



## *Mémoire de fin d'Etudes*

*Thème :*

# **Enjeux des cryptomonnaies en tant qu'actif d'investissement pour les banques centrales : Cas de la Banque Centrale de Tunisie**

*Presenté et soutenu par:*

**MABROUKI Nada**

*Encadré par:*

**Mme. GANA Marjène**

*Etudiant(e) parrainé(e) par :*

**Banque Centrale de Tunisie (BCT)**



## REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je voudrais tout d'abord adresser mes sincères remerciements et toute ma gratitude à la directrice de ce mémoire, Madame **Marjène GANA**, pour son encadrement sans faille, sa rigueur au travail, sa patience et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je désire aussi remercier spécialement Monsieur **Bechir TRABELSI**, qui fut le premier à me faire découvrir le monde des cryptomonnaies auprès des banques centrales. Sans son aide précieuse et ses orientations, ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Je tiens à remercier également ma directrice de stage, Madame **Houneida HARZALLAH** pour son soutien moral et pour nos réunions régulières au cours desquelles j'ai obtenu des commentaires précieux qui ont contribué à façonner la qualité de mon mémoire.

Je remercie finalement l'administration et tout le corps enseignant de l'IFID pour leur assistance tout au long de notre formation.

## RESUME

Dans ce travail, nous étudions l'intérêt d'intégrer les cryptomonnaies comme actifs dans le portefeuille d'investissement de la Banque Centrale de Tunisie. Nous avons utilisé le bitcoin et l'ethereum. Ce travail utilise le cadre de la Moyenne-Variance de Markowitz, afin d'étudier les performances des portefeuilles diversifiés avec et sans inclusion des cryptoactifs. Nos résultats fournissent des preuves empiriques quant au gain de diversification fourni par les cryptoactifs au portefeuille de réserve de change de la Banque Centrale de Tunisie. Cela se traduit par l'amélioration du rendement du portefeuille à variance minimale, sans qu'il n'y ait une importante minimisation du risque, et ce malgré leur modeste pondération. Nous soutenons aussi l'idée selon laquelle la crise du Covid-19 consolide l'attrait pour les cryptoactifs en tant qu'actifs refuges.

**Mots clés :** cryptoactifs | banques centrales | réserves de change | optimisation de portefeuille | Moyenne-Variance de Markowitz.

## ABSTRACT

In this work, we study the interest of integrating crypto-currencies as assets in the investment portfolio of the Central Bank of Tunisia. We used bitcoin and ethereum. This work uses the Markowitz Mean-Variance framework, to study the performance of diversified portfolios with and without the inclusion of crypto assets. Our results provide empirical evidence for the diversification gain provided by cryptoactives to the foreign exchange reserve portfolio of the Central Bank of Tunisia. This is reflected in the improvement of the minimum variance portfolio return, without significant risk minimization, despite their modest weighting. We also support the idea that the Covid-19 crisis is consolidating the appeal of cryptoassets as safe haven assets.

**Key words :** cryptoassets | central banks | foreign exchange reserves | portfolio optimization | Markowitz Mean-Variance framework.

# SOMMAIRE

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>II</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>III</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>VII</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE</b> .....	<b>4</b>
<b>SUR LES CRYPTOMONNAIES</b> .....	<b>4</b>
INTRODUCTION .....	5
SECTION 1 : LES CRYPTOMONNAIES ET LA TECHNOLOGIE DE LA BLOCKCHAIN .....	5
SECTION 2 : CRYPTOMONNAIES : AVANTAGES ET INCONVENIENTS .....	10
SECTION 3 : POTENTIEL ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DES CRYPTOMONNAIES... ..	14
CONCLUSION .....	22
<b>CHAPITRE II : LA CRYPTOMONNAIE : MONNAIE OU ACTIF</b>	
<b>D'INVESTISSEMENT ?</b> .....	<b>24</b>
INTRODUCTION .....	25
SECTION 1 : LES ATTRIBUTS DE LA MONNAIE ET D'UN ACTIF .....	25
SECTION 2 : LA CRYPTOMONNAIE ; MONNAIE OU ACTIF ? : ETAT DE L'ART .....	29
SECTION 3 : QUELS INTERETS D'INVESTIR DANS LES CRYPTOACTIFS ? .....	36
CONCLUSION : .....	44
<b>CHAPITRE III : LA CRYPTOMONNAIE EN TANT QU'ACTIF</b>	
<b>D'INVESTISSEMENT AU SEIN DU PORTEFEUILLE DE LA BCT :</b>	
<b>METHODOLOGIE</b> .....	<b>47</b>
INTRODUCTION .....	48
<b>SECTION 1 : CADRE DE GOUVERNANCE DE LA GESTION DES RESERVES DE LA BANQUE</b>	
<b>CENTRALE DE TUNISIE</b> .....	48
SECTION 2 : DONNEES .....	54
SECTION 3 : METHODOLOGIE.....	57
CONCLUSION .....	62

<b>CHAPITRE IV : CRYPTOACTIFS ET DIVERSIFICATION DU PORTEFEUILLE D'INVESTISSEMENT DE LA BANQUE CENTRALE DE TUNISIE : LES RESULTATS EMPIRIQUES.....</b>	<b>63</b>
INTRODUCTION.....	64
SECTION1 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES ET ANALYSE DE CORRELATION.....	64
SECTION 2 : RESULTATS EMPIRIQUES .....	73
SECTION 3 : INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSION.....	88
CONCLUSION .....	91
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>92</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>96</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>100</b>

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ACTUARIELS « YIELD TO MATURITY » JOURNALIERS DES ACTIFS TRADITIONNELS (26 FEVRIER 2019 – 01 OCTOBRE 2021) .....	65
FIGURE 2: ÉVOLUTION DES PRIX ACTUELS JOURNALIERS DES ACTIFS TRADITIONNELS (26 FEVRIER 2019 – 01 OCTOBRE 2021).....	66
FIGURE 3: PROFILS RISQUE-RENDEMENT - PORTEFEUILLE DE BASE (PERIODE 1).....	76
FIGURE 4: PROFILS RISQUE-RENDEMENT - PORTEFEUILLE DE BASE AVEC ET SANS ALLOCATIONS DE CRYPTOACTIFS (PERIODE 1) .....	76
FIGURE 5: PROFILS RISQUE-RENDEMENT DE PLUS PRES - PORTEFEUILLE DE BASE AVEC ET SANS ALLOCATIONS DE CRYPTOACTIFS (PERIODE 1) .....	77
FIGURE 6: PROFILS RISQUE-RENDEMENT- PORTEFEUILLE DE BASE (PERIODE 2) .....	80
FIGURE 7: PROFILS RISQUE-RENDEMENT - PORTEFEUILLE DE BASE AVEC ET SANS ALLOCATIONS DE CRYPTOACTIFS (PERIODE 2) .....	80
FIGURE 8: PROFILS RISQUE-RENDEMENT DE PLUS PRES - PORTEFEUILLE DE BASE AVEC ET SANS ALLOCATIONS DE CRYPTOACTIFS (PERIODE2) .....	81
FIGURE 9: RENDEMENTS CUMULATIFS - PORTEFEUILLE DE BASE AVEC ET SANS ALLOCATIONS DE CRYPTOACTIFS (PERIODE 1) .....	84
FIGURE 10: RENDEMENTS CUMULATIFS - PORTEFEUILLE DE BASE AVEC ET SANS ALLOCATIONS DE CRYPTOACTIFS (PERIODE 2) .....	87

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: LES CLASSES D'ACTIFS (TRADITIONNELLES ET CRYPTOACTIFS) INCLUSES DANS L'ANALYSE EMPIRIQUE .....	55
TABLEAU 2: STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES RENDEMENTS QUOTIDIENS DES ACTIFS (26 FEVRIER 2019 -19 FEVRIER 2020) .....	67
TABLEAU 3: STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES RENDEMENTS QUOTIDIENS DES ACTIFS (20 FEVRIER 2020 -1ER OCTOBRE 2021) .....	69
TABLEAU 4: CORRELATION ENTRE LES RENDEMENTS JOURNALIERS DES CRYPTOACTIFS ET LES ACTIFS TRADITIONNELS (PERIODE 1 : 26 FEVRIER 2019 – 19 FEVRIER 2020).....	71
TABLEAU 5: CORRELATION ENTRE LES RENDEMENTS JOURNALIERS DES CRYPTOACTIFS ET LES ACTIFS TRADITIONNELS (PERIODE 2 : 20 FEVRIER 2020 – 01 OCTOBRE 2021) .....	71
TABLEAU 6: RESULTATS D'OPTIMISATION SELON L'APPROCHE DE MARKOWITZ : PERIODE 1 ...	74
TABLEAU 7: RESULTATS D'OPTIMISATION SELON L'APPROCHE DE MARKOWITZ : PERIODE 2 ...	78
TABLEAU 8: RESULTATS DE L'ALLOCATION NAÏVE : PERIODE 1.....	84
TABLEAU 9: RESULTATS DE L'ALLOCATION NAÏVE : PERIODE 2.....	87

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>ACF</b>	Autorité de Conduite Financière
<b>BCT</b>	Banque Centrale de Tunisie
<b>BOE</b>	Banque d'Angleterre
<b>BTC</b>	Bitcoin
<b>CRI</b>	Comité des Risques et d'Investissements
<b>ETH</b>	Ethereum
<b>FMI</b>	Fonds Monétaire International
<b>GAFI</b>	Groupe d'Action Financière
<b>ICO</b>	Offre Initiale de Pièces de Monnaie
<b>MDBC</b>	Monnaie Digitale de Banque Centrale
<b>PVM</b>	Portefeuille à Variance Minimale

## INTRODUCTION GENERALE

Ces dernières décennies ont été marquées par une croissance considérable des technologies innovantes qui exigent une restructuration de l'économie mondiale traditionnelle. Les cryptomonnaies et les blockchains en sont un exemple et remettent en question et modifient le système financier traditionnel. En effet, le marché des cryptomonnaies a explosé en taille au cours des dernières années qui ont suivi le lancement du bitcoin pour devenir une industrie mesurée en milliards, plutôt qu'en millions de dollars. Certes, les cryptomonnaies ont leurs avantages et leurs inconvénients. En effet, à l'instar de toute technologie innovante, les cryptomonnaies se heurtent à l'enthousiasme et à la résistance et il existe des arguments qui soutiennent les deux positions. Cependant, quelles que soient les lacunes formulées sur les cryptomonnaies, elles existent. Cela est attribuable à l'évolution spectaculaire et rapide de la technologie. Sous l'effet de leurs avantages, les marchés des cryptomonnaies sont devenus de plus en plus attrayants et sont devenues pour certains un outil de paiement courant, et pour d'autres elles sont devenues comme une nouvelle catégorie d'investissement, d'optimisation de portefeuille et une valeur refuge durant les crises.

Le potentiel des cryptomonnaies n'échappe pas non plus aux banques centrales. A l'origine, ces institutions ont regardé les cryptomonnaies comme une initiative farfelue qui allait s'étouffer dans sa propre volatilité. Pourtant, aujourd'hui les banques sont de plus en plus attirées par cette innovation qui semble servir à ces institutions à des fins diverses. Tout d'abord, de nombreuses banques centrales ont émis ou sont en train de tester l'émission de leurs propres monnaies digitales, dénommée « monnaie numérique de banque centrale » ou MNBC. Cette dernière peut être soit une MNBC de détail destinée au grand public, et dans ce cadre elle pourrait représenter une avancée pour l'inclusion financière, soit une MNBC de gros ou interbancaire uniquement réservée aux transactions financières entre les banques et dans ce sens elle pourrait représenter une avancée pour l'amélioration des paiements transfrontières. D'ailleurs, la banque centrale de Tunisie vient de conduire avec succès, une septième expérimentation de cette dernière et ce en coopération avec la banque de France en 2021. Ensuite, les banques centrales ont même commencé à examiner les enjeux des cryptomonnaies privées existantes, à l'instar du bitcoin, en tant que monnaie de réserve ou actif d'investissement.

Notre travail vise à répondre donc à la question de savoir s'il est intéressant que ces cryptomonnaies soient intégrées au portefeuille de réserve de change de la banque centrale de Tunisie en tant que qu'actif d'investissement grâce à une meilleure optimisation du couple risque-rendement.

Pour ce faire, nous simulons un portefeuille composé de trois obligations : souveraine, internationale et supranationale, avec des marchés secondaires profonds et liquides, qui garantissent le plus haut niveau de sécurité. En ce qui concerne les cryptoactifs, nous incluons le bitcoin et l'ethereum car ils présentent les capitalisations boursières et les niveaux de liquidité les plus élevés. Nous nous servons du cadre moyenne-variance et nous procédons aussi à l'application des différents scénarios d'allocation naïve, afin d'étudier les performances des portefeuilles diversifiés avec et sans inclusion des cryptoactifs. La période utilisée s'étend du 26 février 2019 au 1er octobre 2021.

Cette étude est dotée essentiellement de trois contributions : théorique, empirique et pratique. Premièrement, cette étude contribue à la littérature existante dans le sens où cette réflexion reste relativement inexplorée et les travaux quant à l'inclusion des cryptomonnaies dans les réserves de change des banques centrales sont peu nombreux jusqu'à aujourd'hui. A notre connaissance, notre étude est l'une des premières à examiner l'effet des cryptomonnaies dans les réserves de change des banques centrales. Deuxièmement, les résultats empiriques de notre travail permettront de clarifier et d'accroître les connaissances quant au comportement des cryptomonnaies durant les crises et leur potentiel en matière d'optimisation et de diversification des portefeuilles, étant donné qu'à ce jour, les résultats demeurent mitigés. Finalement, les résultats de notre recherche, seront d'une importance capitale pour la Banque Centrale de Tunisie et pourraient l'inciter à réfléchir à l'ajout des cryptomonnaies dans ses réserves de change et à être parmi les premières banques centrales à rompre avec les mécanismes d'investissement traditionnels et à diversifier ses réserves.

Afin de mener à bien notre travail, il convient tout d'abord d'aborder les bases de ce que sont les cryptomonnaies. Le premier chapitre couvre donc les concepts fréquemment évoqués lorsque nous parlons de ces dernières. Son but est de fournir les connaissances nécessaires liées à cette nouvelle innovation en commençant par quelques définitions, le développement des cryptomonnaies, leur marché, les avantages et les défis et risques de cette innovation. Le chapitre se termine par leurs perspectives de développement. Le deuxième chapitre présente un examen rigoureux de la littérature quant à la classification des cryptomonnaies. Une

attention particulière est accordée aux différentes positions des banques centrales et des autres autorités dans le monde quant à la classification de ces dernières. Vers la fin de ce chapitre, les différentes opportunités et intérêts d'investir dans les cryptomonnaies sont abordés. Ensuite, le choix de l'ensemble de données et la méthodologie appliquée sont expliqués au niveau du troisième chapitre. Le chapitre quatre présente les résultats empiriques de notre travail, une interprétation et une discussion de ces derniers. Enfin, notre travail se termine par une conclusion générale dans laquelle les limites de notre travail sont également mentionnées et nos recommandations quant aux travaux futurs sont également développés.

**CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE**  
**SUR LES CRYPTOMONNAIES**

## **Introduction**

Les cryptomonnaies et la blockchain sont en train de transformer les systèmes financiers et tiennent un rôle majeur dans l'innovation financière mondiale actuelle (Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020). En effet, leur émergence a marqué cette décennie (Ciaian, Rajcaniova, & Kancs, 2016 ; Laguerre & Desmedt, 2015), et leur développement rapide a capté le sort d'attention dans les travaux de recherche récents. Ce chapitre couvre les concepts fréquemment évoqués lorsque nous parlons de cryptomonnaies. Son but est de fournir au lecteur les connaissances nécessaires liées à cette nouvelle innovation.

Le chapitre sera organisé comme suit : après l'introduction, la première section portera sur les concepts de base liés aux cryptomonnaies. Elle donnera la définition des termes "cryptomonnaies" et "blockchain" et expliquera leur fonctionnement. Dans la même section, nous nous pencherons sur le développement du marché des cryptomonnaies et sur les diverses catégories de celles-ci. La deuxième section fournira une clarification des avantages et des désavantages de cette innovation technologique. Finalement, la troisième section va répondre à la question sur l'avenir et les perspectives de développement futurs des cryptomonnaies.

## **Section 1 : Les cryptomonnaies et la technologie de la blockchain**

### **1. Cryptomonnaies et blockchain : Définition et fonctionnement**

Les cryptomonnaies ont attiré l'attention de nombreux acteurs du secteur, particuliers et experts (Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020). Il s'agit des instruments financiers, dont leur utilisation s'est énormément augmentée depuis l'introduction de bitcoin en 2009 par un pirate informatique qui se fait appeler Satoshi Nakamoto (Grinberg, 2011 ; Holovatiuk, 2020). Comme elles ne sont pas émises par une institution publique, telle qu'un gouvernement ou une banque, les cryptomonnaies sont décentralisées et virtuelles (Holovatiuk, 2020). Celles-ci ont vu le jour en tant que génération innovante d'applications basées sur la blockchain. Cette technologie a été présentée pour la première fois par Satoshi Nakamoto en 2008 dans son article *"Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronic Cash System"*. Le principe de la blockchain consiste à proposer un système de transaction et une solution de gestion des données dans un contexte totalement transparent, décentralisé et sécurisé (Holovatiuk, 2020).

Le portefeuille de cryptomonnaies peut être considéré comme composé de deux parties : une clé publique qui sert de numéro de compte ; et une clé privée qui est secrète et qui donne à toute personne qui y a accès la possibilité d'effectuer des transactions à partir du portefeuille

(Segendorf, 2014). Afin de comprendre le fonctionnement de ces dernières, nous pensons qu'il est nécessaire d'examiner les difficultés, ou plutôt les défis, liés à la vérification de la propriété et de l'authenticité de la monnaie. Ces problèmes ont été mis en évidence dans l'introduction au bitcoin de Velde (2013).

En effet, selon ce dernier, à l'encontre des monnaies traditionnelles et physiques où l'argent liquide appartient à celui qui la détient et où il existe différents mécanismes à mettre en place afin d'empêcher la contrefaçon de la monnaie, le problème pour les cryptomonnaies est plus compliqué. Pour ces dernières, la solution est la blockchain. Elle représente un système de transaction décentralisé, inviolable et qui permet de gérer les données. Tous les enregistrements sont stockés à travers de nombreux nœuds et connectés dans une chaîne (Holovatiuk, 2020). En d'autres termes, la blockchain peut être assimilée à un grand livre public. Ce dernier est composé de blocs contenant toutes les transactions précédentes de la monnaie, afin qu'il soit possible d'identifier à qui elle appartient. Ce grand livre est conservé dans un réseau de nœuds indépendants (réseau d'ordinateurs) qui permettent la validation de toutes les transactions effectuées selon Velde (2013). Il s'agit principalement de s'assurer de la disponibilité des fonds avant de procéder au rajout de la transaction à la blockchain afin qu'elle soit finalement réglée. Cette démarche est en rupture avec les monnaies traditionnelles, qui font appel à un tiers de confiance tel qu'une société de carte de crédit ou une banque pour vérifier que les fonds sont disponibles avant d'effectuer une transaction.

Le système de validation et de vérification des blocs, dans le but de les ajouter à la blockchain, varie selon le type de cryptomonnaie et s'appelle le modèle de consensus de la cryptomonnaie ou aussi le processus de minage (Segendorf, 2014). Ainsi, le nœud qui l'exécute, un mineur, est souvent récompensé par une somme d'argent pour le travail effectué et le processus a donc été comparé à l'extraction de l'or (Segendorf, 2014).

## **2. Marché des cryptomonnaies**

En s'intéressant au marché des cryptomonnaies il faut noter que sa structure est définie par la capitalisation boursière des pièces et jetons cryptographiques (Holovatiuk, 2020). Bien que ce marché reste marginal en comparaison avec le marché des actifs traditionnels, il est en croissance continue (Holovatiuk, 2020). En effet, en 2013 il n'existait que 66 types de cryptomonnaies alors que nous comptons aujourd'hui plus que 5500 cryptomonnaies pour une

valeur de 1 421 milliards de dollars (CoinMarketCap, 2021)<sup>1</sup> et de nombreux nouveaux sont créés chaque mois. Il faut souligner que, quoique le nombre des cryptomonnaies n'ait pas cessé d'augmenter, nous précisons que la majorité de ces dernières sont encore illiquides. Nous ne nous comptons en fait que quelques dizaines qui peuvent être qualifiées de cryptomonnaies populaires et liquides (Holovatiuk, 2020)..

Le bitcoin est considéré comme étant la cryptomonnaie la plus représentative et préminente d'entre elles (Laguerre & Desmedt , 2015 ; Ciaian, Rajcaniova, & Kancs, 2016). Il s'agit d'un actif numérique de pair à pair et qui prétend être décentralisé et indépendant de toute autorité monétaire (Nakamoto, 2008). Il a été inventé par un pirate informatique qui se fait appeler Satoshi Nakamoto (Grinberg, 2011). Le bitcoin a connu depuis sa création une forte augmentation de son nombre en circulation et de sa capitalisation boursière. En effet, les quatre premières années qui suivent son lancement, le bitcoin était encore une monnaie relativement jeune et dotée d'un réseau d'acceptation étroit. Sa valeur marchande était nulle, et en 2010 il valait peu plus de 10 dollars. En 2013, il a commencé à grimper et à gagner en popularité, il est devenu de plus en plus accepté en tant que véhicule d'investissement et de paiement crédible (Aalborg, Molnar, & de Vries, 2019 ) et il a dépassé la barrière de 1000 dollars fin 2013 (CoinMarketCap, 2021). Depuis, son cours a connu des grandes variations, des rallyes à la hausse, et d'autres à la baisse. En 2021, son cours a atteint un niveau historique, de jamais vu le 16 avril, soit un cours de 61 572 dollars. Après, le prix commence à dégringoler à la baisse pour atteindre 32 186 dollars le 26 juin 2021 (CoinMarketCap, 2021). Finalement, comme nous l'avons mentionné ce dernier est positionné au premier rang en termes de capitalisation boursière, qui s'approche de 45% environ en début juillet 2021, soit 648 milliards de dollars environ. Il nous semble opportun de souligner qu'il avait 69,85 % le premier janvier 2020 (CoinMarketCap, 2021) et qui représentait environ deux tiers de la capitalisation totale du marché des cryptomonnaies en décembre 2017 (Krückeberg & Scholz, 2019).

Selon Holovatiuk (2020), le recul de la position dominante du bitcoin et la croissance de la fraction des nouvelles pièces et des nouveaux jetons démontrent que le potentiel et la confiance dans d'autres actifs basés sur la blockchain sont en augmentation. Ainsi, bien que le bitcoin reste la cryptomonnaie la plus précieuse et la plus populaire, le marché des implémentations alternatives se développe rapidement. En effet, il existe d'autres cryptomonnaies importantes et liquides. Nous citons l'ethereum par exemple. Ce dernier

---

<sup>1</sup> CoinMarketCap est le site de référence pour suivre les prix des crypto-actifs - <https://coinmarketcap.com/>

s'est échangé à 10 dollars jusqu'à la fin de 2016 et il s'échange actuellement à 2 219 dollars (CoinMarketCap, 2021). Sa capitalisation boursière le 3 juillet 2021 dépasse les 250 milliards de dollars, ainsi, il représente avec le bitcoin près de 63% de la capitalisation boursière totale des cryptomonnaies. D'autres nombreuses cryptomonnaies existent et font partie des 10 plus importantes cryptomonnaies. Il s'agit de Tether, Binance Coin, Cardano, Dogecoin, XRP (Ripple), USD Coin, Palkadot et Uniswap. Elles représentent 11% environ de la capitalisation boursière du marché (CoinMarketCap, 2021).

Il nous semble aussi indispensable de rappeler que c'est la logique de l'offre, de la demande et de la confiance qui détermine la valeur des cryptomonnaies sur ce marché. Si nul ne désire échanger une monnaie donnée, elle perd de sa valeur et finit par atteindre zéro. En revanche, la valeur d'une monnaie augmente si la demande est élevée et l'offre faible. Il ne faut pas non plus négliger la confiance dans l'utilisation de la monnaie, une monnaie numérique n'a de valeur que si les gens croient en sa valeur (Van der Auwera, Schoutens, Petracco Giudici, & Alessi, 2020).

En résumé, selon Holovatiuk (2020) un constat s'impose : ces dernières années, le marché des cryptomonnaies a considérablement gagné en maturité, notamment grâce à une plus grande liquidité et à une réduction de l'écart entre les cours acheteur et vendeur. Bien qu'il soit encore tôt pour parler de la maturité du marché des cryptomonnaies, les années passées ont montré une tendance positive tel que le démontrent les chiffres ci-haut.

### 3. Les différents types de cryptomonnaies

Les autorités ont de plus en plus tendance à distinguer différentes classes de cryptomonnaies, et le terme « cryptomonnaies » est de moins en moins utilisé d'une manière abusive pour regrouper tous les types (Chapman & Wilkins, 2019). Certains régulateurs de valeurs mobilières, comme le régulateur suisse Finma (2018), utilisent la catégorisation suivante :

- **Jetons de paiement « payment tokens »** : Ce sont des jetons destinés en général à jouer le rôle d'une monnaie et conçus pour servir à l'achat de biens et de services. Le bitcoin, dans sa conception initiale, en est un exemple, tout comme le Litecoin et le Monero (Finma, 2018).
- **Jetons utilitaires « Utility tokens »** : Il s'agit de jetons qui procurent à l'utilisateur un accès numérique à une application ou à un service. L'un des exemples les plus

classiques de jeton utilitaire est l'ether d'Ethereum (Hu, Parlour, & Rajan, 2018 ; Finma, 2018).

- **Jetons d'actif « Security tokens »** : Ces jetons permettent aux acheteurs de prendre une certaine forme de position dans une entreprise tels que des participations dans des sous-jacents physiques réels, des sociétés ou des flux de bénéfice, ou un droit à des dividendes ou à des paiements d'intérêts. Un exemple simple est un jeton qui représente une participation dans une organisation construite sur une plateforme blockchain où « *le détenteur du jeton reçoit les flux de trésorerie futurs d'un projet réussi* » (Hu, Parlour, & Rajan, 2018). Un autre exemple est Nexo, qui est une société de crypto prêt et qui verse une partie des bénéfices aux détenteurs de jetons Nexo. En matière de fonction économique, ces jetons représentent des actifs. Ils sont analogues à des actions, des obligations ou des dérivés (Hu, Parlour, & Rajan, 2018 ; Finma, 2018 ; Chapman & Wilkins, 2019).

La définition exacte et les frontières entre ces catégories font encore l'objet de nombreux débats. Pour les régulateurs, toute la difficulté ne réside pas seulement dans le fait qu'il existe des nuances de gris entre les différents types de cryptomonnaies, mais aussi parce qu'elles peuvent également changer de type au cours du cycle de vie d'un projet suite à l'évolution de l'objectif et de l'utilisation. Par exemple, beaucoup de ces dernières qui commencent principalement comme un outil de collecte de fonds (c'est-à-dire un jeton d'actif) sont destinées à être finalement soit un jeton de paiement, soit un jeton d'utilité (Chapman & Wilkins, 2019).

Finalement, nous tenons à attirer l'attention sur le fait que l'ensemble de données fourni par les sites de référence pour le suivi des prix des cryptomonnaies ne suivent pas cette catégorisation. Par exemple, le site [coinmarketcap.com](https://coinmarketcap.com) décompose le marché des cryptomonnaies en quatre grandes catégories. Les deux premières catégories correspondent simplement au bitcoin et à l'éther, les deux cryptomonnaies les plus importants dans ce domaine. La troisième catégorie est celle des altcoins, qui sont extraits et échangés à l'aide de leurs propres blockchains, notamment le Litecoin ou le Dogecoin. La dernière catégorie, la plus récente, concerne les jetons qui sont programmés et échangés sur des blockchains à

usage général, comme la blockchain Ethereum, d'ailleurs les nombreuses ICO<sup>2</sup> qui ont eu lieu ces dernières années en sont un exemple (Chapman & Wilkins, 2019).

Pour conclure, nous pouvons dire que les cryptomonnaies représentent une véritable innovation. Leur marché devient de plus en plus mature. Nous dénombrons aujourd'hui des milliers de cryptomonnaies qui se distinguent les unes des autres. Cependant, avant de se lancer dans l'aventure des cryptomonnaies, il est nécessaire de s'informer sur le sujet, de connaître les avantages et surtout les inconvénients de cette nouvelle innovation.

## **Section 2 : Cryptomonnaies : Avantages et inconvénients**

### **1. Les avantages des cryptomonnaies**

Commençons par les points positifs, les cryptomonnaies et les blockchains offrent une multitude d'avantages. Les exemples suivants illustrent bien ceci.

- **La facilitation des services de paiement**

Nous pouvons dire que la facilitation des services de paiement est un des avantages les plus importants de cette nouvelle technologie (Van der Auwera, Schoutens, Petracco Giudici, & Alessi, 2020). En effet, les blockchains améliorent considérablement les mécanismes de règlement actuels (Hougan & Lawant, 2021). Il suffit de songer aux opérations de paiement transfrontalières, par exemple, qui transitent souvent par de nombreuses banques avant de parvenir à leur destination. Les cryptomonnaies sont du type pair-à-pair et sont donc en mesure de zapper ces étapes intermédiaires. Elles sont beaucoup plus rapides et, de plus, elles permettent de réduire partiellement le risque de contrepartie associé aux paiements classiques (Van der Auwera, Schoutens, Petracco Giudici, & Alessi, 2020). En outre, ces opérations internationales ne sont possibles que pendant les heures d'ouverture des banques et leur règlement nécessite un à deux jours, moyennant des frais allant de 1 à 8 %. Le même transfert peut en revanche être effectué et réglé, par exemple, à l'aide de bitcoins en 10 minutes, à tout moment du jour ou de la nuit et depuis n'importe quel endroit du monde vers n'importe quel autre pays, et les frais relatifs à ces paiements ne représentent que 0,019 % du

---

<sup>2</sup> Une initial coin offering (ICO), parfois appelée en français première émission de jetons, offre initiale de jetons, offre au public de cyberjetons ou offre de jetons, est une méthode de levée de fonds fonctionnant via l'émission d'actifs numériques échangeables contre des cryptomonnaies durant la phase de démarrage d'un projet

volume de la transaction. (Hougan & Lawant, 2021). Ainsi, les cryptomonnaies peuvent réduire les coûts de transaction, augmenter la rapidité, la transparence (via le recours à un système transparent d'enregistrement des données et des informations) et la fiabilité et l'immédiateté de la disponibilité des fonds (Van der Auwera, Schoutens, Petracco Giudici, & Alessi, 2020).

