE LITTERATURE	10
CHAPITRE 1 – PRESENTATION DE LA BLOCKCHAIN.....	11
I. Définition	11
II. Les différents types de blockchain	14
III. Les piliers de la blockchain	14
IV. Les smart contracts.....	16
CHAPITRE 2 – LES ENJEUX DE LA DECARBONATION	18
I. Qu’est-ce que la décarbonation des entreprises et pourquoi est-ce important ?	18
II. Qui sont les acteurs qui fixent les normes en matière de décarbonation ?	19
III. Le green deal	22
IV. L’influence du GIEC et des organismes indépendants.....	23
V. L’émergence d’organisme de notation carbone.....	25
VI. Les rapports extra-financier « CRSD »	25
VII. Répartition des principales émissions des entreprises.....	26
CHAPITRE 3 – LE SERVICE ACHAT DANS TOUT ÇA ?	28
I. Historique de la fonction achat	28
II. Le rôle du service achat	28
III. La création de valeur	29
A. Financière.....	29
B. Extra-financière.....	30
IV. Comment les services achats peuvent-ils agir sur la performance extra-financière ?	30
CHAPITRE 4 – LES APPLICATIONS DE LA BLOCKCHAIN AU SERVICE DE LA DECARBONATION	33
I. Utilisation de la blockchain pour le suivi et la certification de la durabilité des produits et des chaînes d’approvisionnement.....	33
A. Transparence et traçabilité	33
B. Gestion des rappels et des problèmes de qualité	34
C. Authenticité des produits.....	35
D. Lutte contre la contrefaçon.....	35
E. Efficacité et réduction des coûts : Le procure to pay	36
F. La collecte de data	37
G. L’économie circulaire	38
II. Utilisation de la blockchain pour le suivi des énergies renouvelables.....	40
III. Utilisation de la blockchain pour la finance verte	43
A. Les marchés de crédits carbone	43
B. Les échanges décentralisés de crédits carbone.....	45
C. La compensation carbone décentralisée	46
D. Le financement décentralisé des projets durables	47
PARTIE 2 - ÉTUDE EMPIRIQUE.....	49
CHAPITRE 5 – PRESENTATION DES OBJECTIFS ET DE LA METHODOLOGIE DE L’ETUDE	50
I. Les objectifs	50
II. La méthodologie.....	51

III.	Échantillon	52
	CHAPITRE 6 – ANALYSE DES INTERVIEWS	53
I.	Perceptions des enjeux environnementaux et stratégies d’entreprises	53
II.	Questions générales sur la blockchain.....	57
III.	Les défis à relever pour une implémentation de solution basée sur la blockchain.....	62
IV.	Focus sur la partie juridique de la blockchain.....	64
	CHAPITRE 7 – ANALYSE D’UN QUESTIONNAIRE AUPRES DE LA COMMUNAUTE CRYPTO.....	66
I.	Analyse du profil des répondants	67
II.	Analyse des réponses sur la blockchain.....	70
III.	Analyse des applications de la blockchain à l’environnement	72
	CHAPITRE 8 – PRECONISATIONS	77
I.	Préconisation 1 : Créer des synergies avec les communautés indépendantes	78
II.	Préconisation 2 : Motiver les fournisseurs pour les inclure dans l’écosystème	80
III.	Préconisation 3 : Intégration d’une matrice de risque	82
	CONCLUSION.....	84
	BIBLIOGRAPHIE	86
	TABLE DES FIGURES	90
	TABLES DES ANNEXES.....	91
	TABLES DES MATIERES.....	97