- **Des performances potentielles très importantes**

Ce point représente un élément d'intérêt et d'attraction pour les investisseurs. En effet, les performances en matière de rendement de certaines cryptomonnaies sont impressionnantes, et constituent une caractéristique essentielle de leur marché (Hougan & Lawant, 2021).

- **Les cryptomonnaies : Un refuge aux investisseurs**

Le marché des cryptomonnaies est considéré un marché isolé des facteurs liés au marché et des chocs externes (Holovatiuk, 2020). Il en résulte que les cryptomonnaies peuvent constituer un outil de diversification efficace, proposant un refuge aux investisseurs (Corbet, Lucey, Urquhart, & Yarovaya, 2019). En effet, même durant les périodes d'incertitude élevée, les cryptomonnaies représentent une sorte de couverture pour les investisseurs. Prenons par exemple le bitcoin et les résultats de l'élection présidentielle des États-Unis qui ont été considérés comme une source d'incertitude élevée sur le marché. Durant cette période les prix de bitcoin bougeaient par rapport aux chances de Donald Trump gagnant l'élection présidentielle (Smith & Rosevear, 2017). Une tendance similaire a été observée pendant le référendum sur le Brexit en 2017 où son prix a montré une corrélation presque parfaite avec la probabilité projetée du vote de « sortir », ce qui était considéré comme l'option ayant les impacts les plus négatifs sur les marchés mondiaux (Smith & Rosevear, 2017). Ces deux résultats sont conformes et corroborent la conclusion de Brière, Oosterlinck et Szafarz (2015) selon laquelle le bitcoin offre une possibilité de couverture en cas d'incertitude du marché.

- **La facilitation de l'accès au financement**

La technologie blockchain permet également aux entreprises, quelle que soit leur taille, de lever des fonds par le biais d'offres d'actions distribuées mondialement, de pair-à-pair, ou d'offres initiales de pièces de monnaie (ICO). Les ICO permettent non seulement de réunir les investisseurs mondiaux, mais aussi de se passer de tout intermédiaire, banquier d'affaires ou auditeur, ce qui réduit automatiquement les coûts encourus par les entreprises concernées. Au cours de la seule année 2018, un montant stupéfiant de 550 millions USD a été collecté par le

biais d'offres initiales de pièces de monnaie, un chiffre supérieur au montant collecté par les canaux traditionnels (Perez, Sokolova, & Konate, 2020).

- **Autres avantages**

En complément de ce qui précède, les cryptomonnaies présentent aussi l'avantage de l'absence de risque de saisie par les institutions gouvernementales. Les transactions sont aussi généralement exemptes de taxes et, enfin, il est impossible de suivre les paiements, ce qui garantit un niveau décent de protection des données et de la vie privée (Holovatiuk, 2020).

## **2. Les inconvénients des cryptomonnaies**

En dépit des avantages indéniables qui viennent d'être mentionnés, les cryptomonnaies présentent plusieurs inconvénients et ont fait l'objet de nombreuses critiques.

- **La lenteur des transactions**

Pour commencer, la lenteur des transactions en cryptomonnaies représente, selon Ward & Rochemont (2019), l'un de leurs principaux inconvénients. Bien que les opérations soient extrêmement rapides avec les cartes bancaires, nous constatons que dans le contexte des cryptomonnaies, leur complexité technique impose un délai beaucoup plus long. Il faut compter en moyenne 10 minutes pour effectuer une seule transaction. Les échanges s'en trouvent alors considérablement ralentis. Par ailleurs, dans la mesure où tout paiement nécessite l'approbation du mineur, le nombre de transactions pouvant être traité à un moment donné est limité. Toujours d'après la même source, la blockchain du bitcoin admet par exemple une limite de 7 transactions par seconde, alors que d'après le site web de Visa (2021), VisaNet peut autoriser jusqu'à 56 000 messages de transaction par seconde.

- **Un vecteur d'activités criminelles**

À mesure que la valeur et l'utilisation des cryptomonnaies ont augmenté, les risques de criminalité ont également augmenté. En effet, des inquiétudes existent quant à l'utilisation de ces monnaies électroniques à des fins de paiement d'activités illégales, ainsi qu'à la possibilité de crimes et de fraudes électroniques par des usagers malveillants sur Internet (Zivanovic, 2019). Il nous semble important de souligner que ces risques sont sérieux et réels.

Par exemple, comme les cryptomonnaies permettent d'effectuer des transferts à travers le monde, elles permettent un ensemble unique de risques potentiels de blanchiment d'argent. D'ailleurs, nous l'avons vu à plusieurs reprises au cours de la dernière décennie avec des

exemples marquants. Nous citons par exemple, le marché du darknet Silk Road, qui a facilité l'échange de 1,2 milliard de dollars de drogues, d'armes et d'identités volées de 2011 à 2013.

De plus, selon l'autorité de conduite financière britannique<sup>3</sup> (2020), les cryptomonnaies permettent de réaliser l'arbitrage réglementaire. En effet, la régulation financière traditionnelle est appliquée au niveau national. Cependant, comme la plupart des cryptomonnaies sont des réseaux numériques sans autorisation, ils sont mondiaux par défaut. Les entreprises opérant dans cet espace n'ont besoin que d'un accès à Internet pour fonctionner. Cela signifie qu'elles peuvent se déplacer d'une juridiction à l'autre beaucoup plus rapidement que les sociétés financières traditionnelles. Cela signifie également qu'elles peuvent facilement tirer parti de n'importe quel point faible géographique du cadre réglementaire mondial (FCA, 2020)<sup>4</sup>.

Ainsi, les cryptomonnaies représentent une nouvelle vague de défi pour les institutions financières internationales et les gouvernements chargés de réglementer et de contrôler les transactions. D'ailleurs, l'autorité de conduite financière britannique a commencé de travailler en étroite collaboration avec le normalisateur international de la lutte anti-blanchiment, le Groupe d'action financière (GAFI) sur les cryptomonnaies afin de résoudre ces problèmes (FCA, 2020).

- **L'insécurité des cryptomonnaies**

Les cryptomonnaies ont fait l'objet de plusieurs critiques à cause de leur sécurité relative. En effet, l'existence des piratages réussis et les risques des pannes de disques durs ou des virus corrompant les données (Holovatiuk, 2020) soulèvent de sérieuses inquiétudes quant à la stabilité et la sécurité des cryptomonnaies (Zivanovic, 2019).

- **Une forte volatilité**

La nature décentralisée de cette innovation nécessite l'utilisation de la cryptographie, qui permet de réaliser une transaction par le consentement des deux parties, sans avoir recours à un tiers médiateur. Ainsi, ces échanges entièrement libres et marqués par l'absence de cadre réglementaire ouvrent donc la voie à de nombreuses réflexions sur le développement futur des cryptomonnaies, puisque ce sont les cadres réglementaires internationaux mis en place pour

---

<sup>3</sup> La Financial Conduct Authority (FCA) est une entité chargée de préserver la confiance dans le système financier britannique tout en préservant l'égalité de la concurrence, l'efficacité du marché et la liberté de choix des consommateurs.

<sup>4</sup> <https://www.fca.org.uk/news/speeches/unstable-coins>

préservé la stabilité du marché financier mondial et il est possible que la valeur de ces monnaies électroniques subisse des fluctuations importantes et inattendues (Henningsson, 2019). D'ailleurs, en réalité, le marché des cryptomonnaies est caractérisé par ses fluctuations ou disons encore par sa forte volatilité. Selon Grinberg (2011) cette volatilité dépasse largement celles des monnaies dites fortes. Il est donc difficile pour les gens de percevoir ces monnaies comme un moyen de paiement stable pour les transactions futures et cela les rend vulnérables à la spéculation et à la formation de bulles financières (Ward & Rochemont, 2019 ; Holovatiuk, 2020).

- **L'impact environnemental**

Les critiques concernant l'utilisation de l'énergie par les cryptomonnaies sont prises au sérieux. Les réseaux de cryptomonnaies nécessitent d'énormes quantités d'énergie à cause du processus essentiel de minage. En effet, le processus d'extraction de ces dernières, telle que le bitcoin, est loin d'être durable et la consommation d'énergie qui y est associée est comparable à la consommation électrique annuelle de l'Irlande (O'Dwyer & Malone, 2014).

En conclusion, il convient de dire que, à l'instar de toute technologie innovante, les cryptomonnaies se heurtent à l'enthousiasme et à la résistance et il existe des arguments qui soutiennent les deux positions. Cependant, quelles que soient les lacunes formulées sur les cryptomonnaies, elles existent et elles offrent de vastes possibilités de développement. Cela est attribuable à l'évolution spectaculaire et rapide de la technologie. Cette dernière de plus en plus facile à utiliser, moins coûteuse et accessible à un plus grand nombre d'utilisateurs dans le monde.

### **Section 3 : Potentiel et perspectives de développement des cryptomonnaies**

La section précédente a permis de comprendre ce qu'est une cryptomonnaie, comment elle fonctionne, comment son marché évolue et quels sont les différents avantages et inconvénients adressés à cette innovation. La présente section se penche sur les perspectives d'avenir que présente cette technologie.

#### **1. Les cryptomonnaies : Futur mode de paiement**

Dans le monde, les modalités de paiement ont radicalement changé au cours de la dernière décennie. La plupart du temps, la tendance est à la diminution des paiements en espèces au profit des paiements par carte et des transactions en ligne (Ward & Rochemont, 2019). Cela

suppose principalement un fort taux de bancarisation. Cependant, selon la même source, la Banque mondiale estime qu'il y a 2 milliards de personnes non bancarisées dans le monde, dont un tiers en Afrique subsaharienne, ce qui rend la tâche de réduire les paiements en espèces beaucoup plus difficile.

Au cours des dernières années, des monnaies et des systèmes de paiement basés sur Internet ont vu le jour, sans que les banques aient besoin de traiter les paiements (Moore & Stephen, 2016). Étant donné que les cryptomonnaies ont un faible coût d'adoption et sont disponibles en ligne sans avoir besoin d'accéder à une banque physique, elles offrent une alternative pratique et sécurisée. En effet, avec un smartphone et une connexion Internet, tout le monde peut utiliser des cryptomonnaies pour envoyer et recevoir de l'argent et les coûts de transaction sont souvent nettement inférieurs aux solutions traditionnelles (Ward & Rochemont, 2019). D'ailleurs, au cours des dernières années, les cryptomonnaies ont été de plus en plus utilisées pour les transactions internationales. Par exemple, en Amérique du Sud, l'Argentine et le Venezuela ont utilisé le bitcoin pour effectuer des transferts d'argent. (Ward & Rochemont, 2019) .

Le recours aux cryptomonnaies comme moyen de paiement pourrait se développer à l'avenir. (Moore & Stephen, 2016). Cependant, il faut noter que dans leur forme actuelle, les cryptomonnaies sont imparfaites (Ward & Rochemont, 2019), et avant de pouvoir séduire un plus large public, elles doivent d'abord surmonter un certain nombre d'obstacles (O'Dwyer & Malone, 2014). Par exemple, le bitcoin est capable de traiter environ 7 transactions par seconde. Ainsi, pour que ce dernier puisse jouer un rôle significatif en tant que système de paiement, la puissance de traitement des transactions doit augmenter de façon spectaculaire (O'Dwyer & Malone, 2014).

## **2. Cryptomonnaies : Véritable alternative aux investissements**

L'émergence des cryptomonnaies et les avantages qu'elles présentent sont en train de bouleverser la façon avec laquelle les investisseurs gèrent leurs portefeuilles et en train de capter de plus en plus leur attention. La logique derrière cette nouvelle tendance trouve principalement son explication dans la simplicité et la facilité de réaliser des investissements dans cette nouvelle technologie. En effet, les cryptomonnaies ne sont pas soumises à des protocoles compliqués et tout le monde peut y investir. Il suffit de suivre quelques étapes, puis d'acheter de la cryptomonnaie. De plus, l'investissement dans ces dernières permet de réduire les coûts onéreux des intermédiaires financiers, le temps requis pour effectuer des

transactions et permet aussi de conclure des contrats intelligents, des documents bancaires électroniques et des transferts d'argent, également à l'échelle mondiale (Peters & Panayi, 2016).

Compte tenu de ces avantages et suite à mise en lumière de la hausse spectaculaire des valeurs des cryptomonnaies fin 2017, surtout celle du bitcoin, les cryptomonnaies ont commencé à susciter une grande attention de la part des investisseurs. Ainsi et sans surprise, les investissements réalisés dans les cryptomonnaies ont commencé de monter en flèche (Ward & Rochemont, 2019 ; Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020). Pour exemple, au cours de 2018 et 2019, des gestionnaires de fonds ont investi à plusieurs reprises dans les cryptomonnaies. Nous pouvons citer les gestionnaires de fonds de l'université de Yale (États-Unis) et de l'université de Harvard (États-Unis). De plus, selon Yechi, Ferhana, Mia, et Wang (2020), la CCN a publié en avril 2019 une enquête, mentionnant le fait que 94% (141 sur 150) des fonds de dotation ont investi dans les cryptomonnaies durant les 12 derniers mois. Nous ajoutons aussi que le département de police de Virginie ne se contentait pas d'investir dans les fonds de dotation mais il était aussi le premier établissement américain à investir ses fonds de pension dans la technologie basée sur la blockchain en 2019.

Il convient également de souligner que ce phénomène a pris plus de l'ampleur depuis le début de la pandémie de Covid-19 surtout chez les jeunes générations. En effet, selon l'autorité de conduite financière britannique, plus de la moitié des Milléniaux ont investi dans la cryptomonnaie au Royaume-Uni en début 2021. Le constat est similaire pour les Australiens dont près de 44% qui possèdent une cryptomonnaie ou prévoient d'investir d'ici fin 2021 sont des Milléniaux.

Enfin, nous pouvons dire que les marchés des cryptomonnaies gagnent de plus en plus en attractivité auprès des investisseurs, qui ont commencé à considérer cette innovation comme l'avenir des investissements. Cependant, il convient de noter que malgré la simplicité et l'attractivité croissante de cet investissement, plusieurs investisseurs sont frileux à l'idée d'investir dans ces cryptomonnaies, car elles sont encore mal connues et très récentes. En outre, elles échappent au contrôle des banques, ce qui peut faire peur.

### **3. Cryptomonnaies : Un instrument d'inclusion financière et une alternative potentielle aux réserves de change des banques centrales**

Avec le développement rapide des cryptomonnaies et les avantages qu'elles offrent, il n'est pas surprenant que les banques centrales soient également attirées par cette innovation qui

semble servir à ces institutions à des fins diverses. La littérature existante distingue trois grands types d'arguments expliquant pourquoi les banques centrales devraient avoir recours aux cryptomonnaies.

### **3.1. Cryptomonnaie : Instrument d'inclusion financière**

L'inclusion financière est définie en tant que « *la possibilité pour les individus et les entreprises d'accéder à moindre coût à toute une gamme de produits et de services financiers utiles et adaptés à leurs besoins (transactions, paiements, épargne, crédit et assurance) proposés par des prestataires fiables* » (BANQUE MONDIALE, 2021). Selon la même source, la majorité des banques centrales cherchent à favoriser l'inclusion financière et à améliorer son niveau étant donné qu'elle représente un facteur essentiel de réduction de la pauvreté et de promotion de la prospérité.

De nos jours, il semble que les technologies blockchain et les cryptomonnaies contribuent à développer cette inclusion financière. En effet, Rodima-Taylor et Grimes (2018) ont fait valoir que les transferts de fonds par le biais des cryptomonnaies et des transferts mobiles pourraient faciliter un changement de paradigme dans l'inclusion financière et les écosystèmes innovants locaux. Ils suggèrent également que l'inclusion financière numérique serait susceptible de fournir des solutions à une part importante des personnes non bancarisées afin qu'elles puissent communiquer efficacement avec les systèmes financiers formels. L'autorité de conduite financière britannique a aussi affirmé en 2020 que la numérisation des systèmes financiers, grâce à l'innovation financière sous forme de blockchain et de cryptomonnaies, permet l'inclusion financière des composantes marginales de la société.

Cependant, bien qu'il s'agisse clairement d'une avancée pour l'inclusion financière, comme toute personne disposant d'une connexion Internet peut générer une paire de clés publique et privée pour gérer un compte, elle a également un côté plus sombre. Sans les bons contrôles en place, l'accès public ouvert aux cryptomonnaies peut les amener à devenir des véhicules de blanchiment d'argent à l'échelle mondiale. De plus, il faut noter que si le cash venait toutefois à disparaître, les citoyens perdraient tout accès à la monnaie publique ayant cours légal. Politiquement, la disparition du souverain en tant que signe monétaire visible ne serait pas neutre. Avec l'extinction des billets, il n'existerait plus, en outre, aucun support pour convertir la monnaie privée en monnaie publique. La dématérialisation totale de la monnaie fragiliserait aussi l'économie et la société (Landau & Genais, 2018).

Ainsi, ces constats ont accru l'intérêt pour la question de savoir si une banque centrale devrait émettre sa propre monnaie numérique. Nous parlons ici de la monnaie digitale de banque centrale de détail (MDBCD). Il s'agit de la création d'une nouvelle monnaie digitale publique reproduisant exactement les caractéristiques des billets. Les ménages auraient ainsi accès, comme aujourd'hui, à la monnaie publique dans des formes adaptées à leurs aspirations et au progrès technologique (Landau & Genais, 2018). En effet, aujourd'hui, la majorité des banques centrales travaille sur des projets de MDBCD. La pandémie de Covid-19, qui a engendré une baisse de l'utilisation de l'argent liquide comme moyen de paiement, n'a fait qu'accélérer le mouvement. Nous citons le Royaume-Uni, le Japon, l'Inde et la banque Centrale Européenne. Cette dernière a annoncé en 2021 que le projet d'un euro digital devrait voir le jour d'ici cinq ans. De plus, il faut noter que plusieurs sont les banques centrales qui ont passé le stade de réflexion à celui de réalisation. Par exemple, la banque centrale chinoise (Banque populaire de la Chine) a entamé des tests de sa monnaie digitale en juillet 2020. Les Bahamas ont lancé en octobre 2020 leur monnaie numérique, baptisée "Sand Dollar". Le Nigeria aussi est récemment devenu le premier pays africain à introduire une monnaie numérique. Pour la BCT, M. El Abassi en sa qualité de régulateur du secteur financier, scrute les travaux des banques centrales par rapport à la cryptomonnaie. En effet il a déclaré lors de la Crypto-Finance Conférence à St. Moritz (Suisse) du 15 au 17 Janvier 2020 « *Pour l'instant nous avons un intérêt certain pour la technologie Blockchain dans ses utilisations en matière d'inclusion financière. Ce qui est sûr c'est qu'à la BCT nous sommes convaincus que brider une technologie à ses débuts serait une erreur et qu'il faut la suivre de très près, bien la comprendre voire l'expérimenter et se préparer au mieux pour une surveillance efficace de ses 'uses cases'* »<sup>5</sup>.

Nous notons que la MNBC de détail ouvre la voie à des réflexions plus importantes entre les banques centrales sur l'amélioration des paiements transfrontières. En effet, la BCT par exemple ne s'intéresse pas seulement à la MNBC de détail, mais aussi à celle de gros ou interbancaire. Cette dernière est uniquement réservée aux transactions financières entre les banques et dans ce sens elle pourrait représenter une avancée pour l'amélioration des paiements transfrontières. D'ailleurs, la BCT vient de conduire avec succès, une septième expérimentation de cette dernière et ce en coopération avec la banque de France en 2021.

---

<sup>5</sup> <https://www.bct.gov.tn/bct/siteprod/actualites.jsp?id=655>

En guise de conclusion, nous pouvons dire que les MDBC de détail pourraient apporter des solutions à des questions sociétales telles que l'inclusion financière et ce sans fragiliserait l'économie et la société. Cependant, l'obstacle majeur qui s'oppose toutefois à l'essor de ces monnaies dans les pays en développement réside dans le fait que l'accès à Internet indispensable pour ces monnaies est encore limité.

### **3.2. Une alternative potentielle aux réserves de change des banques centrales**

Les réserves de change représentent les actifs extérieurs facilement disponibles et contrôlés par les autorités monétaires (FMI, 2005). Ces réserves sont traditionnellement regroupées dans un portefeuille de devises, conservées généralement par la banque centrale avec l'objectif de pouvoir intervenir à tous moments sur les marchés des changes, de crédibiliser la valeur de la monnaie fiduciaire et aussi pour d'autres fins (Moore & Stephen, 2016). Elles peuvent prendre différentes formes : titres de dette étatiques, or, devises étrangères, droits de tirages spéciaux ou d'autres avoirs de réserve internationalement reconnus et sûrs (FMI, 2005). La gestion de ces réserves peut être qualifiée comme conservatrice et prudente, ce qui entraîne des exigences extrêmement élevées non seulement en ce qui concerne le choix de leur composition et de leur répartition, mais aussi en termes de liquidité et de sécurité, plutôt que de se concentrer uniquement sur l'objectif de rendement.

Cependant, nous remarquons ces dernières années que les banques centrales sont de plus en plus incitées à rompre avec les mécanismes d'investissement traditionnels conventionnels et à diversifier leurs réserves de change, tant en termes de composition en devises que de types d'instruments d'investissement achetés. Ces institutions semblent de plus en plus attirées par les cryptomonnaies vu qu'elles ont été de plus en plus utilisées pour les transactions internationales et qu'il est possible que leur utilisation se développe à l'avenir. Des banques centrales ont même commencé à examiner le rôle potentiel que pourraient jouer les cryptomonnaies dans leurs réserves de change. Nous citons par exemple la banque centrale de la Barbade et la banque centrale du Royaume-Uni.

#### **3.2.1. Cryptomonnaie : Monnaie de réserve pour les banques centrales**

En ce qui concerne la composition en devises des portefeuilles de réserves des banques centrales, il semble que, traditionnellement, son évolution soit en grande partie expliquée par les fluctuations des taux de change (FMI, 2021). Cependant, d'après la même source nous pouvons noter, par exemple, qu'au cours du quatrième trimestre de l'année dernière, la part des réserves en dollars détenues par les banques centrales est passée à 59%, le plus bas niveau

enregistré au cours des 25 dernières années, bien que la valeur du dollar par rapport aux principales devises soit globalement inchangée au cours des 20 dernières années. Selon le FMI (2021), des analystes estiment en effet que ce déclin est dû en partie à un autre facteur et qu'il n'est pas le résultat des fluctuations du taux de change. Selon eux, la baisse est due au recul du rôle du dollar américain dans l'économie mondiale face à l'utilisation croissante d'autres devises pour la réalisation des transactions internationales. Par ailleurs, certains s'attendent à ce que la part du dollar américain dans les réserves mondiales poursuive son déclin, dans la mesure où les banques centrales des marchés émergents et des pays en développement cherchent à diversifier davantage la composition monétaire de leurs réserves. Certains pays, comme la Russie, ont déjà annoncé leur intention de le faire (Arslanalp & Simpson-Bell, 2021).

Face à l'évolution du paysage des paiements, les banques centrales ont reconnu qu'elles devaient elles aussi se développer pour faciliter cette transition et intégrer les nouvelles technologies (Ward & Rochemont, 2019). Dans ces contextes, la possibilité d'incorporer les cryptomonnaies dans ses réserves de change commence à susciter l'intérêt des banques centrales. En effet, il semble que ces monnaies se développent et s'imposent de plus en plus comme des actrices incontournables de l'univers monétaire mondial. Certains stipulent même que ces dernières pourraient constituer le véritable terreau de la prochaine monnaie de réserve mondiale et de prendre même la place de l'USD. En effet, selon Moore et Stéphane (2016), comme la banque centrale de Barbade maintient un ancrage par rapport au dollar américain, il devient donc nécessaire pour elle de détenir suffisamment de devises diverses par mesure de précaution contre les attaques spéculatives. Parmi ces devises il est possible selon eux de détenir les cryptomonnaies, surtout comme la proportion de transactions numériques effectuées à l'aide de ces dernières a considérablement augmenté au cours des dernières années et qu'il est fort probable qu'elles deviennent une monnaie clé pour le règlement des transactions.

De plus, Jim Bianco, le président de la société d'analyse financière Bianco Research, a déclaré en 2020 que la prochaine monnaie de réserve sera une cryptomonnaie. Selon lui, cette dernière est la seule alternative concrète au dollar roi. Il semble même que ces changements pourraient avoir lieu dans un délai beaucoup plus court que prévu <sup>6</sup>. C'est du moins ce qu'attendent la plupart des cadres du système financier. En effet, en 2021, 75 % des professionnels de la finance pensent que le bitcoin et d'autres cryptomonnaies pourraient

---

<sup>6</sup> <https://bitcoinplanet.fr/jim-bianco-dit-que-la-crypto-monnaie-sera-la-prochaine-monnaie-de-reserve/>

remplacer les monnaies fiduciaires comme le dollar ou l'euro dans les cinq à dix prochaines années et ce en se basant sur une enquête menée auprès de cadres bancaires et réalisée par le magazine Forbes <sup>7</sup>.

### **3.2.2. Cryptomonnaie : Actif d'investissement pour les banques centrales**

Examinons maintenant les instruments d'investissement utilisés par les banques centrales. En effet, il convient de noter que nous sommes depuis longtemps dans un contexte de rendements historiquement bas, en particulier pour les titres d'État bien notés, instruments auxquels les gestionnaires de réserves de change ont traditionnellement consacré la majeure partie de leurs portefeuilles d'investissement (Remolona & Schrijvers, 2003). Par exemple, en mars 2004, le rendement des bons du Trésor américain à deux ans n'a pas dépassé le 0,3% durant l'année 2020 alors qu'il était encore proche de 1,5 % en 2004, à près de 6 % en 2000 et il avait même atteint un sommet de près de 17 % en 1981(CNBC, 2021)<sup>8</sup>. D'une façon générale les rendements dans les principales monnaies ont eu tendance à être sensiblement inférieurs ces dernières années par rapport à ceux de la décennie précédente. Dans ces conditions, les gestionnaires de réserves se sont mis à la recherche d'instruments offrant des rendements plus élevés afin de maintenir le rendement des investissements auquel ils étaient habitués. Ajoutons également que cette dernière préoccupation est causée non seulement par les faibles rendements des obligations, mais aussi par les valeurs élevées des actions et les corrélations quasi nulles entre les obligations et les actions (HSBC, 2017).

Quoi qu'il en soit, l'attrait des cryptomonnaies comme actif d'investissement pour les banques centrales est non négligeable vu leurs rendements moyens élevés, leur corrélation interne et leurs faibles corrélations avec des groupes d'actifs externes. Si nous raisonnons en matière de volatilité, il est vrai qu'elle est frappante, mais il semble que les cryptomonnaies représentent de plus en plus un investissement de portefeuille viable pour la gestion des portefeuilles et des risques (Burniske & White, 2017 ; Ankenbrand & Bieri, 2018 ; Elendner, Trimborn, Ong, & Lee, 2018 ; Kim, Sarin, & Viridi, 2018 ; Krueckeberg & Scholz, 2018 ; Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020).

En effet, la littérature a jusqu'à présent solidement établi les avantages potentiels de la détention des cryptomonnaies dans des portefeuilles d'investissement. Elle montre que ces cryptomonnaies et/ou cryptoactifs sont utiles à la fois pour la gestion des risques comme pour l'optimisation de portefeuille. Par conséquent, même les banques centrales pourraient être

---

<sup>7</sup> <https://www.mon-livret.fr/le-bitcoin-peut-il-remplacer-le-dollar-dans-5-a-10-ans.html>

<sup>8</sup> <https://www.cnbc.com/quotes/US2Y>

amenées à revoir les instruments dans lesquels elles placent la majeure partie de leurs réserves de change et à incorporer les cryptomonnaies dans leurs portefeuilles.

Bien que certains puissent penser que ce changement s'opère relativement lentement pour le moment, dans la mesure où la diversification par rapport aux monnaies et instruments de réserve traditionnels se heurte à certaines limites, en revanche, le FMI (2020) affirme que ces évolutions seront accélérées et intensifiées sous l'effet de la pandémie de COVID-19.

## **Conclusion**

Ce chapitre a ouvert la voie à la compréhension des cryptomonnaies, dont la naissance remonte à celle du bitcoin et à son mystérieux inventeur, le célèbre Satoshi Nakamoto. Nous avons procédé au niveau de la première section à la définition de cette nouvelle technologie et à la clarification de la manière avec laquelle elle fonctionne. Dans la même section, nous avons décrit le marché des cryptomonnaies qui est un marché en croissance continue. Nous avons prêté une attention particulière au bitcoin, puisqu'il représente plus de 45 % de la capitalisation totale du marché et qu'il fait l'objet de la plupart des travaux et analyses. Une catégorisation des cryptomonnaies en fonction des objectifs et des utilisations de ces dernières a fait l'objet du dernier point de la première section.

Dans la deuxième section de ce chapitre, nous avons examiné les avantages et les inconvénients de cette innovation. Les avantages sont nombreux : la facilitation des services de paiement (par la réduction des coûts, l'augmentation de la vitesse et de la transparence des transactions), la possibilité de se couvrir en cas d'incertitude du marché, leurs potentiels de rendements futurs, l'exonération fiscale, l'absence de risque de saisie par les institutions gouvernementales...etc. En ce qui concerne les inconvénients, nous avons mis en évidence la lenteur des transactions en cryptomonnaies, leur évolution et leur durabilité, leur sécurité relative, leur utilisation pour le paiement d'activités illégales, la possibilité de délits et de fraudes électroniques... etc.

Dans la troisième section, nous avons évoqué le fait que malgré leur statut de monnaies virtuelles et décentralisées et malgré les différents inconvénients qu'elles présentent, les cryptomonnaies ont des perspectives de développement importants. En effet, elles peuvent devenir le futur des paiements sous la condition d'une augmentation significative de leur puissance de traitement des transactions. De plus, elles peuvent servir d'actif d'investissement pour les investisseurs en quête de profits, voire de diversification de leurs portefeuilles. Enfin,

nous avons évoqué l'intérêt croissant des banques centrales pour les cryptomonnaies. Elles peuvent, en fait, constituer un véritable atout pour le renforcement de l'inclusion financière et, plus important encore, elles peuvent remodeler la manière dont les réserves de change sont composées et allouées.

La question qui se pose maintenant est de savoir si ces cryptomonnaies peuvent être intégrées aux portefeuilles de réserve de change des banques centrales en tant que monnaies ou actifs d'investissement. Selon Moore et Stephen (2016) il revient à toute banque centrale de juger si elle qualifie une cryptomonnaie de monnaie ou d'actif négociable surtout si cette dernière envisage de l'ajouter à ses réserves de change.

Comme une grande partie des travaux de recherche et des travaux empiriques s'articulent autour la classification des cryptomonnaies, nous abordons au niveau du deuxième chapitre la question de savoir si ces monnaies virtuelles peuvent être considérées comme des monnaies, tout comme le nom « cryptomonnaies » le suggère, ou plutôt comme des actifs. Dans ce dernier cas, nous analyserons ce qu'un investisseur pourrait gagner en les ajoutant à son portefeuille.

## **CHAPITRE II : LA CRYPTOMONNAIE : MONNAIE OU ACTIF D'INVESTISSEMENT ?**

## **Introduction**

La question de savoir si les cryptomonnaies peuvent être traitées comme une classe d'actifs ou simplement comme une monnaie a fait l'objet d'un débat controversé (Holovatiuk, 2020 ; Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020). Certains chercheurs ont tendance à les définir comme des monnaies, tandis que d'autres argumentent sur le fait de les considérer comme une nouvelle classe d'actifs (Holovatiuk, 2020). Ainsi, pour une banque centrale qui prévoit de les inclure dans ses réserves de change, la détermination de leur classification est d'une importance capitale.

À la lumière de ces considérations, la première section de ce chapitre discutera ce qu'est la monnaie et ce qu'est l'actif. En d'autres termes, nous allons faire un retour sur la littérature pour mettre en évidence les fonctions ou plutôt les attributs de la monnaie et de l'actif. La deuxième section se concentrera sur les résultats trouvés quant à la satisfaction ou non des cryptomonnaies à ces critères et donc à leur classement. À la lumière de ce que nous allons trouver, nous allons finalement discuter dans la troisième section ce que ces cryptomonnaies ou ces cryptoactifs représentent pour l'investisseur et ce que leur ajout dans un portefeuille de devises ou un portefeuille d'actifs pourraient avoir comme conséquences.

## **Section 1 : Les attributs de la monnaie et d'un actif**

### **1. Les attributs de la monnaie**

Étant donné le nom " cryptomonnaies ", nous pourrions nous attendre à ce que les cryptomonnaies puissent être considérées comme des monnaies. Cependant, ce lien primitif est considéré par plusieurs chercheurs comme étant trompeur. En effet, une cryptomonnaie doit remplir plusieurs fonctions afin d'être réellement considérée comme une monnaie.

#### **1.1.Les trois attributs traditionnels de la monnaie**

Pour qu'une devise soit considérée comme une monnaie traditionnelle, telle que traitée par les banques centrales, elle doit techniquement remplir trois attributs (Holovatiuk, 2020). Ces attributs revêtent une importance particulière pour les banques centrales puisqu'ils fournissent des lignes directrices sur la manière dont un système monétaire doit être géré à long terme pour fonctionner sans heurts (Söderberg , 2018).

Nous parlons ici des trois fonctions essentielles de la monnaie, sur lesquelles les économistes s'accordent et qui sont déjà spécifiées par Aristote dans l'antiquité (Dai &

Sidiropoulos, 2017). En effet, la monnaie est traditionnellement considérée comme centrale et utile à une société en raison des fonctions qu'elle remplit : être une unité de compte, un moyen de paiement et une réserve de valeur (Söderberg , 2018 ; Clark & Mihailov, 2019 ; Holovatiuk, 2020).

La première fonction de la monnaie est celle d'unité de compte. Cela implique qu'elle soit acceptée par les agents privés comme monnaie de référence, qu'elle soit utilisée dans les calculs économiques et dans les comptabilités, et qu'elle permette l'expression et la comparaison des prix des biens, des services, des actifs et des facteurs de production (Dai & Sidiropoulos, 2017 ; Söderberg , 2018 ; Holovatiuk, 2020).

La deuxième fonction de la monnaie c'est la réserve de valeur. Cela revient à dire que la monnaie doit préserver le pouvoir d'achat futur par le biais de l'épargne sans que la monnaie perde trop de valeur, afin de pouvoir l'utiliser et l'échanger ultérieurement (Dai & Sidiropoulos, 2017 ; Holovatiuk, 2020). En effet, la monnaie doit être facile à conserver en sécurité ; notamment contre les vols ou la perte ; elle doit être stable dans le temps et doit disposer un certain caractère prévisible de sa valeur future (Dai & Sidiropoulos, 2017 ; Söderberg , 2018 ; Holovatiuk, 2020).

Enfin, il faut que la monnaie serve d'instrument ou de moyen d'échange. Il s'agit ici de pouvoir médiatiser l'échange de biens et de services (Söderberg , 2018 ; Holovatiuk, 2020). Cela exige que l'instrument soit largement accepté et échangeable contre tous les biens et services disponibles. Il doit se comporter comme un intermédiaire et éviter les limites des transactions de troc (Holovatiuk, 2020).

### **1.2.La monnaie : une source de revenus de seigneurage et un outil de stabilisation macroéconomique et financière**

Selon Dai et Sidiropoulos (2017), il ne faut pas s'arrêter aux trois attributs que nous venons d'exposer. En effet, selon eux, la monnaie au sens moderne émerge avec l'exploitation de ses trois fonctions par les pouvoirs politiques, ce qui amène la monnaie à se doter progressivement de deux autres fonctions, il s'agit tout d'abord de la fonction de stabilisation macroéconomique et financière. En d'autres termes il faut que la monnaie en question remplisse le rôle d'une monnaie régulatrice de la production et de l'inflation. Ensuite, les auteurs discutent de la fonction de la monnaie de procurer des revenus de seigneurage. Un terme compliqué qui traduit une réalité très simple. Nous parlons ici de l'avantage financier direct qui découle, pour l'émetteur, de l'émission d'une monnaie. En

effet, dans le cas de la monnaie fiduciaire, émise seulement par les banques centrales, cette émission représente une source de revenus pour le budget de l'État. Dans le cas de la monnaie scripturale, ce sont les banques commerciales qui réalisent des revenus de seigneurage grâce à leur activité de création monétaire via les activités de crédits et de dépôts.

## 2. Les attributs de l'actif

Selon Krückeberg & Scholz (2019) et Holovatiuk (2020), c'est Sharpe qui est derrière la définition la plus générale d'une classe d'actifs et ce dans son travail « *Asset Class Factor Model* » en 1992. Selon eux, Sharpe distingue les classes d'actifs selon les trois critères suivants : L'exclusivité mutuelle entre les autres classes, l'exhaustivité au sein de la classe elle-même, et une différence significative dans les rendements par rapport aux autres actifs.

En pratique, cela signifie que tout actif peut être inclus strictement dans une seule classe d'actifs. Cette classe doit pouvoir inclure autant d'actifs de nature similaire que nécessaire. Enfin, les rendements des actifs d'une classe doivent avoir soit une corrélation vraiment faible, soit un niveau de volatilité différent de celui des autres classes.

Cependant, une définition plus avancée a été proposée par Kinlaw, Kritzman, Turkington et Markowitz (2017). Selon leur ouvrage, " *une classe d'actifs est une agrégation stable d'unités investissables, homogène en interne et hétérogène en externe, qui, lorsqu'elle est ajoutée à un portefeuille, augmente son utilité attendue sans bénéficier d'une compétence de sélection, et qui peut être accessible de manière rentable en taille* ". Suivant cette définition, il y a 7 critères essentiels qui devraient être satisfaits par les cryptomonnaies pour qu'elles soient considérées comme une classe d'actifs distincte (Kinlaw, Kritzman, Turkington, & Markowitz, 2017).

### 2.1. Agrégation stable

Cela concerne la stabilité de la composition de la classe. En effet, pour être traitée comme une classe d'actifs, la structure du marché des cryptomonnaies ne doit pas être trop volatile en termes de nature de ses constituants, faute de quoi les rééquilibres constants, les erreurs de classification et la surveillance de nouveaux éléments risquent d'être trop coûteux. La capitalisation boursière des différents actifs peut changer en raison des mouvements de prix, tandis que la nature, les propriétés statistiques, l'objectif d'utilisation, etc. doivent rester stables.

Dans le cas où la composition dépend de facteurs externes qui varient fortement dans le temps, les actifs ne seraient pas stables.

## **2.2.Possibilité d'investissement**

Les actifs doivent avoir un accès direct à l'investissement. Ainsi, si un investisseur doit, pour exposer la performance de l'actif, créer un portefeuille de réplication, celui-ci ne peut être traité comme une classe d'actifs. En effet, la réplication génère des coûts supplémentaires pour maintenir une structure adéquate et est sensible aux événements extérieurs, elle ne peut donc pas véritablement imiter le comportement de l'actif sous-jacent. Pour remplir ce critère, il faut que l'accès aux canaux d'investissement direct pour les cryptomonnaies soit facile.

## **2.3.Homogénéité interne**

L'homogénéité interne signifie la similarité à l'intérieur de la classe. Il peut y avoir plusieurs groupes avec des caractéristiques différentes au sein d'une même classe, même si, ensemble, tous ont les mêmes caractéristiques par rapport aux autres classes. Ainsi, pour remplir ce critère, il faut que l'analyse de corrélation des dépendances internes entre les cryptomonnaies produit des coefficients de corrélation positifs.

## **2.4.Hétérogénéité externe**

Contrairement à la structure interne homogène de la classe, les actifs doivent être hétérogènes sur le plan externe. Des dissemblances significatives avec d'autres classes sont bénéfiques pour un investisseur ; sinon, la classe peut être simplement redondante sur le marché. Une comparaison des classes d'actifs doit être basée sur leur représentation dans leur ensemble. Pour satisfaire au critère d'hétérogénéité, les propriétés statistiques de la classe d'actifs doivent différer de celles qui existent déjà. En termes statistiques, l'hétérogénéité implique l'absence de corrélation avec d'autres classes.

## **2.5.Utilité attendue**

Lorsqu'un actif est inclus dans un portefeuille d'investissement, il doit augmenter l'utilité attendue de ce portefeuille, ce qui signifie soit augmenter le rendement, soit réduire le risque. Cet objectif peut être atteint dans deux cas : lorsque l'actif a un rendement relativement élevé et un risque faible ; ou lorsque l'actif est très hétérogène, c'est-à-dire qu'il n'est pas corrélé avec les autres classes. En d'autres termes, nous voulons tirer un avantage de diversification de son inclusion. L'augmentation de l'utilité attendue dépend parfois des conditions du marché

et peut se produire en période de crise, alors qu'elle n'est pas observée en période de croissance économique.

## **2.6. Compétence de sélection**

Un investisseur n'est pas censé avoir des compétences particulières pour choisir une unité appropriée dans une classe d'actifs afin d'ajouter une utilité attendue à son portefeuille. Cette exigence est soutenue par l'homogénéité interne de la classe d'actifs, de sorte que toute unité de la classe apporte une exposition relativement similaire. L'introduction d'indices réduit généralement le besoin de sélection.

## **2.7. Un accès économique**

Les frais de transaction, le spread, les coûts d'opportunité et le niveau de liquidité jouent un rôle crucial dans la décision d'investir ou non. L'utilité attendue de l'inclusion de l'actif dans le portefeuille en dépend également. Par conséquent, la classe d'actifs doit être disponible à des coûts raisonnables. En raison de la nécessité d'un rééquilibrage permanent du portefeuille, les coûts de négociation mentionnés ne doivent pas nuire à la rentabilité et à la liquidité du portefeuille (Frazzini, Israel et Moskowitz, 2018 cités dans Holovatiuk, 2020).

Afin de comprendre à quelle classe appartiennent les cryptomonnaies, une revue rigoureuse de la littérature fera l'objet de la section suivante. En effet, nous passerons en revue les travaux visant à déterminer si les cryptomonnaies satisfont aux attributs de la monnaie ou aux attributs de l'actif.

# **Section 2 : La cryptomonnaie ; monnaie ou actif ? : Etat de l'art**

## **1. Conformité des cryptomonnaies aux attributs de la monnaie**

### **1.1. Unité de compte**

Les cryptomonnaies sont actuellement tout à fait inadéquates en tant qu'unité de compte et ce en raison de la fluctuation de la demande et de l'inflexibilité de l'offre, et de l'absence d'une autorité capable de gérer l'offre pour maintenir une valeur constante (Ammous, 2018). C'est vrai que certains peuvent penser que les cryptomonnaies remplissent incontestablement au moins une partie du critère de la fonction d'unité de compte, étant donné que les unités de cryptomonnaies peuvent être comptées et divisées (Hazlett & Luther, 2019). Cependant, elles posent des difficultés en tant que mesure de la valeur car une seule décimale a un effet important sur la valeur. En d'autres termes, une décomposition très fine de la cryptomonnaie,

complicque la perception réelle de sa valeur. Le bitcoin, par exemple, se caractérise par une volatilité des prix à court terme particulièrement importante (Dai & Sidiropoulos, 2017 ; Hazlett & Luther, 2019), chose qui ne permet pas aux vendeurs d'afficher un prix fixe durant une certaine durée sans subir de risque et qui peut créer de la confusion pour les acheteurs qui auraient du mal à comparer les prix en bitcoin chez différents vendeurs (Dai & Sidiropoulos, 2017). Ceci jette un doute sur la pertinence d'une cryptomonnaie en tant que mesure de la valeur et l'empêche donc de devenir une unité de compte (Yermack, 2015 ; Ciaian, Rajcaniova, & Kancs, 2016 ; Dai & Sidiropoulos, 2017 ; Hazlett & Luther, 2019). Ainsi, nous pouvons conclure que la fonction ou l'attribut d'unité de compte est rendue nulle, avec l'immense volatilité des prix des cryptomonnaies.

### **1.2.Réserve de valeur**

Par la suite, concernant la fonction de réserve de valeur, elle nécessite un certain degré de prévisibilité de la valeur future, ce qui peut être assez difficile avec les cryptomonnaies en raison de leur extrême volatilité (Holovatiuk, 2020). En effet, cette grande amplitude des fluctuations est considérée comme un inconvénient pour les cryptos dans l'exercice de sa fonction de réserve de la valeur (Ammous, 2018), vu que leur détention même pendant une courte période, est très risquée, ce qui est incompatible avec une monnaie servant comme réserve de valeur (Dai & Sidiropoulos, 2017). Ainsi, la conformité des cryptomonnaies à une réserve de valeur sûre est discutable tant que le marché n'est pas stabilisé (Holovatiuk, 2020). Nous pouvons donc conclure que la fonction ou l'attribut de réserve de valeur est rendue nulle. Cette conclusion est conforme aux résultats et conclusion trouvées aussi par Grahame (2014) et par Clark et Mihailov (2019).

### **1.3.Moyen d'échange**

Concernant la troisième fonction, moyen d'échange, les cryptomonnaies en tant que monnaies électroniques opérationnelles à partir de n'importe quel appareil connecté à l'internet, elles peuvent facilement remplir le rôle monétaire de moyen d'échange (Ammous, 2018). Cependant, il faut noter que remplir techniquement ce rôle est une chose, et trouver la demande pour être utilisé comme moyen d'échange est une autre question (Ammous, 2018). Aujourd'hui, la plupart des cryptomonnaies ne peuvent pas remplir cette condition, car elles ne sont pas facilement accessibles pour les paiements réguliers (Holovatiuk, 2020). En effet, la fonction de moyen d'échange ne peut être remplie et respectée que par les cryptomonnaies à forte capitalisation et non pour l'ensemble des cryptomonnaies car elles ne permettent pas

de procéder facilement à des paiements réguliers (Kim, Sarin, & Viridi, 2018 ; Ammous, 2018)

#### **1.4.Le droit de seigneurage**

Selon Dai et Sidiropoulos (2017), les cryptomonnaies, telles que le bitcoin, privatisent les revenus de seigneurage. Pour l'instant, la création de bitcoins a enrichi énormément ses créateurs et des spéculateurs qui ont acquis les bitcoins à un prix dérisoire. Il faut noter en fait que dans le système financier actuel, il y a un certain équilibre dans le partage des revenus de seigneurage entre les banques privées et la banque centrale. Cependant, l'apparition de cryptomonnaies brise cet équilibre. Par exemple, dans le cas où les monnaies souveraines sont entièrement remplacées par les cryptomonnaies, les États perdent leur droit de seigneurage et donc une part importante de leurs recettes. Si cela s'avère vrai, nous pouvons anticiper que les États vont prendre, d'une manière ou d'une autre, le contrôle de la création des cryptomonnaies pour récupérer ces revenus de seigneurage

#### **1.5.La stabilisation macroéconomique et financière**

Le dernier attribut de la monnaie concerne la fonction de la stabilisation macroéconomique et financière que la monnaie doit remplir. Il faut souligner que c'est surtout à ce niveau que les cryptomonnaies échouent (Clark & Mihailov, 2019). En effet, le travail de Benigno (2019) est parmi les premières explorations théoriques de l'implication des cryptomonnaies pour la politique monétaire, et il est évident de son analyse que l'ajout d'une deuxième monnaie privée (pourtant supposée comme un substitut à la monnaie fiduciaire) change radicalement la capacité de contrôle monétaire de la banque centrale sur le taux directeur et l'inflation, et donc sur la macroéconomie dans son ensemble, pour le bien ou pour le mal. Ainsi, selon la même source, le taux de croissance de la cryptomonnaie fixe une borne inférieure au taux d'intérêt nominal et au taux d'inflation atteignable. Ainsi, dans un monde de multiples monnaies concurrentes, la banque centrale perd complètement le contrôle du taux d'intérêt nominal et du taux d'inflation. Ajoutons aussi que selon Clark & Mihailov (2019), il existe un détachement complet de la croissance de la masse monétaire des cryptomonnaies par rapport à la croissance prévue ou estimée de la demande de monnaie. Si nous prenons le cas du bitcoin comme exemple, nous pouvons remarquer que ce décalage a entraîné la hausse exorbitante du bitcoin avant l'effondrement de Noël 2017, en raison de son offre fixe, déterminée par calcul, inadéquate et ignorante des besoins de l'économie en matière de masse monétaire, du côté de la demande. Le fondement de la confiance dans les cryptomonnaies serait, selon leurs

ingénieurs et promoteurs non économistes, l'incapacité de quiconque (au-delà de l'algorithme de calcul) d'accroître leur offre une fois l'exploitation minière finie. Ainsi, la quantité limitée du bitcoin représente un obstacle majeur face au remplissage du rôle d'une monnaie régulatrice de la production et de l'inflation (Dai & Sidiropoulos, 2017).

En guise de conclusion, nous pouvons dire que les cryptomonnaies ne satisfont pas à tous les critères d'une monnaie, elles ne remplissent que partiellement les conditions. En effet, c'est seulement l'attribut de moyen d'échange qui est rempli et respecté par les cryptomonnaies à forte capitalisation. Dès lors, il convient de se prononcer que, selon la littérature existante et d'un point de vue économique, les cryptomonnaies ne peuvent être considérées comme des monnaies.

## **2. Conformité des cryptomonnaies aux attributs de la classe d'actifs**

Si nous commençons par la définition de l'actif donnée par Sharpe en 1992, nous pouvons dire que d'un point de vue économique, les cryptomonnaies ont le pouvoir de se conformer à toutes les trois exigences mentionnées dans la section précédente, et que par conséquent, elles peuvent être considérées comme actifs (Krückeberg & Scholz, 2019). En effet, selon la même source, l'existence d'une corrélation élevée entre les différentes cryptomonnaies, l'absence de corrélation avec les autres groupes d'actifs externes, l'augmentation de la liquidité, l'intérêt croissant des autorités publiques, la mise en œuvre dans de multiples industries permettent aux cryptomonnaies de remplir les trois attributs de la classe d'actifs, à savoir l'exclusivité mutuelle, l'exhaustivité et les rendements différents. Par conséquent, les cryptomonnaies présentent déjà les caractéristiques nécessaires pour être définies comme une classe d'actifs, indépendamment des limites et des risques actuels. Ce constat est en cohérence avec les résultats d'autres études menées par d'autres chercheurs, à savoir Elendner, Trimborn, Ong et Lee (2018), Burniske et White (2017), Ankenbrand et Bieri (2018), Kim et al. (2018).

De plus, Holovatiuk, (2020) a procédé à analyser les sept critères de la classe d'actifs dont nous avons parlé au niveau de la section précédente via des techniques qualitatives et quantitatives. La plupart des caractéristiques ont été satisfaites, parmi lesquelles l'agrégation stable, l'homogénéité interne, l'hétérogénéité externe, la compétence de sélection et l'accès rentable. Globalement, l'auteur stipule que les cryptomonnaies tendent à se muter pour devenir une nouvelle classe d'actifs et soutient l'idée que celles-ci peuvent être facilement utilisées par les investisseurs en tant que classe d'actifs. Ces constats sont en cohérence avec les résultats d'autres études menées par d'autres chercheurs, à savoir Sontakke et Ghaisas

(2017), Bianchi (2018), Trautman & Dorman (2018) et Corbet, Lucey et Urquhart, & Yarovaya, (2019). En effet, selon eux, les cryptomonnaies représentent une future classe d'actifs qui est en cours de développement et qui présentent les caractéristiques initiales d'une classe distincte.

Nous détaillons ci-après la manière dont les cryptomonnaies peuvent ou non répondre aux différents attributs proposés par Kinlaw, Kritzman, Turkington et Markowitz (2017).

## **2.1 Agrégation stable**

Nous pouvons dire que la technologie elle-même rend la composition de la classe d'actif crypto relativement stable. C'est vrai qu'en raison de l'absence de réglementation, trop de nouvelles pièces et de nouveaux jetons ont été créés mais la majorité ont échoué. Cela peut entraîner des changements dans la structure interne, et c'est effectivement vrai bien que cela n'ait pas d'influence néfaste sur la composition, qui reste stable tout en agrégeant les pièces et les jetons, qu'ils soient nouveaux ou anciens (Hileman & Rauchs, 2017). En outre, l'échange sur le réseau pair à pair, la nature purement électronique, le fait de ne pas être sous la responsabilité de qui que ce soit sont les trois caractéristiques qui rendent les cryptomonnaies uniques et qui sont maintenues uniquement par les pièces et les jetons cryptographiques et il n'y a pas d'autres groupes d'actifs qui peuvent également être inclus dans cette catégorie. Dans ces conditions, la première condition de la classe d'actifs est satisfaite (Holovatiuk, 2020).

## **2.2 La capacité d'investissement**

Concernant la capacité d'investissement, elle exige d'avoir un accès direct à l'investissement. C'est vrai qu'il existe un large éventail de canaux d'investissement sur le marché des cryptomonnaies. Actuellement, certaines banques acceptent le Bitcoin et l'Ethereum, bien que seules quelques-unes permettent des investissements directs dans ces monnaies. Cependant, la majorité de ces canaux permettent des investissements indirects. Nous citons par exemple les institutions financières qui sont encore réticentes à les utiliser comme instruments financiers et ne proposent que des services limités (les produits proposés par les banques sont : les produits dérivés, les certificats de suivi ou les contrats de différence). Les bourses spécialisées sont actuellement le seul moyen d'investir directement sur le marché des cryptomonnaies, mais elles nécessitent d'avoir une cryptomonnaie intermédiaire pour acheter les autres. Ainsi, selon la même source, les cryptomonnaies ne remplissent pas pleinement les conditions pour être une monnaie, tout en ayant plus de similitudes avec une classe d'actifs (Holovatiuk, 2020).

### **2.3 Homogénéité interne et hétérogénéité externe**

En ce qui concerne les deux attributs d'homogénéité interne et d'hétérogénéité externe des cryptomonnaies, ils sont également remplis et cela résulte de l'obtention de coefficients de corrélation élevés et de l'absence de corrélation entre les cryptomonnaies et les autres classes d'actifs (Holovatiuk, 2020).

### **2.4 L'utilité attendue**

Les travaux existants montrent que la capacité des cryptomonnaies à augmenter l'utilité d'un portefeuille fait encore l'objet d'un débat controversé. Selon Holovatiuk (2020), l'augmentation de l'utilité attendue dépend parfois des conditions du marché et peut se produire en période de crise, alors qu'elle n'est pas observée en période de croissance économique. De plus, selon la même source, cet attribut dépend beaucoup de la méthodologie et des propriétés techniques de l'analyse. Cependant, ces résultats sont en contradiction avec d'autres travaux existants, qui ont utilisé des méthodes différentes et se basent sur des périodes d'étude diverses, allant de la création des cryptomonnaies jusqu'à présent.

Dans la prochaine section de ce chapitre (la troisième section), nous passerons en revue la littérature existante sur la capacité des cryptomonnaies à remplir ou non cet attribut.

### **2.5 Compétence de sélection**

Concernant l'attribut de la compétence de sélection, nous rappelons qu'il signifie qu'un investisseur ne devrait pas avoir besoin de compétences particulières pour sélectionner l'actif. Il est vrai que, pour le cas des cryptomonnaies, la possibilité d'une volatilité extrême impose à l'investisseur un niveau de risque trop élevé. Cependant, la solution à ce problème réside dans l'utilisation d'un indice de cryptomonnaie bien construit. Cela permet d'éviter le problème de la sélection de pièces spécifiques et supprime également la nécessité d'une surveillance active et d'une gestion des actifs. Par conséquent, cette exigence est prouvée (Holovatiuk, 2020).

### **2.6 L'accès économique**

L'attribut de l'accès économique porte à la fois sur les coûts de négociation et la liquidité. Les frais de transaction des bourses de cryptomonnaies sont beaucoup plus bas par rapport à ceux des actifs traditionnels. Par exemple, la négociation d'actions et des certificats de dépôt (CD) nécessite 0,1 % à 5 % du montant de l'investissement, les obligations impliquent 0,01 % à 3 % et les échanges de devises étrangères nécessitent 0,2 % à 1 % de frais (Nishide & Tian,

2019). De l'autre côté, a plupart des bourses de cryptomonnaies offrent des rabais sur le volume et ne facturent pas de frais sur les dépôts mais elles ont généralement des frais sur les retraits de la plateforme. Par conséquent, les frais de négociation sur les cryptomonnaies sont au même niveau que sur les actifs traditionnels. Cela soutient la dernière caractéristique d'une classe d'actifs (Nishide & Tian, 2019).

Concernant la liquidité, une de ses mesures clés est l'écart entre les cours d'achat et de vente (Holovatiuk, 2020). Il semble que ces dernières années, l'activité de négociation dans les cryptoactifs a atteint des niveaux comparables à ceux des obligations municipales américaines et des marchés des changes canadiens (Chapman & Wilkins, 2019). De plus, si nous nous intéressons aux mesures de cette liquidité, nous trouvons par exemple qu'il est vrai que les pourcentages du spread des principales cryptomonnaies sont très volatils, cependant ils deviennent de plus en plus étroits au cours des dernières années par rapport aux premiers stades de développement de la technologie (Holovatiuk, 2020). Un spread étroit est courant pour les instruments les plus liquides. En outre, taux de rotation représente une autre mesure de liquidité, plus sa valeur est élevée, plus la liquidité de l'instrument est meilleure. En d'autres termes, ce ratio montre avec quelle facilité nous pouvons obtenir ou céder de l'actif (Frazzini, Israel, & Moskowitz, 2018). A cet effet, nous pouvons dire que le taux de rotation des cryptomonnaies reflète une augmentation du chiffre d'affaires quotidien et donc un niveau de liquidité élevé, comparable aux classes d'actifs traditionnelles (Holovatiuk, 2020). Finalement, la dernière mesure de liquidité est le taux clôture des cryptomonnaies qui représente environ 50 % pour toutes les principales pièces, ce qui signifie que chaque jour, la moitié du nombre total d'ordres est clôturée. Par conséquent, la vitesse des transactions est également suffisamment élevée pour prouver un niveau de liquidité suffisant (Holovatiuk, 2020).

### **3. Banques centrales et classification des cryptomonnaies**

Dans cette partie, nous abordons les différentes positions des banques centrales et des autres autorités dans le monde quant à la classification des cryptomonnaies.

Sans surprise, il semble que même les banques centrales et les autres autorités n'acceptent pas les cryptomonnaies comme de la monnaie. Nous citons par exemple la banque du Canada qui stipule que les cryptomonnaies pourraient difficilement constituer la base d'un régime de politique monétaire stable ou souhaitable, et que la croissance monétaire à la base des cryptomonnaies pourrait en fin de compte présenter plus de désavantages que d'avantages

(Chapman & Wilkins, 2019). De plus, selon Holovatiuk (2020), la Banque d'Angleterre refuse de considérer les cryptomonnaies comme de la monnaie. De même, la banque centrale européenne a conclu que les monnaies numériques ne pouvaient pas être traitées comme de l'argent, mais que la nature et la technologie qui les sous-tendent pourraient bientôt avoir un grand impact sur l'économie, de sorte que ces cryptomonnaies devraient être activement surveillées. L'autorité bancaire européenne rejette le terme "monnaie" dans le contexte des cryptoactifs et insiste sur leur séparation des activités de paiement en raison des risques technologiques élevés.

Par contre, la majorité des autorités qui ont été les premières à adopter les cryptomonnaies les considèrent comme des actifs (Moore & Stephen, 2016). En effet, selon Söderberg (2018), des représentants de nombreuses banques centrales, dont le gouverneur de la Riksbank<sup>9</sup>, ont estimé que les cryptoactifs ne devaient pas être considérés comme de la monnaie, mais comme une forme d'actif étant donné qu'elles ne sont liées à aucun bien ayant une valeur marchande et ils ne sont pas émis par un État national. Dans le même contexte, les institutions, comme les ministres des Finances du G20 ou la banque de France réfutent le terme de « cryptomonnaie », considérant que les « cryptomonnaies » ne remplissent pas les fonctions d'une monnaie. Elles utilisent le terme de « cryptoactif ». Par exemple, la loi Pacte adoptée par l'Assemblée nationale française le 11 avril 2019 a instauré un premier cadre réglementaire pour les cryptomonnaies en France. Selon ce dernier, les cryptomonnaies sont dorénavant classées parmi les actifs numériques et nous parlons donc de cryptoactifs (De Vauplane, 2021).

Globalement, nous soutenons également dans ce travail l'idée selon laquelle les cryptomonnaies représentent des actifs. Ainsi, avec la reconnaissance de ces dernières en tant qu'actifs, elles ont fait l'objet d'une attention accrue de la part des chercheurs qui ont pour objectif de comprendre les avantages potentiels de leur incorporation dans un portefeuille d'investissement. Ce point, fera l'objet de la section suivante.

### **Section 3 : Quels intérêts d'investir dans les cryptoactifs ?**

Les opinions sur les mérites de l'ajout de cryptoactifs à un portefeuille varient. Glaser et al (2014), Elbeck et Baek (2015) et Ward & Rochemont (2019) stipulent qu'ils s'agissent d'actifs spéculatifs qui permettent aux investisseurs de réaliser des profits importants. Cependant, Brière et al (2015), Dyhrberg (2016), et Corbet et al (2019) affirment qu'ils ne s'agissent plus

---

<sup>9</sup> La banque centrale du royaume de Suède

de simples outils de spéculation, mais qu'ils deviennent de plus en plus de véritables valeurs refuges pour les investisseurs. Enfin, d'autres soutiennent que ces actifs peuvent améliorer l'utilité attendue d'un portefeuille existant, ce qui signifie soit augmenter le rendement, soit réduire le risque de ce dernier (Brauneis & Mestel, 2018 ; Petukhina, Trimborn , Härdle , & Elendner, 2018 ; Platanakis, Sutcliffe, & Urquhart, 2018 ; Corbet, Lucey, Urquhart, & Yarovaya, 2019 ; Symitsi & Chalvatzis, 2019 ; Holovatiuk, 2020 ; Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020).

### **1. Cryptoactif : Un objet de spéculation sans aucune valeur ?**

Certains considèrent les cryptoactifs comme un actif spéculatif sans valeur intrinsèque (Rotelli,2018 ; Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020). Nous pouvons comprendre et accepter en partie cette affirmation. En effet, il semble que ces derniers ne sont pas corrélés aux actifs traditionnels, tels que les actions et les obligations, et qu'ils étaient principalement utilisés comme des investissements spéculatifs (Baur, Hong, & Lee, 2018). D'ailleurs, la hausse spectaculaire du cours des principales cryptoactifs au début de leurs mises en circulation, notamment du bitcoin, est due sans aucun doute en grande partie à une demande spéculative. Autrement dit, le bitcoin à titre d'exemple n'était pas acheté au début que dans l'objectif et l'espoir que son prix augmente, dans le but de le revendre plus cher (Rotelli, 2018).

Cependant, la même affirmation selon laquelle les cryptoactifs représentent un actif spéculatif sans valeur intrinsèque est mise en question par plusieurs partisans de cette innovation. Car cela revient à dire que la valeur des cryptoactifs ne résulte que de la spéculation. En effet, il semble tout d'abord que l'évolution de la technologie ait généré une nouvelle génération de cryptoactifs plus stables, connectés à l'économie des biens et des services, ce qui permet de parler de valeur intrinsèque pour ces derniers (Bailly , 2020). Nous parlons ici des « jetons d'actif » à titre d'exemple. D'ailleurs, nous avons déjà souligné au niveau du premier chapitre que ces derniers sont assimilés aux actions et aux obligations. De plus, si nous prenons l'exemple du bitcoin, le premier cryptoactif, et qui a fait l'objet de plusieurs critiques concernant son caractère spéculatif important. Ce dernier, comme plusieurs autres cryptoactifs, n'a aucun sous-jacent identifiable, et ne représente pas la valeur d'une entreprise ou d'une activité économique quelconque. Pourtant, il semble selon plusieurs chercheurs que ce dernier présente aussi une valeur intrinsèque. Nous ne parlons pas ici de sa rareté comme source de valeur (le nombre de bitcoins qui seront créés par le protocole est strictement limité à 21 millions), même si elle y contribue. Car beaucoup d'autres projets

blockchain ont une véritable valeur, à commencer par Ethereum qui n'a pas de limite absolue au nombre de ses jetons sur le marché. En effet, selon la majorité des partisans du bitcoin et des autres cryptoactifs, la véritable valeur est donc dans la technologie. Ainsi, c'est la blockchain qui a une véritable valeur intrinsèque, par le biais de sa capacité à stocker des données de façon pérenne, sécurisée, immuable et distribuée sur des milliers d'ordinateurs. De plus, il faut noter que c'est le minage qui rend une blockchain immuable, sécurisée et distribuée. Sans ce mécanisme, les blockchains deviennent bien souvent privées, et ne sont ni plus ni moins qu'une base de données classique, facilement modifiable (Valente, 2021).

En bref, il est important d'assumer la réalité selon laquelle les cryptoactifs présentent un caractère spéculatif. Cependant, ce dernier n'est pas une exclusivité pour les cryptoactifs. De plus, la valeur d'un cryptoactif ne résulte donc pas seulement de la spéculation mais aussi d'un ensemble de caractéristiques qui en font du ce dernier une formidable innovation technologique et nous parlons donc de sa valeur intrinsèque.

Il faut également noter que malgré la nature spéculative de ces actifs, et la présence d'investisseurs qui par appétit pour le risque vont utiliser les liquidités injectées dans l'économie pour faire des investissements dans les cryptoactifs dans l'espoir d'avoir des retours significatifs, l'utilisation de cette innovation à des fins spéculatives commence à diminuer avec le temps (Yatié, 2021). En effet, l'année 2020 a été une année exceptionnelle pour les cryptoactifs, avec un changement dans leur perception par les acteurs institutionnels. Ces derniers, qui étaient autrefois très sceptiques quant à la détention de ces actifs, et qui auparavant les avaient qualifiés de produits purement spéculatifs ont commencé à revoir leurs positions. Ainsi, l'implication des investisseurs institutionnels devrait permettre de réduire l'activité de la spéculation et ce via la réduction des manipulations de prix de cryptoactifs et de l'exercice d'un impact important sur leur valeur (Yatié, 2021).

La question qui se présente maintenant, c'est de savoir l'intérêt de l'implication de ce type d'investisseur, qui bien sûr ne cherchant pas les profits ni la spéculation. En effet, il semble que ces investisseurs institutionnels et les autres investisseurs averse aux risques stipulent que les cryptoactifs ne sont plus des objets de simple spéculation mais deviennent de plus en plus de véritables refuges aux investisseurs.

## **2. Cryptoactif : Une valeur refuge ?**

Si nous nous arrêtons à la seule définition de valeur refuge comme un actif à faible volatilité, tangible et dont le cours n'est pas directement lié à l'évolution des marchés

financiers comme c'est le cas de l'or, le bitcoin et les autres cryptoactifs semblent de très loin présenter des propriétés de refuge comme mentionnés par certains auteurs. En effet, les cryptoactifs sont hyper volatiles. Le PDG de JP Morgan, en pleine bulle des cryptomonnaies, fin 2017 alertait déjà : « *la très forte volatilité de ses cours le disqualifie pour l'instant comme actif de refuge contrairement à l'or* » (Yatié, 2021). Les variations de cours extrêmement importantes et extrêmement rapides de ces actifs n'en font pas un actif stable et rassurant. C'est là d'ailleurs l'argument principal pour ne pas les considérer comme des valeurs refuges. De plus, certains cryptoactifs ont une offre illimitée et ils affichent donc un modèle déflationniste, comme le ripple (XRP) ce qui pourrait avec le temps favoriser la stagnation (voire la diminution) de son prix alors que la valeur de refuge est caractérisée par d'une offre limitée et inférieure à la demande (Yatié, 2021).

Récemment, la crise liée à l'épidémie de coronavirus que nous connaissons actuellement, n'a fait que mettre encore en question le potentiel des cryptoactifs en tant que valeurs refuges (Wątopek, et al., 2021). Cela se manifeste surtout par la corrélation négative qui tend à s'estomper et à devenir positive pendant certaines périodes (au début de la crise de Covid-19 par exemple) (Yatié, 2021).

Cependant, d'autres stipulent que les cryptoactifs ont joué par le passé le rôle de valeur refuge, et comptent continuer de le faire. Selon eux, ces derniers offrent un véritable refuge aux investisseurs et ce en raison de leurs corrélations négatives avec les actifs financiers traditionnels ( (Brière, Oosterlinck, & Szafarz, 2015), (Dyhrberg, 2016), (Corbet, Lucey, Urquhart, & Yarovaya, 2019)). De plus, selon eux, nombreuses sont les cryptoactifs à afficher un modèle inflationniste, et ce via leurs offres limitées. Le bitcoin, par exemple, présente une offre limitée. Le nombre de pièces est limité à 21 millions de bitcoins en circulation, ce qui, comme dans le cas de l'or, rend le produit relativement rare, participant ainsi à maintenir sa valeur. Ainsi, il semble que ces cryptoactifs ont été utilisés pour se protéger contre l'incertitude : la surréaction des marchés financiers, les politiques monétaires accommodantes, la perte de valeur de la monnaie de certaines économies, notamment émergentes (Yatié, 2021). Par exemple, certains particuliers ont, lors de la crise grecque, investi massivement en bitcoin car cet actif inspirait bien plus confiance que la monnaie réelle et régulée, en proie à une crise monétaire exceptionnelle et subissant une inflation record.

Plus récemment, certains pensent que la crise du Covid-19 a renouvelé l'attrait pour les cryptoactifs en tant qu'actifs refuges, notamment auprès d'investisseurs institutionnels

(Yatié, 2021). Selon la même source, cela s'est manifesté via les prix des cryptoactifs qui ont progressé durant cette période, en réaction notamment aux politiques monétaires des différents pays (baisse des taux d'intérêt, rachat d'actifs). Par exemple, la banque JPMorgan qui auparavant avait qualifié les cryptoactifs de produits purement spéculatifs, change d'avis en accueillant en juin 2020 les plateformes d'échange Coinbase et Gemini tout en conseillant à ses clients d'investir 1 % de leurs portefeuilles en cryptoactifs. De plus, la banque centrale du Kenya a annoncé envisager acheter des bitcoins pour se protéger de la dépréciation de sa monnaie face au dollar (une dépréciation qui serait accentuée par le FMI selon le gouverneur de la Banque Centrale Kényane) (Yatié, 2021).

### **3. Cryptoactif : Un outil pour améliorer l'utilité attendue ?**

Lorsqu'un actif est inclus dans un portefeuille d'investissement, il doit augmenter l'utilité attendue de ce portefeuille, ce qui signifie soit augmenter le rendement, soit réduire le risque. Cet objectif peut être atteint dans deux cas : lorsque l'actif a un rendement relativement élevé et un risque faible ; ou lorsque l'actif est très hétérogène, c'est-à-dire qu'il n'est pas corrélé avec les autres classes. En d'autres termes, nous voulons tirer un avantage de diversification de son inclusion (Holovatiuk, 2020). D'ailleurs, le premier conseil qui est donné à tout investisseur est de diversifier ses actifs.

En raison de leur profil risque/rendement particulier et de l'absence de corrélation avec d'autres classes d'actifs, certains pensent que les cryptoactifs peuvent offrir un avantage de diversification pour l'investisseur (Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020). Il paraît aussi que cette diversification trouve son explication dans le fait que le marché de ces derniers semble en effet insensible aux facteurs liés aux marchés et aux chocs externes, ce qui permet de les qualifier comme étant un outil de diversification de grande efficacité (Corbet, Lucey, Urquhart, & Yarovaya, 2019). A cet effet, l'ajout de ces derniers dans un portefeuille existant permet selon plusieurs auteurs de maximiser les retours sur investissement ajustés au risque. Nous rappelons que la maximisation de ce dernier signifie soit la réduction du risque lié au portefeuille sans sacrifier le rendement potentiel de ce dernier, soit la maximisation du rendement de portefeuille sans augmenter le risque de ce dernier (Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020).

La majorité des travaux existants considèrent que le potentiel de diversification des cryptoactifs ressort dans l'amélioration du rendement plutôt que dans la minimisation du risque. Par exemple, Platanakis et al. (2018) et Petukhina et al. (2018) ont utilisé des données

hebdomadaires recueillies respectivement entre février 2014 et janvier 2018 et entre janvier 2015 à décembre 2017. Selon eux, les cryptomonnaies offrent de meilleurs rendements, elles sont plus intéressantes pour les stratégies qui exigent des rendements plus élevés, sans pour autant contribuer de manière active à la minimisation de la variance. De plus, Une analyse qui couvre l'année 2020 a été menée par Natixis<sup>10</sup> pour tester ce que l'ajout des cryptoactifs dans un portefeuille multi-asset a comme conséquences. Les actifs choisis sont : S&P 500, US treasuries, Stoxx600, Govies euro core, MSCI Asia Pacific, MSCI EM, indices crédit IG & HY euro et US Bloomberg Barclays, Bitcoin, Ether, Ripple et Litecoin. Deux méthodes d'allocations ont été suivies. Il s'agit d'une méthode d'allocation naïve, et d'une méthode d'allocation en risque via l'optimisation de Markowitz (1952). Pour la première approche le potentiel de diversification des cryptos ressort bien dans l'amélioration du rendement sans trop aggraver le risque, et ce malgré leur modeste pondération de 0.5%. Cependant, il semble que le poids des cryptomonnaies est infinitésimal dans la seconde approche puisque leur contribution à la volatilité du portefeuille est trop forte quoique leur décorrélation aux autres actifs permette tout de même d'améliorer nettement le ratio de Sharpe de l'allocation. De plus, Holovatiuk (2020) a utilisé à la théorie moderne de portefeuille et a prouvé que les cryptoactifs offrent un avantage de diversification pour un investisseur en raison du profil risque/rendement distinctif et de l'absence de corrélation avec d'autres classes d'actifs. En effet, l'ajout d'une petite fraction de cryptomonnaie au portefeuille d'investissement entraîne une surperformance ajustée au risque. Cette surperformance est essentiellement la résultante de l'amélioration du rendement. L'auteur soutient aussi que les cryptoactifs apportent des avantages de diversification et augmentent la performance du portefeuille La période analysée date du 01.08.2014 au 17.07.2019 avec une fréquence quotidienne. Par la suite, Fidelity a testé en 2020 l'impact de l'ajout d'une faible quantité (de 1 à 3 %) de bitcoin à un portefeuille traditionnel équilibré 60/40. La société a constaté que les portefeuilles avec une exposition au bitcoin généraient des rendements sensiblement plus élevés sur le long terme que le portefeuille standard 60/40 sans un niveau de risque significativement plus élevé. Le ratio de Sharpe, qui mesure le rendement ajusté au risque d'un portefeuille, était beaucoup plus élevé pour les portefeuilles ayant une exposition au bitcoin (Fidelity Digital Assets, 2020).

---

<sup>10</sup> Un établissement financier français créé en 2006, filiale du groupe BPCE, lui-même issu de la fusion des groupes Caisse d'épargne et Banque populaire.

Ajoutons aussi l'étude menée par Yechi, Ferhana, Mia et Wang (2020) et qui examine l'impact de la diversification avec l'ajout de cinq cryptoactifs de novembre 2015 à novembre 2019 sur quatre portefeuilles d'actifs traditionnels et c'est en faisant toujours appel à la théorie moderne de portefeuille. Les résultats de cette étude indiquent des rendements plus élevés pour le même niveau de risque pour un portefeuille diversifié avec des cryptomonnaies. En plus de cela, les auteurs ont également fait une comparaison des portefeuilles naïfs et des portefeuilles optimisés avec les ratios de Sharpe. Les résultats montrent qu'en raison des risques et des rendements variés des crypto-monnaies, il n'est pas toujours optimal d'opter pour une option de diversification naïve et que la MPT est plus adaptée (Yechi, Ferhana, Mia, & Wang, 2020).

Quant au potentiel des cryptomonnaies de réduire le risque, les études sont beaucoup moins nombreuses. Nous citons, la recherche de Brauneis et al. (2018) qui est la première à avoir mis en évidence un potentiel de réduction du risque considérable par l'ajout de plusieurs cryptoactifs dans un portefeuille contenant des classes d'actifs traditionnelles. De plus, Guesmi et al, (2018) ont révélé que les stratégies de couverture impliquant des cryptoactifs (représentées par le bitcoin) réduisent considérablement le risque d'un portefeuille par rapport à un portefeuille qui ne compte pas le bitcoin parmi ses composantes. La même conclusion a été tirée par Symitsi et Chalvatzis, (2019). Ces derniers, en ajoutant le bitcoin à un portefeuille bien diversifié d'or, immobilier de pétrole, de devises et d'obligations, montrent que la diminution du risque du portefeuille provient des faibles corrélations entre les actifs et le bitcoin. Leur analyse est basée sur des données journalières allant de septembre 2011 jusqu'au juillet 2017.

Alors que la plupart des études indiquent que les cryptoactifs peuvent jouer un rôle essentiel dans l'amélioration du profil risque-rendement d'un portefeuille, certains avis mettent en doute le bénéfice de diversification des cryptoactifs. En effet, Perugini et Maioli (2014) affirment que le bitcoin, à titre d'exemple, est susceptible de connaître davantage de périodes de forte volatilité, rendant sa viabilité en tant que partie d'un portefeuille diversifié dépendante de sa capacité à compenser la volatilité "extrême" par des rendements significativement élevés et une faible corrélation continue. En outre, ils révèlent qu'à long terme, l'ajout de bitcoins à un portefeuille n'a aucun effet. Cette suggestion s'aligne sur l'observation de Kajtazi et Moro (2017) selon laquelle l'effet de l'ajout de bitcoin à un portefeuille optimal est incohérent au fil des ans (après 2013, il s'est avéré qu'il n'avait aucun effet alors qu'avant 2013, il présentait des avantages significatifs). L'étude n'a pas non plus réussi à produire un

portefeuille plus efficace lorsque le bitcoin est ajouté, ce qui s'explique en partie par le fait qu'il n'y avait pas d'effet sur le portefeuille. De plus, Kajtazi et Moro (2019) ont évalué l'impact du bitcoin sur l'optimisation et la diversification des portefeuilles dans le contexte d'investisseurs américains, européens et chinois en ajoutant le bitcoin à quatre scénarios de portefeuille différents. Ils ont indiqué que le bitcoin améliorerait le rendement mais augmentait le risque des portefeuilles. Ajoutons finalement que dans son même travail, Holovatiuk (2020) a utilisé à la théorie post moderne de portefeuille PMPT et stipulent qu'en raison de l'extrême volatilité des cryptoactifs, en particulier le risque de baisse, les mesures de performance se sont détériorées, ce qui signifie que les cryptoactifs ne peuvent pas offrir un avantage de diversification pour l'investisseur.

Alors que la littérature devient de plus en plus riche des travaux ayant abordé le sujet de l'optimisation de portefeuille des investisseurs en général via l'inclusion des cryptomonnaies, la réflexion sur les banques centrales reste relativement inexplorée et les travaux quant à l'inclusion des cryptoactifs dans leurs réserves de change sont peu nombreux.

La question sur rôle potentiel des cryptomonnaies en tant qu'actifs de réserve de change a été abordée par Clark et Mihailov (2019). Les auteurs se sont intéressés au cas de la Banque d'Angleterre (BoE). Une analyse contrefactuelle a été élaborée pour avoir un aperçu visuel de ce qui aurait pu se passer si la BoE avait investi une fraction de ses réserves internationales dans le bitcoin et l'ethereum. Les auteurs ont supposé que les 0,1 %, 1 % ou 10 % des soldes des réserves de change de la BoE exprimés en USD ont été investis dans le bitcoin uniquement du 2010-07-31 au 2015-07-31, puis rééquilibré en 2015-07-31 pour obtenir un portefeuille composé de 50 % de bitcoin et de 50 % d'ethereum. Ils ont constaté que le portefeuille incluant les cryptoactifs a obtenu de meilleurs résultats que le portefeuille traditionnel de réserves de change et c'est pour les trois scénarios et durant toute la période d'étude. Mais, selon eux, cette surperformance s'explique par le fait qu'au début, c'est-à-dire durant le premier rééquilibrage en 2010, les cryptoactifs n'étaient pas connus et discutés et ils affirment que si l'inclusion de ces derniers a eu lieu juste avant l'éclatement de leur bulle à la mi-décembre 2017, les résultats n'auraient pas été les mêmes, vu que le portefeuille de réserves de change aurait subi une énorme perte de valeur. De plus, les auteurs concluent au fait que la montée fulgurante du portefeuille contrefactuel de réserves, incluant les cryptomonnaies, dépend exclusivement d'un niveau extrême de prise de risque et de prédiction omnisciente attribué à la BoE, chose qui est à l'encontre des banques centrales. Les auteurs stipulent donc que pour tout investisseur institutionnel raisonnablement formé et

expérimenté et, en particulier, pour une banque centrale, les cryptoactifs ne sont pas viables en tant qu'actif de réserves de change. Selon eux, les cryptoactifs sont très éloignées des propriétés souhaitables des actifs de réserves (stables, liquides, à un niveau optimal et largement adoptées).

En guise de conclusion, nous pouvons dire que l'examen de la littérature suggère diverses opinions sur les cryptoactifs comme sources de diversification. Cette dernière est sensible à la fréquence des données, à la période historique, aux mesures de risque et aux hypothèses du modèle.

### **Conclusion :**

La question de savoir si les cryptomonnaies peuvent être traitées comme une classe d'actifs ou simplement comme une monnaie, comme cela était prévu depuis la création de la première cryptomonnaie, le bitcoin, a suscité l'attention de plusieurs chercheurs et a fait l'objet de plusieurs études. Ainsi, la première section de ce chapitre nous a permis de comprendre, tout d'abord, ce qu'une monnaie et un actif doivent accomplir comme fonctions. Au niveau de la deuxième section, nous avons examiné les travaux en relation avec ce sujet. Il a été constaté que les études menées affirment majoritairement que les cryptomonnaies ne remplissent pas tous les critères d'une monnaie traditionnelle, elles n'en remplissent que partiellement les conditions. En effet, c'est uniquement l'attribut de moyen d'échange qui est rempli et respecté par les cryptomonnaies à forte capitalisation. En revanche, il semble que, d'un point de vue économique, les cryptomonnaies aient le pouvoir de respecter les trois exigences initialement introduites par Sharpe en 1992, ce qui a conduit plusieurs auteurs à les considérer comme des actifs. Il convient de noter que si nous considérons les critères proposés par Kinlaw, Kritzman, Turkington et Markowitz (2017), il apparaît que les cryptomonnaies ne répondent pas à tous les critères proposés, un constat qui a conduit plusieurs chercheurs à stipuler que les cryptomonnaies représentent une future classe d'actifs en développement, présentant les caractéristiques initiales d'une classe à part entière. En ce qui concerne les autorités et les banques centrales, la majorité d'entre elles considère que les cryptomonnaies ne remplissent pas les fonctions d'une monnaie. Elles estiment qu'elles ne doivent pas être considérées comme de la monnaie, mais comme une forme d'actif.

Dans la troisième section, nous avons clarifié comment l'utilisation des cryptoactifs pourrait servir les investisseurs à diverses fins. Une étude de la littérature révèle que ces derniers présentent un caractère spéculatif qui a été utilisé par les investisseurs afin de tirer

des profits importants. En effet, c'est cette activité de spéculation qui a été à l'origine de la hausse spectaculaire du prix des principales cryptomonnaies au début de leur mise en circulation. Cependant, il semble que leurs cours ne résultent pas seulement de cette activité de spéculation. En effet, les partisans du bitcoin et des autres cryptoactifs stipulent que les cryptoactifs ont de la valeur intrinsèque en raison du minage et de leur capacité à stocker des données de manière pérenne, sécurisée, immuable et distribuée sur des milliers d'ordinateurs.

En outre, il semble que l'utilisation de cette innovation pour des fins spéculatifs commence à diminuer au fil du temps, et même les investisseurs institutionnels qui étaient autrefois très sceptiques quant à la détention de cryptoactifs, et qui auparavant les avaient qualifiés de produits purement spéculatifs, ont commencé à revoir leurs positions. En effet, selon certains, la majorité des cryptoactifs (ceux dont leurs offres sont limitées, le bitcoin à titre d'exemple) offrent un véritable refuge aux investisseurs. En effet, en raison de leurs corrélations négatives avec les actifs financiers traditionnels, les cryptoactifs ont été utilisés pour se protéger contre l'incertitude. Cette dernière trouve son origine dans la sur-réaction des marchés financiers, les politiques monétaires accommodantes, la perte de valeur des monnaies de certaines économies. Cependant, aucun consensus n'existe jusqu'à nos jours quant au comportement des cryptoactifs durant la dernière crise sanitaire et financière mondiale. De là découle la nécessité de réaliser des recherches empiriques supplémentaires concernant ce sujet. Finalement, certains stipulent que les cryptoactifs augmentent l'utilité attendue lorsqu'ils sont inclus dans un portefeuille d'investissement. En effet, en raison de leur profil risque/rendement particulier et de l'absence de corrélation avec d'autres classes d'actifs, certains pensent que les cryptoactifs entraînent une surperformance ajustée au risque et peuvent offrir un avantage de diversification pour l'investisseur. Cependant, certains avis mettent en doute ce bénéfice de diversification. L'absence de consensus peut être attribuée à de nombreux facteurs, notamment à des méthodologies, des périodes d'échantillonnage différentes.

Afin de clarifier, voire de dégager un consensus, sur le rôle approprié que les cryptoactifs devraient ou pourraient jouer dans la gestion de portefeuille, des recherches empiriques supplémentaires sont nécessaires. Cette nécessité est beaucoup plus persistante pour le cas des banques centrales dont les travaux quant à l'inclusion des cryptoactifs dans leurs réserves de change sont peu nombreux.

Le chapitre 3 contribuera aux deux objectifs mentionnés ci-dessus, et ce en se basant sur le cas de la Banque Centrale de Tunisie.

**CHAPITRE III: LA CRYPTOMONNAIE EN TANT  
QU'ACTIF D'INVESTISSEMENT AU SEIN DU  
PORTEFEUILLE DE LA BCT : METHODOLOGIE**

## **Introduction**

Les chapitres précédents ont permis de comprendre ce que sont les cryptomonnaies et ce en matière de fonctionnement, d'avantages, d'inconvénients, de perspectives de développement, et de classification. Une attention particulière a été accordée au dernier point via le recours aux différents attributs de monnaie et d'actif, afin de voir ce que les cryptomonnaies puissent remplir. Nous avons trouvé que plusieurs travaux de recherche se sont concentrés sur ce sujet et qu'un consensus sur la non-conformité des cryptomonnaies aux attributs de monnaie existe. Il semble que dans les travaux antérieurs, la majorité des banques centrales et des autorités considèrent les cryptos comme des actifs. Ainsi, avec un retour sur la littérature, nous avons expliqué comment l'utilisation de ces cryptoactifs pour des fins spéculatifs commence à diminuer au fil du temps. En effet, ces derniers pourraient servir aux investisseurs à d'autres fins. Il s'agit de leur offrir un véritable refuge contre l'incertitude et de leur permettre aussi l'amélioration de leur utilité attendue, soit via l'amélioration du rendement ou à travers la diversification du risque. Cependant, il semble qu'aucun consensus n'existe jusqu'à nos jours, et que certains avis mettent en doute les bénéfices que les cryptoactifs pourraient offrir. De plus, ce sujet est peu développé pour les banques centrales, qui commencent elles-mêmes à se poser de plus en plus la question sur le rôle que pourraient jouer les cryptoactifs dans leurs portefeuilles en matière de diversification des risques. Il s'agit là d'une question à laquelle nous souhaitons répondre à travers le cas de la banque centrale de Tunisie.

Afin de répondre à cette problématique, nous commencerons par présenter le cadre de la BCT en matière de gestion de ses réserves de change, d'un point de vue technique, sachant que la BCT a plus de restrictions dans sa stratégie que les autres investisseurs. Cela fera l'objet de la première section. Ensuite, au niveau de la deuxième section, l'ensemble de données utilisées au cours de notre recherche empirique sera présenté. La troisième section abordera la démarche méthodologique et les méthodes d'analyse empiriques utilisées pour mener à bien cette recherche.

### **Section 1 : Cadre de gouvernance de la gestion des réserves de la Banque Centrale de Tunisie**

Il est à signaler que cette section est principalement basée sur les directives du fonds monétaire international (FMI) pour la gestion des réserves de change publiées en 2005 et sur des documents qui nous ont été fournis par la BCT.

En effet, selon la loi tunisienne, la gestion des réserves de change relève de la banque centrale tunisienne. Il n'y a pas d'autre entité indépendante qui en est chargée (FMI, 2005). Ainsi, comme les processus de gestion des réserves de change des banques centrales peuvent souvent être considérés comme un modèle de gestion financière prudente, un cadre organisationnel solide est nécessaire pour pouvoir gérer efficacement les réserves. Nous nous intéressons dans cette section au cadre qui régit la gestion des réserves de la BCT. Il s'agit principalement de définir la politique et les directives d'investissement et de s'intéresser au processus d'allocation stratégique des réserves et au processus de gestion des risques inhérents à l'activité de la BCT.

La compréhension de ces éléments nous permettra d'établir une méthodologie de recherche et de sélectionner les actifs et qui s'adaptent au mieux au profil d'investissement particulier de la BCT.

## **1. Politique d'investissement**

La politique d'investissement est fixée par le gouverneur sur proposition des départements concernés, et approuvée par le conseil d'administration de la banque. Une fois mise en place, elle devrait contribuer à clarifier les objectifs de gestion de réserves, les responsabilités et attributions de chaque intervenant, l'allocation stratégique des actifs, les investissements éligibles et les procédures de gestion des risques.

Les exigences de la politique d'investissement sont traduites avec plus de détails en directives d'investissement. Cependant, avant de passer à ces lignes directrices, nous devons examiner attentivement les principes pratiques adoptés par la BCT étant donné qu'ils représentent principaux éléments de la gestion des réserves de change des banques centrales qui ne sont généralement pas pris en compte de la même façon par les gestionnaires de portefeuille du secteur privé (Putnam, 2004).

Pour la BCT, les objectifs de gestion des réserves de change sont fondés sur les points clés suivants :

- **Préservation des avoirs de réserves**

La préservation du capital représente le principal objectif de la BCT. Selon le FMI (2005), pour atteindre cet objectif, la BCT a mis en place une politique rigoureuse de sélection des marchés, des actifs et des contreparties. En outre, un système de contrôle opérationnel est mis en place pour surveiller les limites d'exposition pour les risques de crédit et de marché. De

plus, la BCT a interdit la prise de positions courtes et les pratiques de vente à découvert d'instruments financiers. Finalement, l'utilisation de produits dérivés n'est autorisée que pour des besoins de couverture.

- **Garantie de la liquidité externe de l'économie**

Les liquidités sont nécessaires pour assurer le financement des déséquilibres des paiements extérieurs et pour intervenir sur le marché des changes local, afin d'éviter les ajustements brutaux du taux de change du dinar tunisien. Finalement l'objectif de liquidité est atteint en ciblant des instruments d'investissement et une structure monétaire appropriés. La structure monétaire des réserves est fixée en fonction de la structure monétaire de la balance des paiements ainsi que des engagements de la BCT et du gouvernement (FMI, 2005).

- **Optimisation du rendement des réserves**

Finalement, la BCT vise à maximiser le rendement du portefeuille de réserves sous réserve de ses contraintes de liquidité et de sécurité (FMI, 2005).

## **2. Directives d'investissement**

Les directives d'investissement sont approuvées et mise en œuvre par le comité des risques et d'investissements (CRI). Il s'agit de fixer les tailles objectives des tranches, de déterminer la composition par devise, de définir les Benchmarks, de déterminer la liste des instruments et des contreparties éligibles, les maturités maximales et les responsabilités des différentes entités impliquées dans le processus de gestion des réserves.

Ensuite, des exigences de sécurité sont fixées, qui peuvent être reflétées dans les directives d'investissement en matière de risque de marché et de crédit (par exemple, un objectif de volatilité ou des limites d'exposition aux classes d'actifs et aux devises). Cela limite la mesure dans laquelle les réserves de change peuvent être investies dans des actifs considérés comme « moins sûrs ». En effet, dans une tentative de limiter l'exposition aux risques du marché obligataire, en particulier en ce qui concerne les deux objectifs principaux de liquidité et de sécurité, le champ d'investissement a été limité aux marchés des obligations gouvernementales et supranationales avec un marché secondaire profond et liquide, qui garantissent le plus haut niveau de sécurité (c'est-à-dire les marchés des obligations gouvernementales américaines, allemandes et françaises) (FMI, 2005)

Les responsables du département de gestion des réserves veillent à ce que toutes les directives d'investissement soient respectées et que la direction générale soit informée

quotidiennement de toutes les transactions effectuées. La position du portefeuille est communiquée quotidiennement à la direction générale, et hebdomadairement au gouverneur (FMI, 2005).

### **3. Allocation stratégique des réserves**

L'allocation stratégique d'actifs peut être définie comme l'allocation à long terme du capital à différentes classes d'actifs (Cardon & Coche, 2004). Ce problème est abordé par la majorité des banques centrales de manière similaire (Fisher & Lie , 2004). Il s'agit d'un processus comprenant généralement des décisions sur la composition des devises et, au sein de chaque devise, sur l'allocation à diverses classes d'actifs à revenu fixe, principalement des obligations d'État et d'autres types d'instruments très liquides et très sûrs (Cardon & Coche, 2004).

Pour la BCT, nous rappelons que l'obtention de rendements de portefeuille plus élevés a toujours été un objectif secondaire pour elle, et que l'objectif primordial de cette dernière est de préserver le capital et la liquidité. Ainsi, nous pouvons dire que la répartition typique des actifs est considérée comme étant conservatrice et axée sur la protection du portefeuille contre toute perte sur une base annuelle. Le désir de préserver le capital et d'investir dans des titres à faible risque et très liquides, est très courant chez la BCT.

Dans l'exercice de construction de portefeuille, cela se fait souvent dans le cadre d'une approche de découpage hiérarchique qui divise le portefeuille de réserve en sous-portefeuilles, soit :

- **Tranche fonds de roulement**

Il s'agit un portefeuille créé par la BCT et conçu pour financer les besoins quotidiens en devises inférieurs à un mois, facilitant ainsi les flux commerciaux et financiers. Ce portefeuille est géré via des instruments de placement à court terme.

- **Tranche de liquidité**

Il s'agit un portefeuille créé par la BCT et conçu pour le renflouement du FR ((les besoins de règlements des banques et l'intervention de la BCT sur le marché de change locale) et de couvrir par la suite les engagements éventuels à court terme, c'est-à-dire allant d'un mois jusqu'à un an (les dettes à court terme en principal et intérêts et les importations). Cette tranche est gérée en bons du Trésor et en instruments de placement court à moyen terme. Ces instruments et titres présentent un risque très faible, et caractérisés par une faible volatilité du rendement.

Les deux derniers portefeuilles sont réservés exclusivement aux actifs qui satisfont à un seuil spécifique de liquidité, limitant la mesure dans laquelle les réserves de change peuvent être investies dans des actifs considérés comme « moins liquides ».

- **Tranche d'investissement**

À ce stade, les réserves excédentaires, non nécessaires à des fins de liquidité ou de fonds de roulement seraient allouées plus librement dans le cadre de la tranche d'investissement.

Ce portefeuille est composé par les réserves qui restent après avoir financé le fonds de roulement et alimenter le portefeuille de liquidité. Il s'agit des avoirs nets en devise qui peuvent être investis sur un horizon supérieur à un an via des titres souverains, de crédit...etc. Ainsi, nous obtenons les portefeuilles d'investissement de la BCT. En effet, en fonction des devises qui constituent la tranche d'investissement, nous obtenons différents sous portefeuilles (un portefeuille d'investissement libellé en USD, en EURO...etc.)

Les stratégies pratiquées à ce niveau sont plus risquées et elles obéissent aux directives d'investissement et cherchent à couvrir les dettes à long terme et à améliorer la rentabilité des réserves.

#### **4. Processus de gestion des risques**

La BCT a mis en place un cadre et un système d'évaluation et de gestion des risques liés aux opérations de gestion des réserves, en fonction des circonstances nationales. Les principaux risques auxquels la BCT est confrontée sont les risques de marché, à savoir le risque de change et le risque d'intérêt, le risque de liquidité et le risque de crédit.

##### **4.1. Risques de marché**

- **Risque de change**

Décider de la répartition optimale des devises est une décision critique dans la gestion des réserves, car le risque de change est le domaine dans lequel la BCT est confrontée au plus grand risque de marché. Ainsi, la BCT adopte une approche pour définir la composition de la monnaie qui est unique à sa situation. En effet, comme nous l'avons souligné précédemment, la BCT fixe la structure de la monnaie en fonction de la structure de ses balances des paiements et des engagements de la banque centrale et du gouvernement. De plus, la BCT n'opère qu'avec les devises totalement convertibles de pays ayant un marché des capitaux de taille et profondeur suffisantes pour assurer une liquidité adéquate (FMI, 2005).

- **Risque de taux d'intérêt**

Le risque de taux d'intérêt est géré par la BCT en définissant une durée maximale qui dépend de sa préférence risque-rendement. Une extension marginale de cette dernière à partir de l'extrémité courte de la courbe des taux génère généralement un rendement attendu plus élevé, mais s'accompagne également d'une plus grande volatilité des rendements. De plus, la BCT, comme la majorité des entités de gestion des réserves, est préoccupée par des rendements négatifs. Ainsi, l'objectif de durée est fixé de manière à minimiser la probabilité de perte en capital sur son horizon d'investissement. Pratiquement, il s'agit de fixer en d'autres termes sa tolérance au risque et c'est via la probabilité du rendement négatif sur l'ensemble des réserves de change qui doit être inférieure à 1%. Ajoutons également que les contraintes sur les instruments autorisés sont également un facteur de réduction du risque de taux d'intérêt. À cet effet, une liste d'instruments éligibles est définie par la BCT (Titres de créances, dépôts, etc.), les actions sont totalement exclues et l'utilisation d'instruments financiers dérivés (swaps et options) n'est faite qu'à des fins de couverture (FMI, 2005).

#### **4.2.Risque de liquidité**

La liquidité est garantie par une répartition appropriée des actifs et un horizon temporel adéquat pour les opérations d'investissement. Environ 5 % des réserves de devises étrangères sont maintenues liquides pour répondre aux besoins imprévus de la trésorerie. Les liquidités excédentaires sont investies quotidiennement dans des dépôts bancaires à court terme (TomNext ou OverNight). Environ 65 à 70 pour cent des réserves sont investis sur le marché monétaire, par le biais de dépôts bancaires d'une durée de 1 semaine à 6 mois, sur la base des flux de fonds anticipés. Les 25 à 30 % restants des réserves sont investis dans des obligations souveraines et supranationales AAA. (FMI, 2005).

#### **4.3.Risque de crédit**

Le risque de crédit est géré par un choix adéquat de contreparties aux antécédents financiers sains. Ces contreparties font l'objet d'un suivi constant, notamment grâce aux rapports de plusieurs agences de notation. Des limites quantitatives sur les montants des dépôts et les périodes d'investissement sont fixées pour chaque contrepartie en fonction de sa notation. Un suivi continu des contreparties est assuré par un département indépendant, et les limites sont mises à jour en conséquence. Le risque de crédit est contrôlé par des contraintes sur les instruments d'investissement autorisés. Seules les émissions gouvernementales et supranationales souveraines AAA sont autorisées. (FMI, 2005).

## **5. Suivi et reporting**

Afin de renforcer l'efficacité de la politique de gestion des réserves des rapports fréquents sont aussi mis en œuvre. Ces rapports permettent de contrôler la conformité de la gestion aux directives d'investissement, le traitement des transactions, et le suivi des outils de gestion du risque et du rendement tels que les limites, la durée et la performance.

## **Section 2 : Données**

### **1. Source et fréquence des données**

Conformément à l'objectif de ce mémoire qui consiste à fournir un aperçu sur le potentiel des cryptoactifs en tant qu'actif de diversification et à répondre à la question de savoir quels types d'avantages ils peuvent apporter au portefeuille de la BCT en périodes crise, il a été décidé d'inclure comme variables dans cette étude : le taux de rendement de bitcoin (BTC), le taux de rendement de l'ethereum (ETH), le taux de rendement de l'obligation supranationale de la banque islamique de développement (BID), les taux de rendement de l'obligation gouvernementale américaine et de l'obligation gouvernementale internationale japonaise.

Des données relatives aux prix de clôture quotidiens en jours ouvrables de ces variables nous ont été communiquées par la BCT. Ces données vont nous servir pour le calcul de leurs taux de rendement respectifs. La période d'échantillonnage des variables s'étend du 26 février 2019 au 1<sup>er</sup> octobre 2021.

Cette série chronologique est une période qui englobe des années au cours desquelles le marché des cryptomonnaies a connu des périodes de variations significatives et qui couvre aussi une période de la pandémie de covid-19.

Le nombre total d'observations pour chaque variable est de 654. De plus, des données concernant les taux des rendements actuariels couvrant la même période nous ont été communiquées aussi. Ils nous seront utiles pour la définition de nos différentes périodes d'études.

Le tableau ci-dessous fournit une liste complète de tous les actifs utilisés dans cette étude.

Tableau 1: Les classes d'actifs (traditionnelles et cryptoactifs) incluses dans l'analyse empirique

Type d'actif	Libellés	Pricing date	Échéance (Date de maturité)	Notation (S&P)	Désignation
Cryptoactifs	Bitcoin	-	-	-	BTC
	Ethereum	-	-	-	ETH
Obligations	Obligation supranationale de la banque islamique de développement	15/03/2018	15/03/2023	AAA	ISDB
	Obligation gouvernementale internationale japonaise	31/07/2013	31/07/2023	A+ (Depuis 2013)	JBIC
	Obligation gouvernementale américaine	30/04/2016	30/04/2023	AA+ (Depuis 2013)	US

Source : élaboré par nos soins

La description et la justification de notre choix de variables à utiliser pour mener à bien ce travail feront l'objet des points suivants.

## 2. Cryptoactifs

En effet, faire le choix d'une cryptomonnaie parmi des milliers d'autres ne relève pas d'un exercice facile. Ainsi, nous nous alignons dans notre choix aux recherches précédentes. Nous trouvons que le classement des cryptomonnaies par capitalisation boursière est l'approche la plus courante et a été utilisée dans plusieurs études sur le marché des cryptomonnaies. Ainsi, il a été décidé d'inclure la plus grande cryptomonnaie, mesurée par la capitalisation boursière à savoir : le bitcoin (BTC). La sélection de cette variable a été réalisée à partir des données de capitalisation boursière observées sur « coinmarketcap.com ». En effet, la capitalisation boursière du bitcoin s'approche de 45% environ en début juillet 2021, soit 648 milliards de dollars environ et il représentait environ deux tiers de la capitalisation totale du marché des cryptomonnaies en décembre le premier janvier 2020.

De plus, nous soulignons que Borri (2019), de Brauneis et al. (2018) ont trouvé qu'un potentiel de réduction du risque considérable existe par l'ajout de plusieurs cryptomonnaies, plutôt que d'une seule dans un portefeuille contenant des classes d'actifs traditionnelles. Il a été décidé donc d'incorporer la cryptomonnaie ethereum (ETH) comme une autre variable étant donné son classement de deuxième rang en termes de capitalisation boursière. En effet,

la capitalisation boursière de l'ethereum le 3 juillet 2021 dépasse les 250 milliards de dollars, ainsi, il représente avec le bitcoin près de 63% de la capitalisation boursière totale des cryptomonnaies.

Finalement, l'introduction des cryptoactifs s'aligne avec la politique rigoureuse de sélection des actifs liquides pratiquée par la BCT en termes de liquidité d'instrument utilisés. En effet, selon Chapman & Wilkins (2019), l'activité de négociation dans les cryptoactifs a atteint des niveaux comparables à ceux des obligations municipales américaines et des marchés des changes canadiens.

### **3. Portefeuille de référence / de base**

Nous cherchons ici à simuler un portefeuille de référence représentatif de portefeuille d'investissement de la BCT libellé en dollar américain. Le choix de ce portefeuille en tant que portefeuille de référence trouve sa justification dans le fait que l'USD représente la devise la plus détenue par la majorité des banques centrales et dans notre recherche de se concentrer strictement sur cette dernière étant donné que les cryptoactifs choisis s'échangent directement en dollars américains et que leur marché américain est le plus mature.

Les actifs de ce portefeuille ont été sélectionnés dans le but d'être conformes au cadre de gestion des réserves de change de la BCT et des directives du fonds monétaire international pour la gestion des réserves de change. Nous rappelons que la BCT a mis en place une politique rigoureuse de sélection des marchés, des actifs et des contreparties. Le champ d'investissement a été limité aux marchés des obligations gouvernementales et supranationales avec un marché secondaire profond et liquide, qui garantissent le plus haut niveau de sécurité et ce dans l'objectif de limiter l'exposition aux risques du marché obligataire et de gérer le risque de liquidité et le risque de crédit.

Cependant, dans la pratique et au moment de choix des obligations à retenir, nous sommes heurtés à la limite quant à leurs notations. En effet, d'une part il fallait retenir des obligations gouvernementales et supranationales émises par des pays différents et en USD et, d'autre part, il fallait que ces dernières soient bien notées, c'est-à-dire ayant une notation AAA. Nous avons retenu, dans un premier lieu, l'obligation supranationale de la banque islamique de développement (AAA). Cependant, pour le reste des obligations, nous n'avons pas trouvé des obligations qui répondent à nos besoins (à savoir la notation et émises en USD) qui sont encore en cours de vie (non totalement amorties). Il fallait donc diversifier notre portefeuille de base pour réduire son risque. Autrement dit, dans notre cas il fallait supposer

que la BCT est prête à investir dans l'obligation gouvernementale américaine (AA+) et l'obligation gouvernementale internationale japonaise (A+). D'ailleurs, nous ne pensons pas que cette hypothèse est non réaliste. En fait, nous avons déjà souligné, dans la première section, que les stratégies pratiquées au niveau du portefeuille d'investissement de la BCT sont plus risquées que les autres portefeuilles, à savoir de liquidité et de fonds de roulement.

Ainsi, il s'agissait donc de supposer que le portefeuille d'investissement libellé en USD de la BCT, durant toute la période d'étude, inclut l'obligation supranationale de la banque islamique de développement (AAA), l'obligation gouvernementale américaine (AA+), et l'obligation gouvernementale internationale japonaise (A+). Ces obligations sont émises en USD.

Après avoir collecté les données quotidiennement sur les prix de clôture des cryptoactifs et des obligations, nous fournissons dans la prochaine section une description détaillée des étapes à suivre pour mener à bien ce travail et des techniques d'allocation qui ont seront utilisées.

## **Section 3 : Méthodologie**

### **1. Définition des périodes d'études :**

Comme nous l'avons souligné au niveau de la deuxième section, la période d'échantillonnage des variables s'étend du 26 février 2019 au 1er octobre 2021. Il s'agit d'une période qui a été marquée par une crise sanitaire inédite, dont les conséquences économiques et sociales ont été, et sont encore, particulièrement dure. En effet, un krash boursier en 2020 a affecté tous les marchés boursiers du monde. Ainsi, à l'échelle mondiale, afin de préserver la stabilité du système financier et de soutenir l'économie, les banques centrales ont été à la première ligne de défense. Elles ont sensiblement assoupli leur politique monétaire. Nous attendons donc à ce que les prix des obligations retenues dans le cadre de notre travail et leurs rendements actuariels soient considérablement affectés.

Ainsi, comme l'impact de l'épidémie de Covid-19 est très important il ne peut pas être négligé dans notre analyse. Nous procédons dans notre travail à examiner l'évolution des prix et rendements actuariels des obligations retenues afin de définir deux sous-période avant et après la Covid-19.

## 2. Construction des portefeuilles

### 2.1. Portefeuille de base

C'est un portefeuille simulé et construit en se basant sur les obligations que nous avons mentionnées dans la section précédente. Ces derniers représentent des instruments auxquels la banque centrale de Tunisie a traditionnellement consacré l'essentiel de son portefeuille d'investissement. Nous rappelons que nous supposons que ce portefeuille représente le portefeuille d'investissement de la BCT libellé en USD et qu'il inclut l'obligation supranationale de la banque islamique de développement (ISDB), l'obligation gouvernementale américaine (US) et l'obligation gouvernementale internationale japonaise (JBIC).

### 2.2. Nouveau portefeuille

Après la construction du portefeuille de base, le bitcoin (BTC) et l'étherium (ETH) seront ajoutés à ce dernier pour voir s'ils offrent des avantages en termes de risque et de rendement et quel pourcentage doit être investi dans ces deux cryptoactifs.

## 3. Rendements et risques des portefeuilles

Comme nous avons à notre disposition, pour chaque variable, les prix quotidiens de clôture, nous devons, avant de calculer le rendement du portefeuille, calculer le rendement de chaque titre au moyen de la formule suivante :

$$R_{i,t} = \frac{P_{i,t} - P_{i,t-1}}{P_{i,t-1}} \quad (1)$$

Où  $P_{i,t}$  est le prix du  $i$ -ème actif dans les données au temps  $t$ .  $P_{i,t-1}$  est le prix du même actif au temps  $t-1$  (c'est-à-dire le jour précédent),  $R_{i,t}$  est le rendement de l'actif  $i$ , au temps  $t$ .

En utilisant ces derniers, nous calculons le rendement attendu  $E(R_i)$  et l'écart type  $\sigma_i$  pour l'actif  $i$  en utilisant les formules suivantes.

$$E(R_i) = \frac{\sum_{t=1}^n R_{i,t}}{n} \quad (2)$$

$$\sigma(R_i) = \sqrt{\text{Var}(R_i)} = \sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_i - E(R_i))^2} \quad (3)$$

Où  $t$  est le nombre d'observations pour l'actif  $i$ .

Les rendements attendus et les écarts types, tels que calculés ci-dessus, fournissent quotidiennement les caractéristiques de rendement et de risque des actifs individuels et ils feront l'objet des statistiques descriptives qui vont nous permettre d'avoir un premier aperçu sur l'ensemble des variables de notre travail. En outre, ils seront utilisés dans le cadre de notre problème d'optimisation et par conséquent pour le calcul du rendement de chaque portefeuille, de sa variance et de son coefficient de variation. De plus, moyennant ces derniers, nous obtiendrons la matrice de corrélation. Il sera immédiatement visible si les cryptoactifs offrent des avantages ou non, en examinant les valeurs de leurs corrélations avec les obligations. Enfin, à l'aide des coefficients de corrélation, nous pourrions également répondre à la question de savoir s'ils représentent ou non un refuge pour la BCT pendant la période de crise.

#### **4. Optimisation moyenne-variance de Markowitz**

En 1952, Markowitz (1952) a établi les contributions théoriques qui ont joué un rôle essentiel dans divers aspects de la finance d'entreprise et de l'économie financière mondiale. Ces contributions lui ont valu un prix Nobel par la suite et ont également contribué à établir la théorie moderne du portefeuille. En effet, Markowitz a fourni un cadre conceptuel permettant de trouver les pondérations optimales des actifs d'un portefeuille d'investissement. Ces actifs étaient ceux qui fournissaient un rendement attendu maximal pour un niveau de risque donné dans le portefeuille. Le double problème consiste à trouver les pondérations optimales des actifs qui fournissent un niveau de risque minimum pour un rendement attendu du portefeuille donné.

La banque centrale est considérée comme un investisseur conservateur et prudent qui cherche à minimiser le risque de son portefeuille.

Il faut également noter que le cadre traditionnel de sélection de portefeuille moyenne-variance (MV), constitue la théorie fondamentale de la majorité des travaux récents ayant pour objectif la détermination de l'effet des cryptomonnaies sur les caractéristiques risque-rendement d'un portefeuille multi-actifs. Ainsi, en s'alignant sur les travaux antérieurs, nous allons utiliser cette approche pour examiner les opportunités d'investissement présentées à la banque centrale de Tunisie par les cryptoactifs.

Avant d'identifier formellement les préoccupations concernant l'optimisation pour l'analyse moyenne-variance de Markowitz, nous calculons, tout d'abord, le rendement et la variance d'un portefeuille,  $E(R)$ , composé de  $m$  actifs, comme indiqués ci-dessous :

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^m w_i E(R_i) \quad (4)$$

Où  $R_p$  est le rendement du portefeuille,  $R_i$  est le rendement de l'actif  $i$ ,  $w_i$  est la pondération d'un actif individuel et  $i$  représente le nombre d'actifs dans le portefeuille.

$$\text{Variance} = W^T \Sigma W \quad (5)$$

Où  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  est le vecteur des poids, et  $\Sigma$  désigne la matrice de variance-covariance des actifs du portefeuille.

Ainsi, dans cette étude, nous avons formulé la version suivante de l'analyse moyenne-variance de Markowitz.

$$\text{Min Variance} = W^T \Sigma W$$

$$\text{s. c. } w^T E(R_p) = \alpha \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1$$

$$w_i \geq 0 \text{ pour tous les } i$$

Où  $\alpha$  est le niveau de rendement.

Il s'agit ici de chercher à chaque fois les pondérations optimales requises qui offrent à l'investisseur le niveau de risque le plus faible possible, et ce en ne considérant que les obligations dans un premier temps et de travailler ensuite avec les obligations et les cryptoactifs. La première contrainte définit un taux de rendement minimum, bien qu'elle puisse être omise, comme nous allons faire puisque l'objectif de la BCT est la minimisation absolue du niveau de risque. La deuxième contrainte oblige à investir tout l'argent, de sorte que la somme de tous les poids soit égale à 1, tandis que la dernière condition impose des positions longues dans tous les actifs.

Le problème est résolu pour chaque portefeuille en utilisant le solveur dans Excel.

Une fois les caractéristiques du portefeuille optimisé en termes de rendement et de risque, nous annualisons les valeurs et nous calculons le coefficient de variation appelé aussi l'écart-type relatif. Mathématiquement, la formule standard de ce dernier est exprimée de la manière suivante :

$$CV = \frac{\sigma_p}{E(R_p)} \quad (7)$$

Un coefficient de variation de  $x\%$  revient à dire que le rendement d'une année prise au hasard s'écarte en moyenne de  $x\%$  du rendement moyen. Plus le coefficient est élevé et plus le risque du portefeuille est élevé.

Suivre cette démarche à chaque fois va nous permettre d'avoir des positions d'investissement où l'investisseur obtient le risque le plus faible pour un niveau de rendement donné. Ce processus d'optimisation va nous permettre d'évaluer l'impact de l'inclusion des cryptoactifs dans le portefeuille de référence.

Par la suite, à travers la résolution du problème d'optimisation mentionné ci-dessus pour différents niveaux de rendements (cette fois la première contrainte sera utilisée), nous fournissons les profils risque-rendement, avec et sans l'ajout de cryptoactifs dans le portefeuille de base et nous identifions la frontière efficiente de ces portefeuilles afin d'établir une comparaison entre les deux. En comparant ces dernières, nous pourrions conclure si les cryptoactifs offrent des avantages ou non.

## **5. Approche naïve**

Le présent travail utilise aussi une deuxième approche pour évaluer la viabilité de l'inclusion des cryptoactifs dans le portefeuille de réserves de change de la BCT. Il s'agit ici de l'allocation naïve, où pour chaque sous-période nous reprenons le portefeuille de base à variance minimale et nous forçons l'allocation des cryptoactifs. Des ratios d'investissement relativement faibles de 0,1% et 1% sont considérés et, à des fins de comparaison, deux scénarios dans lesquels 3% et 5 % des réserves sont investies en cryptoactifs sont également envisagés. Nous supposons que ces poids seront déduits de manière égale des différents poids alloués aux diverses obligations qui constituent le portefeuille à variance minimale de base.

Cette approche nous permettra d'examiner en quoi l'impact de l'ajout des cryptoactifs d'une manière naïve sur le couple « rendement risque » diffère de l'ajout des cryptoactifs suivant cadre moyenne-variance de Markowitz.

Le recours à cette approche est justifié par notre souhait de s'aligner à la littérature existante. En effet, plusieurs travaux récents ayant pour objectif la détermination de l'effet d'ajout des cryptoactifs à un portefeuille d'actifs traditionnels ont suivi cette approche. Nous citons, par exemple, l'étude élaborée par Fidelity en 2020, les travaux de Moore & Stephen (2016), Platanakis et al (2018), Clark et Mihailov (2019) et Yechi, Ferhana, Mia et Wang (2020). Parmi ces travaux, certains stipulent que l'allocation naïve des cryptoactifs est bonne,

voire meilleure que le cadre moyenne-variance de Markowitz, alors que d'autres considèrent qu'en raison des risques élevés des cryptoactifs, il n'est pas toujours optimal d'opter pour une option de diversification naïve et que le cadre moyenne-variance de Markowitz est plus adapté.

Ainsi, comme aucun consensus n'existe jusqu'à nos jours quant à l'adoption de cette approche d'allocation naïve ou de la méthode d'optimisation de Markowitz. Nous souhaitons ainsi par le présent travail enrichir contribuer à l'éclaircissement de ce dernier point.

## **Conclusion**

Ce chapitre a ouvert la voie à la compréhension du processus de gestion des réserves de change par la Banque Centrale de Tunisie, afin de pouvoir établir une méthodologie de recherche qui s'adapte au mieux au profil d'investissement particulier de cette dernière. Nous nous intéressons ici au portefeuille d'investissement de ladite banque. Nous avons souligné que son champ d'investissement est limité aux marchés des obligations gouvernementales et supranationales avec des marchés secondaires profonds et liquides, qui garantissent le plus haut niveau de sécurité afin de limiter l'exposition aux risques du marché obligataire et de gérer le risque de liquidité et le risque de crédit. Ainsi, nous avons procédé à la simulation d'un portefeuille constitué de trois obligations répondant, ainsi, aux exigences de la BCT. Ce portefeuille sera le portefeuille de base. Ensuite, pour les cryptoactifs, le choix s'est porté sur les plus capitalisés et les plus liquides, à savoir : le bitcoin et l'ethereum. Nous avons aussi expliqué la méthodologie d'optimisation de portefeuille qui sera utilisée dans cette étude. Il s'agit ici d'opter pour l'optimisation moyenne-variance de Markowitz qui constitue la théorie fondamentale de la majorité des travaux récents ayant pour objectif la détermination de l'effet des cryptomonnaies sur les caractéristiques risque-rendement d'un portefeuille multi-actifs. Cette méthode nous permettra de tracer la frontière efficiente pour les portefeuilles sans et avec cryptoactifs. En outre, nous avons aussi recours à l'approche naïve afin de mesurer l'impact d'une pondération plus forte des cryptoactifs sur le couple « rendement – risque » et de comparer entre les deux méthodes d'allocation.

Au niveau du chapitre suivant, nous interprétons les résultats des deux méthodes adoptées et nous rapprochons nos résultats à ceux des études antérieures.

**CHAPITRE IV: CRYPTOACTIFS ET DIVERSIFICATION  
DU PORTEFEUILLE D'INVESTISSEMENT DE LA BANQUE  
CENTRALE DE TUNISIE : LES RESULTATS EMPIRIQUES**

## **Introduction**

Après la compréhension de la manière dont la banque centrale de Tunisie gère ses actifs de réserve de change, et après le choix prudent des actifs traditionnels et des cryptoactifs qui pourraient être inclus dans le portefeuille d'investissement de ladite banque, nous nous trouvons donc face à un moment important de l'histoire des banques centrales en général et de la BCT en particulier. Quel rôle le bitcoin et l'éthereum peuvent jouer dans le portefeuille d'investissement de la banque centrale de Tunisie ? Sont-ils dotés en vrai d'un potentiel de diversification ? Représentent-ils une valeur refuge pendant les périodes de crise ? Nous souhaitons par le présent chapitre répondre à ces questions qui intéressent de plus en plus les banques centrales et sur lesquelles aucun consensus n'existe jusqu'à aujourd'hui.

Ainsi, à travers la première section nous expliquons comment nous allons prendre en considération l'épidémie de COVID-19 dans nos analyses. Au niveau de la même section nous allons examiner et discuter les statistiques descriptives et les matrices de corrélation. Ensuite, les résultats des deux approches d'allocation précitées seront résumés et interprétés. Finalement, la troisième section présentera une discussion des résultats.

### **Section1 : Statistiques descriptives et analyse de corrélation**

Avant de procéder à l'examen des statistiques descriptives des rendements quotidiens de nos différentes variables, mais également avant de nous interroger sur les relations de corrélation entre elles, nous pensons qu'il est essentiel d'examiner, dans un premier temps, la performance des actifs de notre portefeuille de base tout au long de la période échantillonnée. Cet exercice nous permettra de définir deux ou plusieurs périodes d'étude afin de prendre en compte l'épidémie COVID-19 dans nos analyses.

#### **1. Définition des périodes d'études**

La figure suivante montre l'évolution des rendements actuariels des obligations retenues dans le cadre de notre travail empirique durant toute la période d'étude. Nous rappelons que le rendement actuariel correspond au rendement d'une obligation qui serait détenue par un investisseur jusqu'à son échéance. Il est également appelé rendement à l'échéance, rendement effectif ou encore « yield to maturity » dans la littérature anglo-saxonne.

Figure 1: Évolution des rendements actuariels « yield to maturity » journaliers des actifs traditionnels (26 février 2019 – 01 octobre 2021)



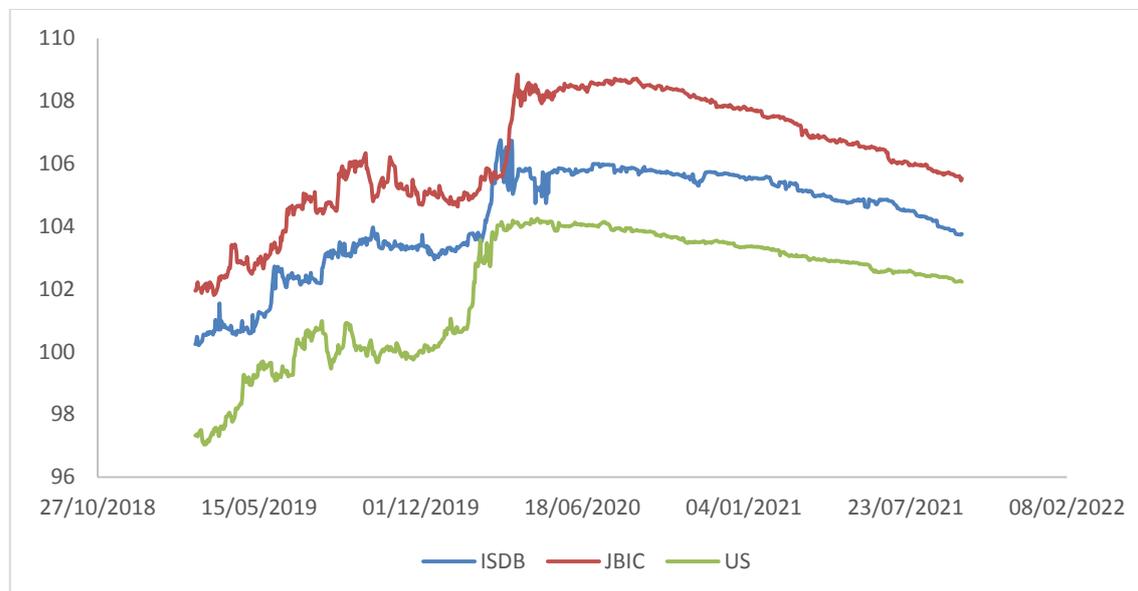
Source : élaborée par nos soins

Dans un premier temps, et comme le montre le graphique ci-dessus, nous pouvons constater que les investisseurs obligataires ont conscience que toutes ces obligations n'étaient pas identiques en matière de risque. En effet, c'est le facteur « risque de défaut » qui diffère. Plus ce dernier est jugé fort, plus les investisseurs exigeront une prime de risque élevée et inversement. D'ailleurs, nous pouvons remarquer que pour le pays dont les finances publiques sont réputées les plus saines durant la période d'étude (États-Unis) la prime de risque s'est réduite par rapport au Japon qui présente un risque de défaut plus élevé. Quant à l'obligation supranationale (ISDB) émise par la banque islamique de développement, en raison de son risque de défaut supérieur à celui d'une obligation souveraine de même notation, elle présente une prime de risque plus élevée que celles des obligations US et JBIC.

Durant la période d'étude qui s'étend du 26 février 2019 au 19 février 2020, nous pouvons remarquer que les taux de rendement actuariels de toutes les obligations retenues dans le cadre de notre étude ont été orientés à la baisse. Cette baisse est à l'ordre de 43,2% pour l'obligation américaine, 41,2% pour l'obligation japonaise et à l'ordre de 44,1% pour l'obligation émise par la banque islamique de développement. Cette baisse peut être expliquée par le recours des différentes banques centrales en question à l'assouplissement quantitatif comme mesure de politique monétaire. L'idée de cette dernière mesure est de faire baisser les rendements des actifs les plus sûrs (obligations souveraines et supranationales) grâce à des achats massifs qui ont pour objectif de faire monter les prix de ces actifs (la figure 2 ci-

dessous illustre bien cette relation), et ainsi de pousser les investisseurs à se reporter vers des classes d'actifs plus attrayantes en termes de rendement.

Figure 2: Évolution des prix actuels journaliers des actifs traditionnels (26 février 2019 – 01 octobre 2021)



Source : élaborée par nos soins

Cependant, nous remarquons à travers les deux figures 1 et 2 présentées ci-dessus que l'épidémie de Covid-19 a conduit à une chute brutale des rendements de ces obligations en février-mars 2020 causée par l'augmentation des prix de ces dernières. En effet, la pandémie de Covid-19 a provoqué une récession économique mondiale qui a poussé les banques centrales à adopter une réaction rapide afin de limiter les effets négatifs des chocs négatifs de demande et d'offre tout en adoptant de vastes programmes de rachats de dette. Ces constats se traduisent par une baisse des rendements à l'ordre de 86,6% pour l'obligation américaine, 71,9% pour l'obligation japonaise et 71,5% pour l'obligation émise par la banque islamique de développement et ce entre la période qui s'étend du 20 février 2020 au 01 octobre 2021.

Ainsi, l'impact de l'épidémie de Covid-19 est très important et ne peut pas être négligé dans notre analyse. Durant le reste du travail nous considérons deux périodes d'observation. La première s'étend du 26 février 2019 au 19 février 2020 et la deuxième couvre la période allant du 20 février au 1er octobre 2021, et ce dans l'objectif de prendre en considération l'impact de l'épidémie dans nos analyses.

En conséquence, les statistiques descriptives et l'analyse de corrélation seront établies pour les deux sous-périodes et feront l'objet des deux parties suivantes.

## 2. Statistiques descriptives

Les deux tableaux 2 et 3 ci-dessous donnent les statistiques descriptives des rendements quotidiens pour les deux classes d'actifs étudiées à savoir : les obligations (ISDB, JBIC et US) et les cryptoactifs (bitcoin et ethereum) et ce sur les deux sous-périodes étudiées.

### 2.1. Statistiques descriptives : Période 1

Tableau 2: Statistiques descriptives des rendements quotidiens des actifs (26 février 2019 -19 février 2020)

	<b>ISDB</b>	<b>JBIC</b>	<b>US</b>	<b>BTC</b>	<b>ETH</b>
<b>Moyenne</b>	0,0159%	0,0142%	0,0234%	0,4873%	0,4035%
<b>Erreur-type</b>	0,0114%	0,0104%	0,0106%	0,2946%	0,3131%
<b>Médiane</b>	0,0059%	0,0058%	0,0097%	0,2359%	0,0132%
<b>Écart-type</b>	0,1789%	0,1634%	0,1662%	4,6204%	4,9106%
<b>Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)</b>	5,3652	0,5419	1,2617	5,0125	2,4725
<b>L'excès de Kurtosis</b>	2,3652	-2,4581	-1,7383	2,0125	-0,5275
<b>Coefficient d'asymétrie</b>	0,2691	0,0522	0,1550	0,8192	-0,0019
<b>Minimum</b>	-0,8085%	-0,5339%	-0,6072%	-16,0799%	-19,2978%
<b>Maximum</b>	0,8331%	0,4897%	0,5886%	25,0035%	17,2491%
<b>Nombre d'observations</b>	246	246	246	246	246

Source : élaboré par nos soins

Le tableau 2 ci-dessus présente les statistiques descriptives des cryptoactifs et des actifs traditionnels durant la période qui s'étend du 26 février 2019 au 20 février 2020. Nous remarquons que tous les actifs ont une performance positive. Cependant, et sans surprise, les deux cryptoactifs ont les performances les plus élevées en termes de rendement quotidien moyen. En effet, le bitcoin présente la moyenne la plus élevée (0,49%) suivi par l'ethereum (0,4%) tandis que les rendements moyens quotidiens des obligations varient de 0,01% à 0,02%.

En outre, nous remarquons que les cryptoactifs sont des actifs à haut risque avec la possibilité de pertes et de profits extrêmes. Certains jours, les investisseurs ont pu obtenir un rendement supérieur à 25%, ou subir une perte de plus de 16% avec le bitcoin et un

rendement supérieur à 17 %, ou subir une perte de plus de 19% avec l'ethereum. Alors qu'avec les obligations, le rendement maximal qu'un investisseur pourrait obtenir est de 0,83% moyennant l'obligation ISDB et la perte maximale est de -0,81% moyennant la même obligation. Ainsi, nous pouvons dire que l'écart-type des cryptoactifs est largement supérieur à l'écart-type des obligations considérées. L'ethereum présente l'écart-type le plus fort (4,91%) suivi par bitcoin (4,62%), tandis que l'écart-type des obligations n'a pas dépassé 0,18%.

Concernant le coefficient d'asymétrie, nous remarquons que toutes les obligations et le bitcoin ont une asymétrie positive. Cela est en fait intéressant pour la BCT étant donné qu'une asymétrie positive signifie que la distribution des rendements quotidiens de ces actifs est étalée à droite de la moyenne. En d'autres termes, l'asymétrie positive des rendements signifie que la courbe qui représente la probabilité des rendements penche vers la droite. Plus le coefficient d'asymétrie est positif et élevé, plus la probabilité de gain est forte. A cet effet, nous pouvons remarquer que le bitcoin présente durant cette sous-période la probabilité de rendements positifs la plus élevée, étant donné qu'il a le coefficient d'asymétrie le plus fort (0,82). Il est suivi par l'obligation supranationale, américaine et finalement par l'obligation japonaise. En contrepartie, l'ethereum présente une asymétrie négative. Ainsi, une légère probabilité de rendements négatifs marque cet actif durant cette sous-période.

Finalement, pour toutes les variables, l'aplatissement est positif. Il faut noter que l'excès de ce dernier (calculé en soustrayant l'aplatissement par trois) représente un outil précieux dans la gestion des risques. En effet, il montre si un investissement est sujet à des résultats extrêmes. Lorsqu'il est égal ou proche de zéro, le risque d'un rendement extrême est rare.

Durant cette sous-période, nous pouvons constater qu'en se basant sur l'excès de Kurtosis, l'ethereum et l'obligation américaine semblent offrir la probabilité d'obtenir un rendement extrême la plus faible que le bitcoin et les autres obligations. Cependant, il est à souligner qu'après un retour sur la littérature existante, nous avons remarqué que les niveaux d'aplatissement des cryptoactifs constatés dans notre travail sont faibles par rapport à ceux trouvés dans d'autres articles tels que ceux de Brière et al (2015), Kajtazi & Moro (2019) et Wu et Pandey, (2014). Cela peut être dû aux périodes différentes sur lesquelles les calculs ont été faits.

## 2.2.Statistiques descriptives : Période 2

Tableau 3: Statistiques descriptives des rendements quotidiens des actifs (20 février 2020 -1er octobre 2021)

	<b>ISDB</b>	<b>JBIC</b>	<b>US</b>	<b>BTC</b>	<b>ETH</b>
<b>Moyenne</b>	-0,0009%	0,0000%	-0,0019%	0,5062%	0,8268%
<b>Erreur-type</b>	0,0091%	0,0046%	0,0033%	0,2316%	0,3162%
<b>Médiane</b>	-0,0047%	-0,0074%	-0,0038%	0,3887%	0,6494%
<b>Écart-type</b>	0,1838%	0,0931%	0,0658%	4,6783%	6,3869%
<b>Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)</b>	30,4676	14,1836	50,0039	4,4648	5,2885
<b>L'excès de Kurtosis</b>	27,4676	11,1836	47,0039	1,4648	2,2885
<b>Coefficient d'asymétrie</b>	-0,7867	0,2764	2,3816	-0,3121	0,0134
<b>Minimum</b>	-1,5780%	-0,6615%	-0,5814%	-27,1874%	-33,2849%
<b>Maximum</b>	1,3799%	0,5441%	0,6447%	18,0484%	36,2887%
<b>Nombre d'observations</b>	408	408	408	408	408

Source : élaboré par nos soins

Nous remarquons que la grande différence entre les cryptoactifs et les autres actifs traditionnels ressort encore plus fortement durant cette période dans les rendements journaliers et dans les écarts entre les valeurs extrêmes. Le rendement du bitcoin évoluant entre 18,05% et -27,19% avec une moyenne de 0,51% et entre 36,29% et -33,28% pour l'ethereum avec une moyenne de 0,83% par rapport à -1,58% et 1,38% pour les obligations. Ces dernières présentent des performances négatives sur la période étudiée (à l'exception de l'obligation japonaise). Nous remarquons aussi que le caractère de forte rentabilité des cryptoactifs est accompagné par une forte volatilité. En effet, alors que l'écart-type des obligations n'a pas dépassé 0,18%, celui des cryptoactifs est beaucoup plus élevé, soit un écart-type de 4,68% pour le bitcoin et de 6,39% pour l'ethereum.

En outre, l'obligation japonaise, l'obligation américaine et de l'ethereum semblent plus intéressants durant cette période, et ce en raison de leur asymétrie positive, alors que le bitcoin et l'obligation supranationale présentent une asymétrie négative. En effet, le BTC et l'ISDB avaient les plus fortes probabilités de rendements positifs durant la première sous-période. Puis avec la survenance de la crise de COVID-19, une asymétrie de rendements négative marque les deux actifs. Cela revient à dire que les deux présentent durant cette sous-

période les probabilités de perte les plus fortes en comparaison avec l'ethereum et les autres obligations.

Finalement, nous pouvons remarquer que la plus grande différence entre les deux sous-périodes considérées réside au niveau du coefficient d'aplatissement. En effet, l'excès d'aplatissement des obligations est élevé et voire très élevé par rapport aux cryptoactifs et par rapport à la première sous-période. Cela signale que les rendements quotidiens des obligations sont sujet à des résultats extrêmes. Autrement dit, il est probable que les rendements futurs des obligations seront soit extrêmement importants, soit extrêmement faibles.

En contrepartie, il paraît que les coefficients d'aplatissement des cryptoactifs ont subi une légère variation durant cette deuxième sous-période par rapport à la première et par rapport aux obligations. En effet, le Kurtosis du bitcoin est passé de 5,0125 à 4,4648 pour cette sous-période, et celui de l'ethereum a passé de 2,4725 à 5,2885. Nous pouvons donc conclure que les cryptoactifs ont été presque à l'abri durant cette période de crise dans le sens où la probabilité d'obtenir un rendement extrême moyennant ces deux actifs est beaucoup moins élevée qu'en faisant recours aux obligations.

### **3. Analyse de corrélation**

Nous comparons ici la corrélation entre les rendements du bitcoin, de l'ethereum et ceux des actifs traditionnels représentés par diverses obligations. La matrice de corrélation permet d'avoir un aperçu des relations entre les différentes variables. Notre objectif primordial ici est d'évaluer dans quelle mesure le bitcoin et l'ethereum sont liés aux autres actifs durant les deux périodes d'analyse.

Nous rappelons que les variables ayant une corrélation positive évoluent dans la même direction tandis que celles ayant une corrélation négative ont une relation inverse. La caractéristique idéale d'un portefeuille bien diversifié est que les rendements des actifs qui le constituent ne doivent pas être liés.

### 3.1. Analyse de corrélation : Période 1

Tableau 4: Corrélation entre les rendements journaliers des cryptoactifs et les actifs traditionnels (période 1 : 26 février 2019 – 19 février 2020)

	<b>ISDB</b>	<b>JBIC</b>	<b>US</b>	<b>BTC</b>	<b>ETH</b>
<b>ISDB</b>	1	0,9675	0,9594	0,1088	0,0327
<b>JBIC</b>	0,9675	1	0,9961	0,0888	0,0379
<b>US</b>	0,9594	0,9961	1	0,0895	0,0451
<b>BTC</b>	0,1088	0,0888	0,0895	1	0,7985
<b>ETH</b>	0,0327	0,0379	0,0451	0,7985	1

Source : élaboré par nos soins

Les résultats concernant la première période d'échantillonnage suggèrent que les rendements quotidiens des obligations sont fortement corrélés et évoluent dans la même direction, chose que nous pouvons constater aussi à travers l'évolution parallèle de leurs prix (figure 2). Concernant les cryptoactifs, nous constatons que ces derniers se distinguent globalement des actifs traditionnels. En effet, des relations positives et faibles entre les rendements des cryptoactifs et les obligations existent. Ainsi, nous pouvons dire que les cryptoactifs, dans leur ensemble, évoluent indépendamment de toutes les obligations formant la classe d'actifs traditionnels et qui ne sont pas susceptibles d'être affectés par des facteurs similaires à ceux qui affectent les obligations. Comme théoriquement parlant, un actif de diversification présente une légère corrélation avec un autre actif, nous pourrions ainsi nous attendre à ce que les deux cryptoactifs soient capables d'offrir des possibilités de diversification en raison des faibles corrélations. Finalement, une relation positive et forte entre le rendement du bitcoin et celui de l'éthereum est observée, d'où une relation de dépendance des rendements existe

### 3.2. Analyse de corrélation : Période 2

Tableau 5: Corrélation entre les rendements journaliers des cryptoactifs et les actifs traditionnels (période 2 : 20 février 2020 – 01 octobre 2021)

	<b>ISDB</b>	<b>JBIC</b>	<b>US</b>	<b>BTC</b>	<b>ETH</b>
<b>ISDB</b>	1	0,8015	0,5977	0,0096	-0,0199
<b>JBIC</b>	0,8015	1	0,9002	-0,0654	-0,0864
<b>US</b>	0,5977	0,9002	1	-0,0781	-0,0974
<b>BTC</b>	0,0096	-0,0654	-0,0781	1	0,7688
<b>ETH</b>	-0,0199	-0,0864	-0,0974	0,7688	1

Source : élaboré par nos soins

Durant cette période qui a été marquée par l'épidémie de coronavirus, nous constatons une relation négative et faible entre les rendements des cryptoactifs et la majorité des obligations. Ainsi, nous pouvons dire que les cryptoactifs dans leur ensemble évoluent de manière relativement indépendante de toutes les obligations formant la classe d'actifs traditionnelle. La seule exception ici c'est la corrélation positive et faible entre le bitcoin et l'obligation supranationale (ISDB). Globalement, les résultats trouvés indiquent que les deux cryptoactifs en question ne sont pas susceptibles d'être affectés par des facteurs similaires à ceux qui affectent les obligations.

En outre, ces associations négatives et faibles entre les rendements, inexistantes au cours de la première période, laissent penser que les cryptoactifs en question ont des propriétés de refuge en temps de crise et nous nous attendons également à ce que le bitcoin et l'ethereum puissent servir de diversification au cours de cette période. Nos résultats sont en rupture avec les constats de Wątopek et al (2021) et Yatié (2021), qui stipulent que les corrélations négatives entre les cryptoactifs et les actifs traditionnels pourraient s'estomper et devenir positives pendant cette période de crise ce que met en question le potentiel des cryptoactifs en tant que valeurs refuges. En bref, nous pensons que la crise du Covid-19 a renouvelé l'attrait pour les cryptoactifs en tant qu'actifs refuges, notamment auprès des investisseurs institutionnels.

Nous constatons que, pour cette période aussi, le bitcoin et l'ethereum sont positivement et fortement corrélés entre eux, ainsi, une forte association existe entre eux. Finalement, les corrélations entre les rendements des obligations ont diminué mais une forte dépendance continue à exister entre les rendements de ces dernières.

En guise de conclusion, nos résultats suggèrent que les cryptoactifs se distinguent clairement des obligations comme classe d'actifs traditionnels et ce durant les deux périodes considérées. Suivant la définition de Sharpe d'une classe d'actifs, les résultats de nos analyses de corrélation confirment donc que les cryptoactifs sont une nouvelle classe d'actifs. De plus, nous avons trouvé au cours des deux sous-périodes des corrélations faibles entre les cryptoactifs et les obligations et nous nous attendons donc à ce que ces cryptoactifs soient en mesure d'offrir des opportunités de diversification intéressantes. La section suivante nous permettra de confirmer cela à travers l'approche d'optimisation et de simulation de portefeuilles.

## **Section 2 : Résultats empiriques**

Cette section présente les principaux résultats de notre analyse. Nous évaluons ici ce que l'ajout de cryptoactifs pourrait avoir comme conséquences sur le portefeuille de base de la BCT. Nous cherchons ici à examiner si les cryptoactifs pourraient offrir un avantage de diversification pour la BCT. Ceci est fait à la fois par l'optimisation de Markowitz en cherchant les portefeuilles à variance minimale (PVM) ainsi que par l'approche d'allocation naïve.

### **1. Résultats d'optimisation selon l'approche de Markowitz**

Cette partie présente les portefeuilles optimaux construits pour les groupes d'actifs suivants : les actifs traditionnels et la combinaison d'actifs traditionnels et de cryptoactifs et ce durant les deux sous-périodes étudiées. L'optimisation ici se déroule en deux étapes. Dans la première étape, nous minimisons la variance du portefeuille de base ou le portefeuille de référence. Nous rappelons que ce dernier est composé exclusivement des actifs traditionnels à savoir l'obligation supranationale de la banque islamique de développement (ISDB), l'obligation gouvernementale américaine (US), et l'obligation gouvernementale internationale japonaise (JBIC). Par la suite, pour chacun des deux portefeuilles de référence nous créons une deuxième version incluant les cryptoactifs représentés par le bitcoin et l'étherium, que nous appelons nouveaux portefeuilles et nous minimisons la variance de ces derniers aussi. Nous rappelons que les problèmes d'optimisation de la variance minimale sont résolus en utilisant le Solveur d'Excel. Les poids des portefeuilles, ainsi que les statistiques de rendement périodique moyen, de risque périodique moyen et de coefficient de variation sont présentés dans les tableaux 6 et 7. Nous traçons finalement les courbes des profils risque-rendement, avec et sans l'ajout de cryptoactifs et ce pour les deux sous-périodes. Nous identifions la frontière efficiente de chaque courbe et nous procédons aux comparaisons nécessaires.

#### **1.1. Résultats d'optimisation selon l'approche de Markowitz : Période 1**

Nous commençons avec le portefeuille de base à variance minimale, initialement sans allocation en cryptoactifs. Depuis le début de la première sous-période, le 26 février 2019, jusqu'au 19 février 2020, ce portefeuille a enregistré une performance annualisée de 4,44 % et un risque mesuré par l'écart-type de 1,52%. La part allouée à l'obligation supranationale est inférieure à la somme des parts des deux autres obligations souveraines, dont le risque de défaut est le plus faible et auxquelles la BCT préfère allouer la majorité de ses réserves.

Tableau 6: Résultats d'optimisation selon l'approche de Markowitz : Période 1

	Rendement périodique	Écart-Type périodique	Coefficient de variation	Allocation d'actifs (Poids)				
				ISDB	JBIC	US	BTC	ETH
<b>Portefeuille de base (sans cryptoactifs)</b>								
PVM de base	4,4420%	1,5179%	34,1709%	31,2976%	32,2221%	36,4804%	-	-
<b>Nouveau Portefeuille (avec cryptoactifs)</b>								
Nouveau PVM	4,5068%	1,5172%	33,6651%	31,0903%	32,3412%	36,5057%	0,0241%	0,0386%

Source : élaboré par nos soins

Par la suite, et comme le montre le tableau 6 ci-dessus, le bitcoin (BTC) et l'éthereum (ETH) ont été inclus dans le portefeuille à variance minimale, bien que de façon marginale. Les deux cryptoactifs représentent au total environ 0,06% de la valeur du portefeuille.

En raison des faibles corrélations trouvées entre les cryptoactifs et les obligations durant cette période, nous nous sommes attendus à ce que ces cryptos offrent des possibilités de diversification. Cependant, nous constatons que les effets de l'ajout de ces derniers à un portefeuille à variance minimale ne sont pas très significatifs. En effet, l'inclusion de ces derniers ne révèle aucun effet significatif en termes de performance. Cette dernière, mesurée par le rendement, a légèrement augmenté de 1,46%, passant de 4,44% à 4,51%. De plus, en raison des niveaux élevés de volatilité des cryptoactifs, nous n'avons pas trouvé de réduction significative du risque. Ce dernier s'est réduit approximativement de 0,04%. Finalement, concernant le coefficient de variation, le portefeuille à variance minimale améliore ce dernier de 1,5 %, lorsqu'il comprend des cryptoactifs par rapport au portefeuille de base à variance minimale (passant de 0,342 à 0,337).

En bref, le nouveau portefeuille à variance minimale qui tient en compte les cryptoactifs surperforme légèrement celui de base. Nous nous attendons donc à ce qu'ils soient quasiment confondus sur la frontière efficiente.

La figure 3 ci-dessous représente le tracé de chaque composition possible du portefeuille de base sur l'espace risque-rendement. La BCT doit choisir son portefeuille dans les combinaisons situées le long de la limite supérieure de l'hyperbole. Ces portefeuilles sont équivalents aux portefeuilles avec le rendement le plus élevé pour un niveau de risque donné. Cette branche forme la frontière efficiente de Markowitz. Le point de la frontière présentant la volatilité la plus faible est appelé portefeuille à variance minimale (nommé « PVM de base ») et la branche inférieure représente les portefeuilles dominés, c'est à dire qu'ils sont moins efficaces ou dominés.

La figure 4 ci-dessous représente le tracé de chaque composition possible du portefeuille de base et du nouveau portefeuille sur l'espace risque-rendement. Nous pouvons remarquer que l'arrivée des cryptoactifs permet d'améliorer la frontière efficiente. En effet, l'ajout des cryptoactifs étend largement la frontière efficiente. Ainsi, des rendements attendus beaucoup plus élevés peuvent être recherchés lorsque ces cryptoactifs sont inclus. Mais ces rendements seront accompagnés par des niveaux de risques importants aussi.

Figure 3: Profils risque-rendement - Portfeuille de base (Période 1)

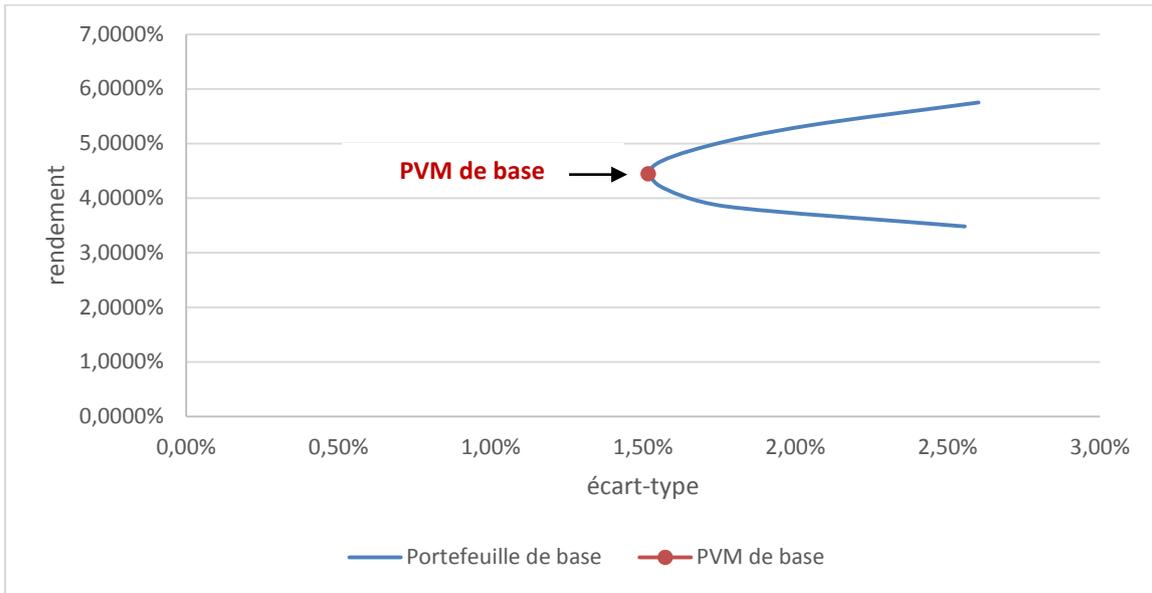
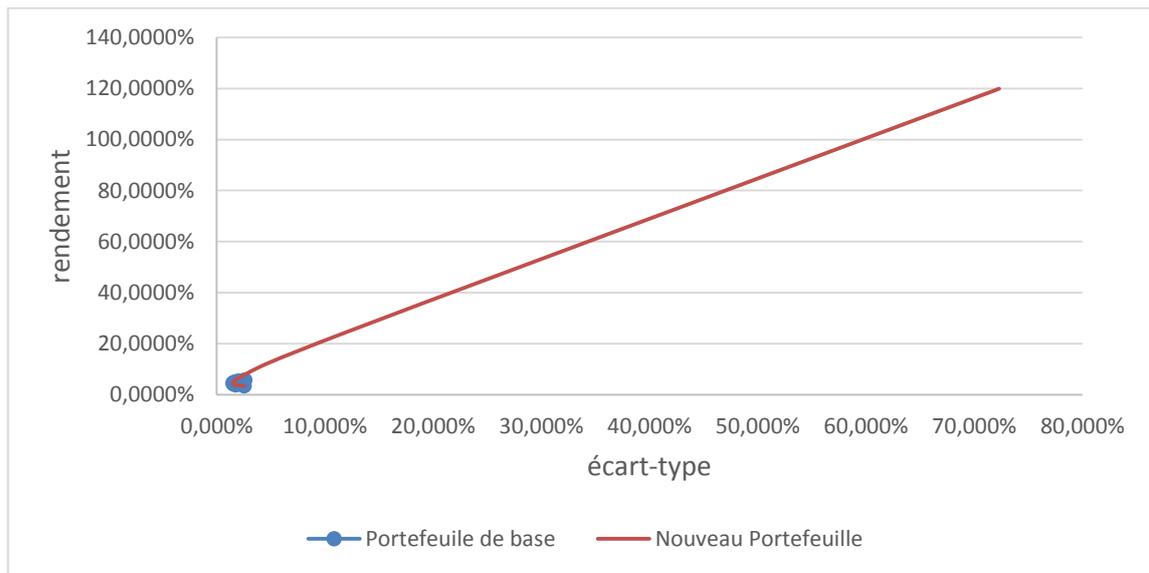
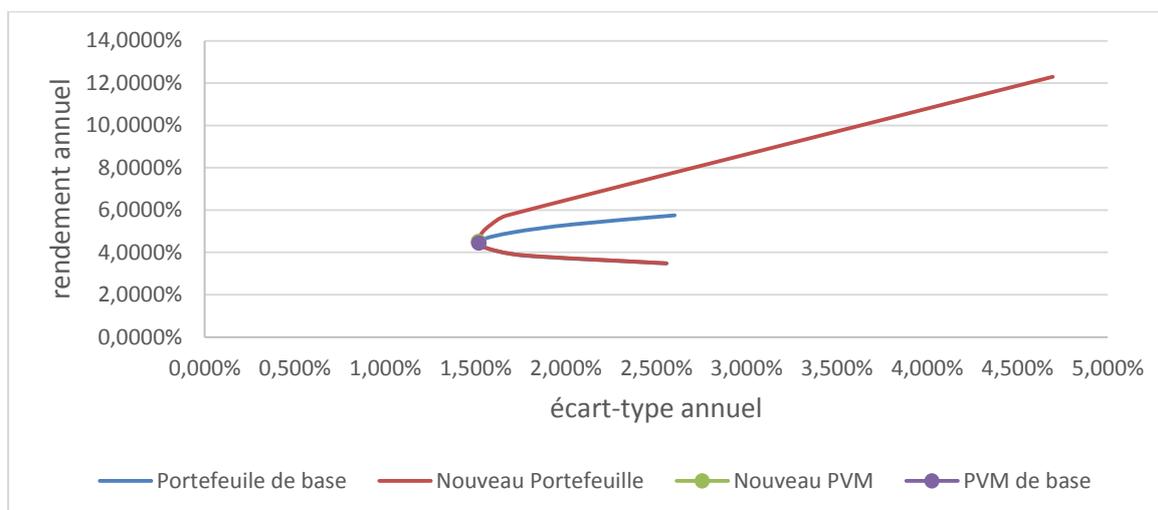


Figure 4: Profils risque-rendement - Portfeuille de base avec et sans allocations de cryptoactifs (Période 1)



La figure 4 ne nous permet pas de comparer correctement les deux frontières efficaces, car la différence entre les deux courbes est si importante de sorte que la courbe du portefeuille de base est à peine visible. Nous procédons donc à regarder de plus près le point où la frontière efficace de la base est visible à travers la figure 5 ci-dessous. Cela nous permettra de mieux comparer entre les deux frontières efficaces afin de mieux statuer sur l'intérêt de l'ajout des cryptoactifs à notre portefeuille de base.

Figure 5: Profils risque-rendement de plus près - Portefeuille de base avec et sans allocations de cryptoactifs (Période 1)



Nous remarquons maintenant que la différence entre les deux frontières efficaces est plus claire. Les cryptoactifs offrent des avantages en matière de diversification. Comme nous pouvons le constater, l'ajout de cryptoactifs déplace la frontière efficace vers le haut. En d'autres mots, Cela signifie que pour un niveau de risque donné, le nouveau portefeuille surpasse le portefeuille base en matière de rendement. Cependant, le nouveau portefeuille à variance minimal est quasiment confondu avec le nouveau portefeuille à variance minimale.

## 1.2. Résultats d'optimisation selon l'approche de Markowitz : Période 2

Comme le montre le tableau 7 ci-dessous, de tous les trois produits obligataires, l'obligation souveraine américaine a la volatilité la plus faible et les corrélations négatives les plus élevées avec les cryptoactifs. Nous pouvons dire qu'elle constitue un bon facteur de diversification par rapport aux autres obligations. Par conséquent, dans le problème d'optimisation, un poids élevé est attribué à cette dernière (62,52%), suivi par l'obligation souveraine japonaise (29,41%) contre un poids de 8% environ dans l'obligation supranationale. Le risque de cette dernière s'est envolé par rapport à la première période et son rendement s'est détérioré et est devenu négatif, d'où la proportion relativement mineure allouée à cette obligation.

Les cryptoactifs ont été inclus dans le portefeuille à variance minimale combinant les cryptoactifs et les actifs traditionnels, représentant au total 0,04 % de la valeur du portefeuille. Par rapport au portefeuille de base, la pondération de l'obligation américaine a diminué de 0,15% et celle de l'obligation japonaise (JBIC) de 0,09% contre une augmentation de 0,21% de la pondération de l'obligation supranationale (ISDB).

Tableau 7: Résultats d'optimisation selon l'approche de Markowitz : Période 2

	Rendement périodique	Écart-Type périodique	Coefficient de variation	Allocation d'actifs (Poids)				
				ISDB	JBIC	US	BTC	ETH
<b>Portefeuille de base (sans cryptoactifs)</b>								
PVM de base	-0,5168%	1,0621%	-2,0552	8,0667%	29,4118%	62,5214%	-	-
<b>Nouveau Portefeuille (avec cryptoactifs)</b>								
Nouveau PVM	-0,3901%	1,0610%	-2,7197	8,2744%	29,3164%	62,3683%	0,0092%	0,0318%

Nous pouvons dire que le poids alloué aux cryptomonnaies est infinitésimal puisqu'ils présentent une forte volatilité par rapport aux obligations. Autrement dit, nous cherchons ici à minimiser le risque du portefeuille. Comme la contribution des cryptoactifs à la volatilité du portefeuille est trop forte, le poids alloué à ces derniers est minimal. Cependant, malgré cette faible allocation, leur corrélation négative et faible aux autres actifs permet de même d'améliorer nettement le couple « rendement - risque » de l'allocation.

En effet, le tableau 7 montre que le portefeuille contenant des cryptoactifs a tendance à surperformer le portefeuille sans cryptoactifs au cours de la période de référence et ce malgré la proportion relativement mineure allouée à ces derniers. Par rapport au portefeuille de base, l'inclusion du bitcoin et de l'éthereum augmente considérablement le rendement périodique du portefeuille à variance minimal, qui passe de -0,52 % à -0,39%, soit une augmentation de 24,51%. Cette croissance significative des gains s'est accompagnée par une légère diminution de 0,1% environ pour le risque.

Nous ne pouvons pas interpréter ici le coefficient de variation, étant donné que le recours à ce dernier n'est pas favorable lorsque le rendement moyen attendu est inférieur à zéro. En effet, ce dernier n'est significatif que pour les valeurs positives. Cependant, nous pouvons dire que l'ajout des cryptoactifs au portefeuille de base a entraîné une surperformance ajustée au risque durant cette période. Cette surperformance est essentiellement la résultante de l'amélioration du rendement sans pour autant contribuer de manière significative à la minimisation du risque.

La frontière efficiente pour le portefeuille de base est tracée dans la figure 6 ci-dessous et la figure 7 représente le tracé de chaque composition possible du portefeuille de base et du nouveau portefeuille sur l'espace risque-rendement durant la deuxième sous-période.

Figure 6: Profils risque-rendement- Portefeuille de base (période 2)

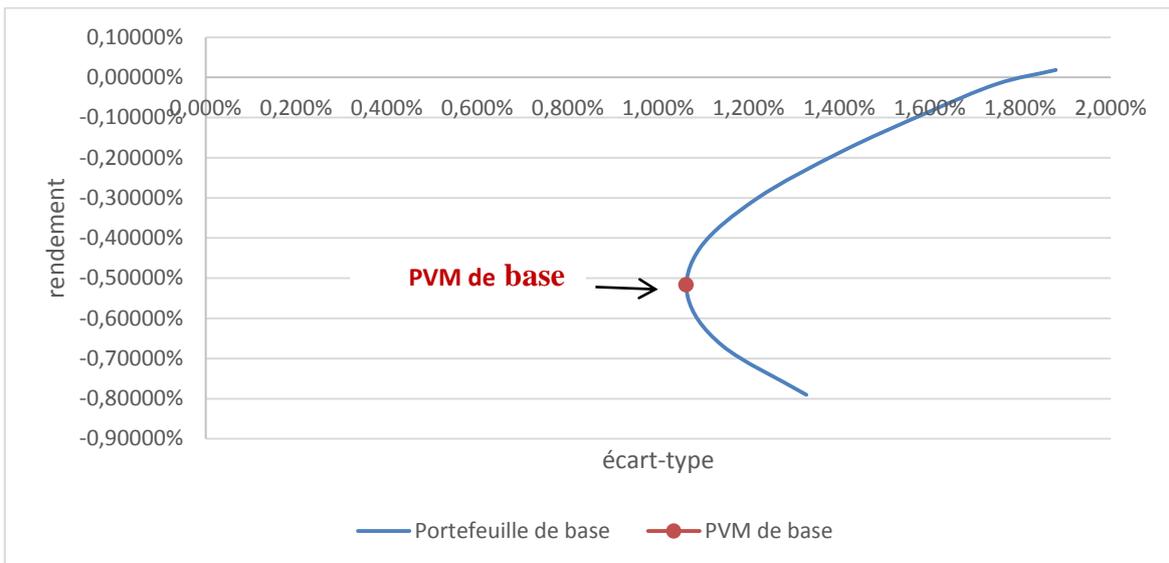
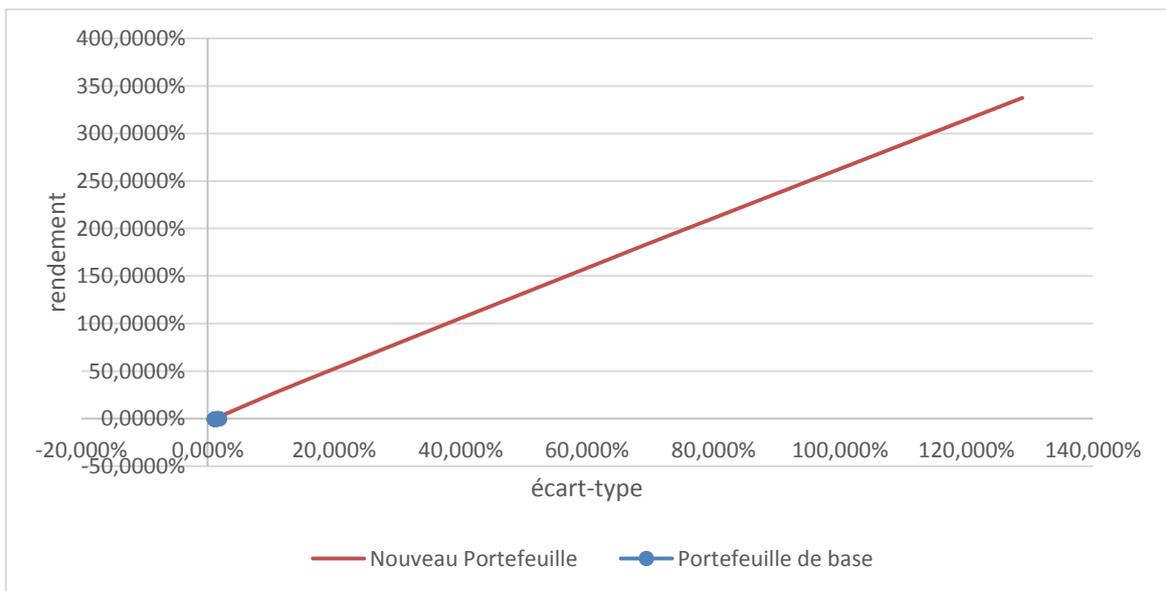
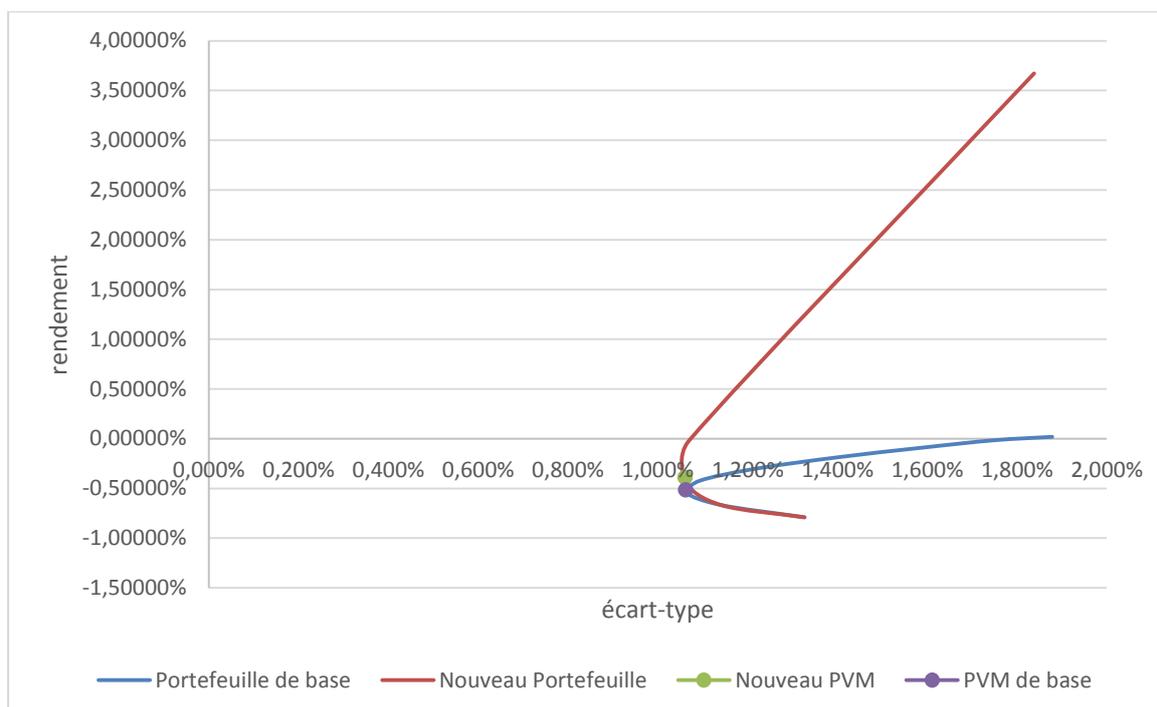


Figure 7: Profils risque-rendement - Portefeuille de base avec et sans allocations de cryptoactifs (Période 2)



Nous remarquons que l'ajout de ces cryptoactifs étend la frontière efficiente. Le constat similaire a été observé durant la première période. En effet, des rendements attendus beaucoup plus élevés peuvent être recherchés lorsque ces cryptoactifs sont inclus. Mais ces rendements seront accompagnés par des niveaux de risques important aussi. Afin de mieux comparer entre les deux frontières efficientes nous procédons donc à regarder de plus près le point où la frontière efficiente de la base est visible à travers la figure 8 ci-dessous.

Figure 8: Profils risque-rendement de plus près - Portefeuille de base avec et sans allocations de cryptoactifs (Période2)



Comme le montre la figure 8, la différence entre les deux frontières efficaces est plus claire. Pour les niveaux de rendement fixés, nous pouvons remarquer comment les cryptoactifs ont pu faire bouger la frontière efficace vers la zone des risques les moins élevés, et pour un niveau de risque donné, le nouveau portefeuille surpasse de loin le portefeuille base. Le résultat n'est pas surprenant. Les rendements des cryptoactifs sont beaucoup plus élevés et les valeurs de corrélations de ces derniers avec les obligations indiquent qu'ils représentent un outil de diversification très efficace durant cette sous-période.

Nous pouvons remarquer aussi que le nouveau portefeuille qui minimise la variance se situe au-dessus de celui du portefeuille de base, contrairement à la première période où les deux étaient quasiment confondus.

Il semble que la COVID-19 a mis en valeur les cryptoactifs. En effet, durant cette période, le bitcoin et l'éthereum peuvent être qualifiés comme étant un outil de diversification de grande efficacité. Si ces derniers étaient introduits dans le portefeuille d'investissement de la BCT, elle aurait pu augmenter le rendement de son portefeuille de 24,51% tout en diminuant légèrement son risque de 0,1%. Ce constat est conforme à la majorité des travaux existants qui considèrent que le potentiel de diversification des cryptoactifs ressort dans l'amélioration

du rendement plutôt que dans la minimisation du risque. Nous citons à titre d'exemple les travaux de Platanakis et al. (2018), Petukhina et al. (2018), Holovatiuk (2020) et Yechi, Ferhana, Mia, et Wang (2020). Economiquement parlant, nous soutenons l'idée selon laquelle les cryptoactifs offrent un véritable refuge aux investisseurs et ce en raison de leurs corrélations négatives avec les actifs financiers traditionnels. Ce constat est conforme aux conclusions tirées par Brière et al (2015), Dyhrberg (2016), et de Corbet et al (2019). En effet, il semble que durant cette période de crise, le marché des cryptoactifs était insensible aux facteurs liés aux marchés obligataires et aux chocs externes, ce qui permet de les qualifier comme étant un outil de diversification de grande efficacité et une valeur refuge. Nous soutenons ainsi le constat de Yatié (2020), selon lequel la crise du Covid-19 a renouvelé l'attrait pour les cryptoactifs en tant qu'actifs refuges.

## **2. Résultats de l'allocation naïve**

Dans cette partie, nous allons reprendre le portefeuille de base à variance minimale et forcer l'allocation des cryptoactifs. Nous procédons ici à cette analyse afin de simuler comment le portefeuille d'investissement de la BCT se serait comporté si une fraction arbitraire de ses réserves avait été allouée aux deux cryptoactifs. Aux fins de cette illustration quatre scénarios d'allocation seront utilisés, allant d'une allocation infinitésimale de 0,1% jusqu'à une allocation de 5% et ce afin de mesurer l'impact d'une pondération plus forte des cryptoactifs sur le couple « rendement – risque ».

### **2.1. Résultats de l'allocation naïve : Période 1**

Au niveau de la figure 9 ci-dessous, nous dressons les profils des rendements quotidiens cumulés durant toute la première sous-période. Nous rappelons que le rendement cumulé est le montant total que chaque portefeuille gagne ou perd au fil du temps. Vers la fin de la période, nous obtenons le rendement de la période qui est exprimé dans le tableau 8 ci-dessous. Il s'agit d'un bon moyen de comparer les rendements des investissements lorsqu'ils ont été lancés en même temps.

Ainsi, comme le montrent la figure 9 et le tableau 8, les portefeuilles contenant des cryptoactifs ont tendance à être plus performants que celui qui n'en contient pas et ce en générant des rendements sensiblement plus élevés que le portefeuille de base. Naturellement, l'impact des cryptoactifs sur le portefeuille a été proportionnel à la taille de l'allocation : Une allocation de 0,1% aux cryptoactifs aurait fait grimper le rendement annuel du portefeuille

seulement à 2,368 %. Cependant, une allocation de 3 % dans les cryptoactifs aurait fait grimper ce dernier de 71,04,1% (passant de 4,44% à 7,60%) soit plus du double du rendement du portefeuille de base. Il s'agit d'un impact remarquable compte tenu de la taille relativement faible de l'allocation.

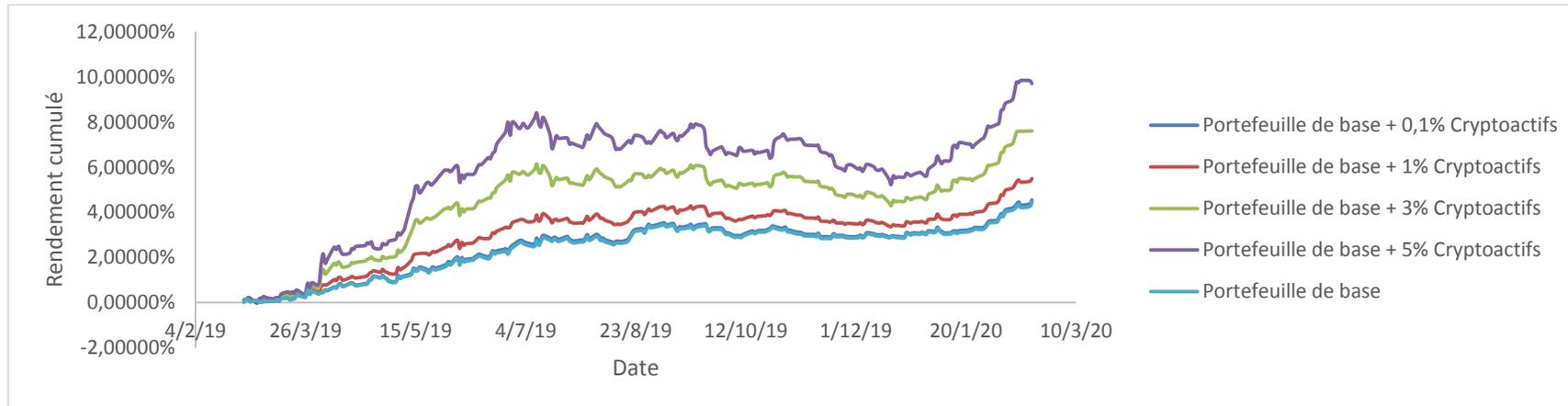
Le risque annualisé du portefeuille avec une allocation aux cryptoactifs de 0,1% est légèrement moins élevé (de 0,03%) par rapport au risque que le portefeuille à variance minimale présente. Ceci s'est traduit par un coefficient de variation moins élevé que le portefeuille de base qui a diminué de 2,34%. Ces constats sont conformes aux résultats trouvés en ayant recours à l'optimisation de Markowitz pour la même période. En effet, il semble que l'ajout d'une petite fraction de cryptoactifs de l'ordre de 0,1% au portefeuille d'investissement de la BCT entraîne une surperformance ajustée au risque qui est essentiellement la résultante de l'amélioration du rendement. Cependant l'ampleur de cette surperformance est très faible.

En outre, à mesure que le poids des cryptoactifs augmente, les risques des portefeuilles ont tendance à augmenter et cette augmentation semble être de plus en plus encore plus prononcée. Dans un premier temps, pour le premier et le deuxième scénario (lorsque 0,1% et 1% des réserves sont investies en cryptoactifs), l'augmentation du rendement compense l'augmentation du risque. Cela se traduit par des coefficients de variation qui s'améliorent avec l'augmentation de l'exposition aux cryptoactifs. Cependant, à mesure que le poids des cryptoactifs dépasse 1% (lorsque 3% et 5% des réserves sont investies en cryptoactifs), les coefficients de variation ont tendance à diminuer. Autrement dit, après l'ajout de plus de 1% de cryptoactifs, l'augmentation du rendement n'arrive plus à compenser le risque du portefeuille.

Tableau 8: Résultats de l'allocation naïve : Période 1

	Rendement périodique	Écart-Type périodique	Coefficient de variation	Allocation d'actifs (Poids)				
				ISDB	JBIC	US	BTC	ETH
<b>Portfeuille de base (sans cryptoactifs)</b>								
PVM de base	4,4420%	1,5179%	0,3417	31,2976%	32,2221%	36,4804%	-	-
<b>Allocations naïves des cryptoactifs</b>								
0,1%	4,5472%	1,5175%	0,3337	31,2642%	32,1887%	36,4470%	0,0500%	0,0500%
1%	5,4939%	1,6561%	0,3014	30,9643%	31,8888%	36,1471%	0,5000%	0,5000%
3%	7,5979%	2,5737%	0,3387	30,2976%	31,2221%	35,4804%	1,5000%	1,5000%
5%	9,7018%	3,8092%	0,3926	29,6309%	30,5554%	34,8137%	2,5000%	2,5000%

Figure 9: Rendements cumulatifs - Portfeuille de base avec et sans allocations de cryptoactifs (Période 1)



## 2.2.Résultats de l'allocation naïve : Période 2

Les rendements périodiques des portefeuilles avec une allocation croissante dans les cryptoactifs ont surpassé le rendement périodique du portefeuille de base sans allocation aux cryptoactifs et ce comme le montrent le tableau 9 et la figure 10 ci-dessous. Le rendement total sur toute la période de l'échantillon serait de -0,52 % pour le portefeuille de base, -2,44492 % pour le portefeuille incluant 0,1% de cryptoactifs, 2,1 % pour le portefeuille incluant 1%, 7,65% pour le portefeuille incluant 3% et 13,0985% pour le portefeuille incluant 5%. Nous pouvons dire donc que l'ajout des cryptoactifs au portefeuille d'investissement de la BCT peut améliorer la performance de ce dernier en termes de rendement.

Cependant, nous remarquons que le portefeuille de référence affiche de meilleures performances en mars 2020 par rapport aux trois scénarios où 1%, 3% et 5% sont investis dans les cryptoactifs. Cette surperformance peut être expliquée par la période baissière que le bitcoin a traversé, en enregistrant une baisse brutale et qui a rapidement entraîné dans sa chute l'éthereum.

En effet, il paraît que les cryptoactifs n'ont pas échappés aux conséquences du coronavirus. Ainsi, le vendredi 13 mars 2020, de nombreux investisseurs ont en effet vendu leurs cryptoactifs pour récupérer des liquidités. En l'espace de seulement 24 heures, le bitcoin a perdu jusqu'à 32% de sa valeur. Le bitcoin a rapidement entraîné dans sa chute d'autres cryptoactifs, comme l'éthereum qui a baissé de 11,60% en l'espace de 24 heures. Nous pouvons penser que cette chute met en question le potentiel des cryptoactifs en tant que valeurs refuges. Cependant, il faut noter tout d'abord que même les métaux précieux comme l'or et l'argent qui sont généralement considérés comme un « placement refuge » par les investisseurs, ont suivi le même schéma que les cryptoactifs. En effet, le cours de l'or passait d'un plus haut à 1.550 euros l'once à un plus bas le 16 mars à 1.337 euros. Cela fait donc une baisse d'environ 15%, mais par la suite son cours a commencé à grimper. En bref, nous cherchons ici à dire que la baisse des cours des cryptoactifs causée par la pandémie ne met pas en question leur potentiel en tant que valeurs refuges. En effet, cette baisse n'était que temporaire, avant de retrouver leur statut de valeur refuge, exactement comme c'était le cas pour l'or.

Bien que l'ajout des cryptoactifs entraîne une plus grande volatilité du portefeuille (comme le montre le tableau 9), cet effet est compensé par le rendement attendu élevé. En effet, si le risque mesuré par l'écart-type est également élevé pour les portefeuilles avec les cryptoactifs,

l'ampleur de l'augmentation était inférieure à celle des rendements, ce qui se traduit par des coefficients de variation qui s'améliorent avec l'augmentation de l'exposition aux cryptoactifs.

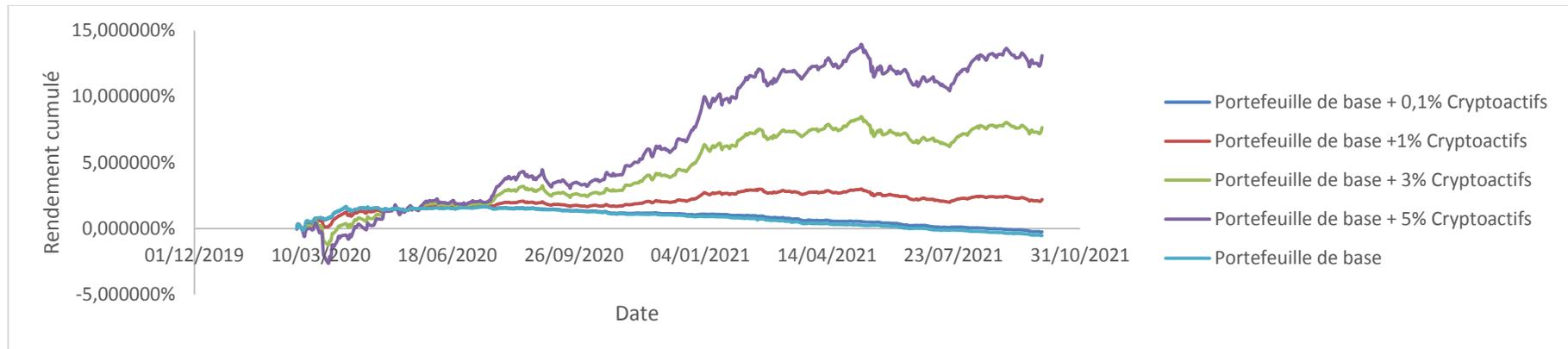
Bien que nous puissions penser que l'augmentation des rendements vaut le risque supplémentaire, la logique pour un investisseur institutionnel comme la BCT n'est pas pareille. En effet, une banque centrale n'est pas en mesure d'assumer un risque supplémentaire élevé même s'il y'a amélioration plus importante des rendements. Cependant, des proportions relativement faibles dans les cryptoactifs peuvent entraîner des rendements importants du portefeuille, sans avoir à subir des risques significativement plus élevés. Par exemple l'allocation de 0,1% de cryptoactifs a pu augmenter le rendement du portefeuille de 37,32% avec une légère augmentation de 0,15% du risque.

En conclusion, l'allocation naïve de cryptoactifs dans un portefeuille diversifié ne semble pas être l'approche la plus appropriée pour un investisseur averse au risque comme BCT. En effet, nous pouvons constater que cette approche est arbitraire et pourrait faire subir à la BCT d'énormes pertes. Nous avons déjà remarqué qu'au cours de la deuxième période, l'allocation de 0,1% de cryptoactifs a augmenté le risque de 0,15%. Imaginons donc les conséquences d'une allocation plus importante. Cependant, le cadre Moyenne-Variance de Markowitz semble plus approprié. Il est vrai qu'avec les cryptoactifs, nous n'avons pas été en mesure de diminuer le risque de manière significative. Cependant, quelle que soit la période sur laquelle nous travaillons, et quelles que soient les grandes fluctuations que les cryptoactifs et les obligations ont connues, cette approche nous a permis de diminuer légèrement le risque tout en améliorant la performance du portefeuille.

Tableau 9: Résultats de l'allocation naïve : Période 2

	Rendement périodique	Écart-Type périodique	Coefficient de variation	Allocation d'actifs (Poids)				
				ISDB	JBIC	US	BTC	ETH
<b>Portefeuille de base (sans cryptoactifs)</b>								
PVM de base	-0,5168%	1,0621%	-2,0552	8,0667%	29,4118%	62,5214%	-	-
<b>Allocations naïves des cryptoactifs</b>								
0,1%	-0,2445%	1,0626%	-4,3461	8,0334%	29,3785%	62,4881%	0,0500%	0,0500%
1%	2,2063%	1,4619%	0,6626	7,7334%	29,0785%	62,1881%	0,5000%	0,5000%
3%	7,6524%	3,2887%	0,4298	7,0667%	28,4118%	61,5214%	1,5000%	1,5000%
5%	13,0985%	5,3267%	0,4067	6,4001%	27,7452%	60,8548%	2,5000%	2,5000%

Figure 10: Rendements cumulatifs - Portefeuille de base avec et sans allocations de cryptoactifs (Période 2)



### Section 3 : Interprétation des résultats et discussion

Moins de douze ans après leur création, les cryptoactifs sont sorties de l'ombre pour susciter un vif intérêt non seulement de la part des particuliers et des entreprises, mais aussi de la part des banques centrales. En effet, ils ont essentiellement attiré l'attention de ces dernières en raison des avantages possibles de diversification qu'elles pourraient en tirer. Un tel constat pourrait bouleverser la façon avec laquelle la banque centrale de Tunisie gère ses réserves de change, et ce en restant toujours conforme aux trois principes clés à savoir : préserver ses avoirs de réserve, assurer leur liquidité tout en cherchant à maximiser leur rendement.

Il est vrai qu'à un moment donné nous nous avons douté de l'intérêt d'intégrer les cryptoactifs dans un portefeuille, compte tenu de leur volatilité intrinsèque qui pourrait augmenter le risque du. Cependant, le présent travail vient de s'ajouter aux plusieurs travaux existants pour confirmer l'idée selon laquelle les cryptoactifs (représentés dans notre travail par le bitcoin et l'ethereum) représentent un outil de diversification permettant l'optimisation du couple rendement/risque. Cependant, il faut noter que cette diversification dépend de la période durant laquelle les cryptoactifs sont ajoutés, du poids alloué à ces derniers et de la méthode d'allocation suivie.

Deux méthodes d'allocation ont été suivies. Il s'agit d'une méthode d'allocation via l'optimisation de Markowitz (1952) en cherchant à minimiser la variance du portefeuille, et une méthode d'allocation naïve. Pour la première approche le potentiel de diversification des cryptoactifs ressort bien dans l'amélioration du rendement du portefeuille à variance minimale sans trop minimiser le risque, et ce malgré leur modeste pondération de 0,06 % pour la première période et de 0,04% pour la deuxième. Le même constat est remarqué en examinant la frontière efficiente. En effet, nous avons constaté que l'inclusion des cryptoactifs déplace la frontière efficiente vers une meilleure position et améliore le portefeuille à variance minimale lors des deux périodes.

Il convient cependant de noter que l'ampleur de cette diversification n'est pas la même durant les deux périodes. En effet, l'impact de l'ajout des cryptoactifs durant la première sous-période peut être qualifié de faible en matière d'amélioration du couple rendement- risque. En revanche, il semble qu'au cours de la deuxième sous-période étudiée, une amélioration significative des caractéristiques du portefeuille à variance minimale a eu lieu : le rendement a augmenté de 24,51% et le risque a diminué de 0,1%. Nous pouvons conclure

donc, que durant cette période, le bitcoin et l'ethereum peuvent être qualifiés comme étant un outil de diversification de grande efficacité tout en maximisant le rendement de portefeuille, sans augmenter le risque de ce dernier. Ce constat est conforme à la majorité des travaux existants qui considèrent que le potentiel de diversification des cryptoactifs ressort dans l'amélioration du rendement plutôt que dans la minimisation du risque. Nous citons à titre d'exemple les travaux de Platanakis et al. (2018), Petukhina et al. (2018), Holovatiuk (2020) et Yechi, Ferhana, Mia, et Wang (2020). Economiquement parlant, il semble que durant cette période de crise, le marché des cryptoactifs était insensible aux facteurs liés aux marchés obligataires et aux chocs externes, ce qui permet de les qualifier comme étant un outil de diversification de grande efficacité et une valeur refuge. Nous soutenons ainsi l'idée selon laquelle la crise du Covid-19 a renouvelé l'attrait pour les cryptoactifs en tant qu'actifs refuges et ce même auprès des banques centrales.

Comme le poids des cryptomonnaies a été infinitésimal en ayant recours à cette première approche et ce en raison de leur contribution trop forte à la volatilité du portefeuille, nous avons eu recours à l'approche d'allocation naïve pour mesurer l'impact d'une pondération plus forte des cryptoactifs. En suivant cette approche, nous soutenons que les cryptoactifs n'apportent des avantages en termes de diversification et d'amélioration de la performance du portefeuille de la BCT qu'à travers de faibles allocations en cryptoactifs (soit une allocation de 0,1%). Conformément aux résultats trouvés par la première approche, ces avantages sont essentiellement la résultante de l'amélioration du rendement contre une légère variation à la baisse ou à la hausse du risque. Cependant, en ayant recours à des pondération plus forte des cryptoactifs, les résultats indiquent qu'à mesure que le poids des cryptoactifs augmente le rendement augmente et le risque devient plus élevé et à un certain niveau durant la première sous-période, l'augmentation du rendement n'arrive plus à compenser le risque accru du portefeuille, d'où la détérioration du coefficient de variation. Nous soutenons ainsi le constat de Yechi et al (2020) selon lequel la méthode d'allocation en risque via l'optimisation de la moyenne-variance de Markowitz est plus optimal que l'option de diversification naïve.

Dans l'ensemble, il paraît que les cryptoactifs offrent de meilleurs rendements au portefeuille. Ils sont plus intéressants pour les stratégies qui exigent des rendements plus élevés, sans pour autant contribuer à la minimisation de la variance. De plus, nous avons constaté que ces cryptoactifs n'offrent cet avantage de diversification que dans une certaine mesure, soit grâce à l'ajout d'une fraction minimale. Nous pensons ainsi que la BCT devrait faire attention à ne pas surinvestir dans les cryptoactifs. Nous recommandons aussi à la BCT

d'opter pour une approche d'allocation par les risques, en suivant l'approche de Markowitz que d'opter pour une allocation naïve. En effet, nous avons trouvé qu'en suivant une telle approche, même si l'augmentation du rendement devient non significative en raison la forte volatilité des cryptoactifs durant certaines périodes, le risque tel que mesuré par l'écart type est atténué et donc il n'y aura pas de pertes en capital à subir. Cependant, bien que nos résultats soient encourageants, il semble que la BCT pourrait être encore réticente quant à l'investissement en ces derniers et ce bien qu'elle croie en la pérennité de la technologie sous-jacente de la blockchain. En effet, il semble que même si l'investissement dans ces cryptoactifs présente une véritable opportunité, il pose de sérieux problèmes que les banques centrales doivent être en mesure de surmonter afin que la BCT puisse envisager légitimement de les inclure dans ses réserves en tant qu'actifs d'investissement. À notre avis, l'évolution des cryptoactifs et le soutien réglementaire sont les deux facteurs les plus importants qui doivent être améliorés afin que les banques centrales puissent penser à les considérer comme des actifs d'investissement de réserve de change. Nous ne pensons pas que cette condition est impossible. D'ailleurs de nombreux régulateurs à travers le monde cherchent un cadre réglementaire qui permettrait d'encadrer les cryptoactifs, car selon eux ces derniers ont atteint des niveaux de capitalisation suffisamment importants pour ne plus être considérés comme négligeables. En effet, les cryptoactifs deviennent de plus en plus incontournables, et en prenant conscience de ce constat, les Etats commencent à rompre avec la tendance de mettre en place des restrictions et commencent de plus en plus à mettre en place des mesures de reconnaissance et d'encadrement, afin de protéger les. A cet égard, la Présidente de la Banque Centrale Européenne, Christine Lagarde a appelé à un encadrement du bitcoin. En effet elle a déclaré lors d'une conférence organisée par l'agence Reuters « *Il doit y avoir une réglementation. Il faut l'appliquer et s'accorder sur ce point au niveau mondial car, s'il y a une échappatoire, celle-ci sera utilisée* ». Ainsi, la réglementation internationale pourrait faciliter la création d'infrastructures d'information et de conseillers financiers certifiés formés aux actifs numériques et pourrait réduire les risques de cybercriminalité et de fraude en ligne.

Finalement, nous pensons que l'inclusion des cryptoactifs dans les réserves de change de la BCT se heurte en grande partie à l'instabilité des prix de ces derniers, et ce bien que cette instabilité puisse être compensée par les rendements élevés qu'ils proposent et par leur capacité à être utilisé en tant qu'outil de diversification. Nous pouvons comprendre en partie la logique derrière cette réflexion, cependant, nous ne croyons pas que le refus total de l'idée soit la solution la plus judicieuse. En effet, nous croyons que « *Mieux vaut prendre le*

*changement par la main avant qu'il ne nous prenne par la gorge* » comme dit le dicton. En d'autres termes, il ne faut pas tourner le dos à la possibilité qu'un jour la BCT ait intérêt à détenir des cryptoactifs ou des cryptomonnaies dans son portefeuille et ce en raison de la croissance de leur utilisation et de leur acceptation par les banques centrales.

## **Conclusion**

Ce chapitre a fourni une évaluation des avantages potentiels de la détention de cryptoactifs (bitcoin et ethereum) en utilisant le cas de la banque centrale de Tunisie. Nous avons utilisé dans un premier lieu l'approche moyenne-variance de Markowitz. Nous avons constaté que les portefeuilles diversifiés qui prennent en compte les cryptoactifs offrent de meilleurs rendements pour un niveau de risque donné, par rapport au portefeuille de base sans cryptoactifs. Ainsi, nous soutenons l'idée selon laquelle les cryptoactifs pourraient jouer un rôle dans la diversification du portefeuille d'investissement de la BCT. Cependant, nous avons constaté que la significativité de cette diversification est sensible à la période considérée. En effet, c'est surtout durant la deuxième sous-période marquée par la crise sanitaire et financière mondiale que l'atout des cryptoactifs en tant qu'outil de diversification ressort le mieux. Cette période nous a permis de voir le comportement des cryptoactifs en période de crise et de constater qu'ils deviennent de plus en plus une alternative offerte aux marchés financiers pour les investisseurs et nous soutenons donc l'idée selon laquelle le bitcoin et l'ethereum représentent des valeurs refuge.

Ensuite, l'approche d'allocation naïve a été aussi adoptée et nous avons constaté qu'en utilisant cette dernière, la volatilité frappante des cryptoactifs pourrait annuler les avantages de diversification en cas d'une forte allocation. Ainsi, nous soutenons le constat selon lequel l'adoption de l'approche moyenne-variance de Markowitz qui tient en compte du risque pour la détermination de la pondération optimale à allouer aux cryptoactifs est meilleur que l'approche d'allocation naïve.

Bien que nos résultats sur l'investissement prudent en cryptoactifs soient encourageants, et que le potentiel de diversification des cryptos ressort bien dans l'amélioration du rendement sans trop minimiser le risque, l'absence de réglementation internationale qui encadre les cryptoactifs avec l'instabilité des prix de ces derniers représentent les facteurs les plus importants qui empêchent la BCT à envisager l'inclusion légitime de ces derniers dans ses réserves en tant qu'actifs d'investissement.

## CONCLUSION GENERALE

L'émergence des cryptomonnaies a marqué cette décennie et a attiré l'attention de nombreux acteurs du secteur, particuliers et experts. Celles-ci ont vu le jour en tant que génération innovante d'applications basées sur la blockchain. En effet, il s'agit d'instruments financiers dont leur utilisation a nettement augmenté depuis l'introduction de bitcoin par un pirate informatique qui se fait appeler Satoshi Nakamoto. Depuis ce jour, le marché des cryptomonnaies a considérablement gagné en maturité. Alors qu'il n'existait que 66 types de cryptomonnaies en 2013, nous comptons aujourd'hui plus que 5500 pour une valeur mesurée en milliards de dollars. Comme elles sont anonymes, décentralisées, faciles à utiliser et peuvent réduire les coûts de transaction, comme leur marché est isolé des facteurs liés au marché et des chocs externes, les cryptomonnaies sont de plus en plus acceptées comme moyen de paiement par certains et comme actif d'investissement par d'autres. Le potentiel des cryptomonnaies et des blockchains n'échappe pas non plus aux banques centrales. Ces dernières qui ne croyaient pas auparavant au potentiel de cette innovation ont décidé d'infléchir leur position et ont commencé dans un premier temps à la création de leur propre monnaie digitale. Il semble même que les cryptomonnaies privées existantes pourraient servir les banques centrales à d'autres fins. Nous parlons ici de la réflexion quant à l'ajout de ces dernières dans les réserves de change des banques centrales. En effet, il semble que ces dernières se développent et s'imposent de plus en plus comme des actrices incontournables de l'univers monétaire mondial. Certains stipulent même que les cryptomonnaies pourraient constituer le véritable terreau de la prochaine monnaie de réserve mondiale et de prendre même la place de l'USD. D'autres pensent que compte tenu de leurs rendements moyens élevés, leur corrélation interne et de leurs faibles corrélations avec des groupes d'actifs externes, les cryptomonnaies représentent de plus en plus un investissement de portefeuille viable pour la gestion des risques via l'optimisation de portefeuille. Par conséquent, même les banques centrales pourraient être amenées à revoir les instruments dans lesquels elles placent la majeure partie de leurs réserves de change et à incorporer les cryptoactifs dans leurs portefeuilles.

Nous nous sommes intéressés dans un premier temps à la question de savoir si ces cryptomonnaies peuvent être intégrées aux portefeuilles de réserve de change de la banque centrale de Tunisie en tant que monnaies ou actifs d'investissement. Après un examen de la littérature existante, nous avons trouvé que les études menées affirment majoritairement que

les cryptomonnaies ne remplissent pas tous les critères d'une monnaie traditionnelle à savoir, c'est uniquement l'attribut de moyen d'échange qui est rempli et respecté par les cryptomonnaies à forte capitalisation. Cependant, il semble que, d'un point de vue économique, les cryptomonnaies aient le pouvoir de respecter les trois exigences initialement introduites par Sharpe en 1992, ce qui conduit plusieurs auteurs à les considérer comme des actifs. Nos analyses de corrélation confirment aussi ce constat. En outre, pour ce qui est des autorités et des banques centrales, la majorité d'entre elles considère que les cryptomonnaies ne remplissent pas les fonctions d'une monnaie, elles estiment que ces dernières ne doivent pas être considérées comme de la monnaie, mais comme une forme d'actif. Nous avons décidé donc d'examiner ce que l'ajout de ces actifs dans le portefeuille d'investissement de la banque centrale pourrait avoir comme conséquences en termes de diversification et d'optimisation du portefeuille en question.

Dans l'objectif de mener à ce travail, l'examen du cadre de gestion des réserves de change de la banque centrale était un exercice indispensable, étant donné qu'en tant qu'investisseur la BCT a plus de restrictions dans sa stratégie que les autres investisseurs. Nous avons simulé un portefeuille de base constitué de trois obligations : souveraine, internationale et supranationale, avec des marchés secondaires profonds et liquides, qui garantissent le plus haut niveau de sécurité. Concernant les cryptoactifs, il a été décidé d'inclure le bitcoin et l'éthereum étant donné qu'ils ont les capitalisations boursières les plus fortes et les niveaux de liquidité les plus élevés. Le cadre traditionnel de moyenne-variance de Markowitz était appliqué afin d'étudier les performances des portefeuilles diversifiés avec et sans inclusion des cryptoactifs. Nous avons pris en considération l'épidémie de COVID-19 dans nos analyses via la définition de deux périodes d'analyse, avant et après l'épidémie. Les résultats sont fournis sous la forme de tableaux où les statistiques de rendement moyen, de risque moyen et de coefficient de variation sont présentés et sous forme des frontières efficientes de ces portefeuilles.

Nos résultats fournissent des preuves empiriques quant au potentiel de diversification des cryptoactifs. Ce dernier ressort bien dans l'amélioration du rendement du portefeuille à variance minimale sans trop minimiser le risque, et ce malgré leur modeste pondération durant les deux périodes considérées. Ce constat est conforme à la majorité des travaux existants qui considèrent que le potentiel de diversification des cryptoactifs ressort dans l'amélioration du rendement plutôt que dans la minimisation du risque (Platanakis et al. (2018), Petukhina et al. (2018), Holovatiuk (2020) et Yechi, Ferhana, Mia, et Wang (2020)).

En outre, l'inclusion des cryptoactifs déplace la frontière efficiente vers une meilleure position et améliore le portefeuille à variance minimale. Cependant, nous avons constaté que l'amélioration de ce dernier est plus significative durant la deuxième période post Covid. Il semble que durant cette période de crise, le marché des cryptoactifs était insensible aux facteurs liés aux marchés obligataires et aux chocs externes, ce qui permet de les qualifier comme étant un outil de diversification de grande efficacité et une valeur refuge. D'ailleurs, durant cette période nous avons constaté une relation négative et faible entre les rendements des cryptoactifs et la majorité des obligations, alors que ces relations n'existaient pas dans la première période. Nous soutenons ainsi l'idée selon laquelle la crise du Covid-19 a donné de l'intérêt pour les cryptoactifs en tant qu'actifs refuges.

En outre, nous avons eu recours à l'allocation naïve en cryptoactifs, où quatre scénarios d'allocation ont été utilisés, allant d'une allocation infinitésimale de 0,1% jusqu'à une allocation de 5%. Nous avons trouvé que les cryptoactifs auraient contribué positivement aux rendements cumulés. En outre, nous avons constaté que les cryptoactifs n'apportent des avantages en termes de diversification et d'amélioration de la performance du portefeuille de la BCT qu'à travers de faibles allocations en cryptoactifs et que ces avantages sont essentiellement la résultante de l'amélioration du rendement. Cependant, en ayant recours à des pondérations plus forte des cryptoactifs, les résultats indiquent qu'à mesure que le poids des cryptoactifs augmente le rendement augmente et le risque devient plus élevé et à un certain niveau durant la première période, l'augmentation du rendement n'arrive plus à compenser le risque accru du portefeuille d'où la détérioration du coefficient de variation. Ainsi, nous soutenons le constat de Yechi, Ferhana, Mia et Wang (2020) selon lequel la méthode d'allocation via l'optimisation de la moyenne variance de Markowitz est plus optimal que l'option de diversification naïve.

Bien que nos résultats sur l'investissement prudent en cryptoactifs soient encourageants, il existe certaines limites qui nécessitent des recherches futures afin de confirmer la véracité des résultats de notre étude. Tout d'abord, il convient de noter que les cryptoactifs sont des actifs nouveaux et risqués et que, par conséquent, les méthodes traditionnelles d'évaluation du risque peuvent ne pas être suffisantes. En effet, nous avons supposé que l'écart-type est une mesure correcte des risques du portefeuille, bien que cela soit vrai si les rendements sont normalement distribués. Cependant, le niveau d'aplatissement élevé des obligations durant la deuxième et l'asymétrie positive de toutes les variables montrent que leurs rendements sont en fait peu susceptibles d'être normalement distribués. Cela signifierait que notre mesure de

risque ne capture pas entièrement le risque d'un portefeuille et que durant cette période la BCT pourrait subir des pertes énormes que nous n'avons pas pu identifier et mesurer à travers l'écart-type comme mesure de risque. De plus, dans ce travail, nous avons été confrontés à la confidentialité des données concernant les actifs qui composent le portefeuille d'investissement de la BCT. Nous avons essayé de simuler ce portefeuille en nous limitant aux obligations gouvernementales et supranationales dont le marché secondaire est profond et liquide. Cependant, notre choix reste relativement arbitraire. Par conséquent, l'impact de l'ajout de cryptoactifs pourrait être totalement différent si nous travaillons avec les actifs réels inclus dans le portefeuille d'investissement de la BCT. En outre, nous n'avons pas pris en considération les effets des coûts de transaction et de rééquilibrage optimal sur la performance du portefeuille et sa diversification. Toutes ces limites peuvent déboucher sur de nouvelles voies futures de recherche

Ainsi, nous suggérons que des recherches plus approfondies sur l'estimation précise du risque du point de vue des investissements soient envisagées. Ensuite, davantage de mesures de performance pourraient être utilisées pour évaluer les résultats des stratégies d'investissement. Enfin, des stratégies supplémentaires d'allocation et d'optimisation de portefeuille pourraient être incluses dans les études.

# TABLE DES MATIERES

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>II</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>III</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>VII</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE</b> .....	<b>4</b>
<b>SUR LES CRYPTOMONNAIES</b> .....	<b>4</b>
INTRODUCTION .....	5
SECTION 1 : LES CRYPTOMONNAIES ET LA TECHNOLOGIE DE LA BLOCKCHAIN .....	5
1. <i>Cryptomonnaies et blockchain : Définition et fonctionnement</i> .....	5
2. <i>Marché des cryptomonnaies</i> .....	6
3. <i>Les différents types de cryptomonnaies</i> .....	8
SECTION 2 : CRYPTOMONNAIES : AVANTAGES ET INCONVENIENTS .....	10
1. <i>Les avantages des cryptomonnaies</i> .....	10
2. <i>Les inconvénients des cryptomonnaies</i> .....	12
SECTION 3 : POTENTIEL ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DES CRYPTOMONNAIES... 14	
1. <i>Les cryptomonnaies : Futur mode de paiement</i> .....	14
2. <i>Cryptomonnaies : Véritable alternative aux investissements</i> .....	15
3. <i>Cryptomonnaies : Un instrument d'inclusion financière et une alternative potentielle aux réserves de change des banques centrales</i> .....	16
3.1. <i>Cryptomonnaie : Instrument d'inclusion financière</i> .....	17
3.2. <i>Une alternative potentielle aux réserves de change des banques centrales..</i>	19
3.2.1. <i>Cryptomonnaie : Monnaie de réserve pour les banques centrales</i> .....	19
3.2.2. <i>Cryptomonnaie : Actif d'investissement pour les banques centrales</i> .....	21
CONCLUSION .....	22
<b>CHAPITRE II : LA CRYPTOMONNAIE : MONNAIE OU ACTIF D'INVESTISSEMENT ?</b> .....	<b>24</b>

INTRODUCTION .....	25
SECTION 1 : LES ATTRIBUTS DE LA MONNAIE ET D'UN ACTIF .....	25
1. <i>Les attributs de la monnaie</i> .....	25
1.1. Les trois attributs traditionnels de la monnaie .....	25
1.2. La monnaie : une source de revenus de seignuriage et un outil de stabilisation macroéconomique et financière .....	26
2. <i>Les attributs de l'actif</i> .....	27
2.1. Agrégation stable.....	27
2.2. Possibilité d'investissement .....	28
2.3. Homogénéité interne .....	28
2.4. Hétérogénéité externe.....	28
2.5. Utilité attendue .....	28
2.6. Compétence de sélection .....	29
2.7. Un accès économique.....	29
SECTION 2 : LA CRYPTOMONNAIE ; MONNAIE OU ACTIF ? : ETAT DE L'ART .....	29
1. <i>Conformité des cryptomonnaies aux attributs de la monnaie</i> .....	29
1.1. Unité de compte .....	29
1.2. Réserve de valeur .....	30
1.3. Moyen d'échange .....	30
1.4. Le droit de seignuriage .....	31
1.5. La stabilisation macroéconomique et financière .....	31
2. <i>Conformité des cryptomonnaies aux attributs de la classe d'actifs</i> .....	32
2.1 Agrégation stable.....	33
2.2 La capacité d'investissement .....	33
2.3 Homogénéité interne et hétérogénéité externe .....	34
2.4 L'utilité attendue .....	34
2.5 Compétence de sélection .....	34
2.6 L'accès économique.....	34
3. <i>Banques centrales et classification des cryptomonnaies</i> .....	35
SECTION 3 : QUELS INTERETS D'INVESTIR DANS LES CRYPTOACTIFS ? .....	36
1. <i>Cryptoactif : Un objet de spéculation sans aucune valeur ?</i> .....	37
2. <i>Cryptoactif : Une valeur refuge ?</i> .....	38
3. <i>Cryptoactif : Un outil pour améliorer l'utilité attendue ?</i> .....	40
CONCLUSION : .....	44

<b>CHAPITRE III : LA CRYPTOMONNAIE EN TANT QU'ACTIF</b>	
<b>D'INVESTISSEMENT AU SEIN DU PORTEFEUILLE DE LA BCT :</b>	
<b>METHODOLOGIE .....</b>	<b>47</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>48</b>
<b>SECTION 1 : CADRE DE GOUVERNANCE DE LA GESTION DES RESERVES DE LA BANQUE</b>	
<b>CENTRALE DE TUNISIE .....</b>	<b>48</b>
1. <i>Politique d'investissement.....</i>	<i>49</i>
2. <i>Directives d'investissement.....</i>	<i>50</i>
3. <i>Allocation stratégique des réserves.....</i>	<i>51</i>
4. <i>Processus de gestion des risques .....</i>	<i>52</i>
4.1. <i>Risques de marché.....</i>	<i>52</i>
4.2. <i>Risque de liquidité.....</i>	<i>53</i>
4.3. <i>Risque de crédit.....</i>	<i>53</i>
5. <i>Suivi et reporting.....</i>	<i>54</i>
<b>SECTION 2 : DONNEES .....</b>	<b>54</b>
1. <i>Source et fréquence des données.....</i>	<i>54</i>
2. <i>Cryptoactifs.....</i>	<i>55</i>
3. <i>Portefeuille de référence / de base.....</i>	<i>56</i>
<b>SECTION 3 : METHODOLOGIE.....</b>	<b>57</b>
1. <i>Définition des périodes d'études :.....</i>	<i>57</i>
2. <i>Construction des portefeuilles.....</i>	<i>58</i>
2.1. <i>Portefeuille de base .....</i>	<i>58</i>
2.2. <i>Nouveau portefeuille .....</i>	<i>58</i>
3. <i>Rendements et risques des portefeuilles.....</i>	<i>58</i>
4. <i>Optimisation moyenne-variance de Markowitz.....</i>	<i>59</i>
5. <i>Approche naïve.....</i>	<i>61</i>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>62</b>
 <b>CHAPITRE IV : CRYPTOACTIFS ET DIVERSIFICATION DU</b>	
<b>PORTEFEUILLE D'INVESTISSEMENT DE LA BANQUE CENTRALE DE</b>	
<b>TUNISIE : LES RESULTATS EMPIRIQUES .....</b>	
	<b>63</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>64</b>
<b>SECTION1 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES ET ANALYSE DE CORRELATION.....</b>	<b>64</b>
1. <i>Définition des périodes d'études .....</i>	<i>64</i>

2. <i>Statistiques descriptives</i> .....	67
2.1. Statistiques descriptives : Période 1 .....	67
2.2. Statistiques descriptives : Période 2 .....	69
3. <i>Analyse de corrélation</i> .....	70
3.1. Analyse de corrélation : Période 1 .....	71
3.2. Analyse de corrélation : Période 2 .....	71
SECTION 2 : RESULTATS EMPIRIQUES .....	73
1. <i>Résultats d'optimisation selon l'approche de Markowitz</i> .....	73
1.1. Résultats d'optimisation selon l'approche de Markowitz : Période 1.....	73
1.2. Résultats d'optimisation selon l'approche de Markowitz : Période 2.....	77
2. <i>Résultats de l'allocation naïve</i> .....	82
2.1. Résultats de l'allocation naïve : Période 1 .....	82
2.2. Résultats de l'allocation naïve : Période 2 .....	85
SECTION 3 : INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSION .....	88
CONCLUSION .....	91
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>92</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>96</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>100</b>

## BIBLIOGRAPHIE

- Aalborg, H., Molnar, P., & de Vries, J. (2019 ). What can explain the price, volatility and trading volume of Bitcoin? *Finance Research Letters, Elsevier*, vol. 29(C), pages 255-265.
- Allen, F., Demirguc-Kunt, A., Klapper, L., & Martinez Peria, M. (2016, Martinez Peria, M.S.). The foundations of financial inclusion: understanding ownership and use of formal accounts. *Journal of Financial Intermediation*, 27, 1–30.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfi.2015.12.003>
- Ammous, S. (2018). Can cryptocurrencies fulfil the functions of money? *Quarterly Review of Economics and Finance*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.qref.2018.05.010>
- Bailly , J. (2020, 10 11). *Les crypto monnaies : spéculation ou révolution ?* Consulté le 10 25, 2021, sur Bailly consulting: <https://www.lalibre.be/economie/decideurs-chroniqueurs/2020/11/10/les-crypto-monnaies-speculation-ou-revolution-MWSQ7MJCGZHBTHVOA2JNOTZZ5Y/>
- Baur, D., Hong, K., & Lee, A. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *J. Int. Financ. Mark. Inst. Money* 54, , 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.004>.
- Benigno, P. (2019). Monetary Policy in a World of Cryptocurrencies. *Centre for Economic Policy Research Discussion Paper 13517*.
- Brauneis, A., & Mestel, R. (2018). Price discovery of cryptocurrencies: Bitcoin and beyond. *Economics Letters*, 58-61.
- Brière, M., Oosterlinck, K., & Szafarz, A. (2015). Virtual currency, tangible return: Portfolio diversification with bitcoin. *Journal of Asset Management*, 16(6), 365-373.
- Cardon , P., & Coche, J. (2004). Strategic asset allocation for foreign exchange reserves : . Dans C. BERNADELL, P. CARDON, J. COCHE, F. DIEBOLD, & S. MANGANELLI, *RISK MANAGEMENT FOR CENTRAL BANK FOREIGN RESERVES* (pp. 13-28).

- Chapman, J., & Wilkins, C. (2019). Crypto “Money”: Perspective of a Couple of Canadian Central Bankers. *Banque du Canada : Staff Discussion Paper / Document d’analyse du personnel*.
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, D. (2016). The economics of BitCoin price Formation. *Applied Economics*, 48(19), 17799-1815.
- Clark, A., & Mihailov, A. (2019). Why private cryptocurrencies cannot serve as international reserves but central bank digital currencies can. *Discussion Paper No. 2019-09- Department of Economics-Economic Analysis Research Group (EARG)*.
- Cohen, B. (1971). *The future of sterling as an international currency*, London: Macmillan.
- Corbet, S., Lucey, B., Urquhart, A., & Yarovaya, L. (2019). Cryptocurrencies as a financial asset: a systematic analysis. *Int. Rev. Financ. Anal.* 62, 182–199. doi: 10.1016/j.irfa.2018.09.003.
- Dai, M., & Sidiropoulos, M. (2017). Le bitcoin est-il une monnaie ? *Bulletin de l’Observatoire des politiques économiques en Europe*, vol. 37, issue 1, 5-12.
- De Vauplane , H. (2021, Juin 15). *Blockchain & Cryptoactifs : Actualités réglementaires en France et à l’international*. Récupéré sur <https://www.eifr.eu/uploads/eventdocs/60c8c13a1694a796397823.pdf>
- Dibrova, A. (2016). Virtual currency: new step in monetary development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 229, 42 – 49.
- Dyhrberg, A. (2016). Bitcoin, gold and the dollar – a GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters Volume 16*, 85-92.
- Eisl, A., Gasser, S., & Weinmayer, K. (2015). aveat Emptor: Does Bitcoin Improve Portfolio Diversification? Récupéré sur <http://epub.wu.ac.at/4674/>
- Elbeck, C., & Baek, M. (2015). Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. *Applied Economics Letters*, 22(1), 30-34. doi:<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504851.2014.916379>
- Elendner, H., Trimborn, S., Ong, B., & Lee, T. (2018). The cross-section of crypto-currencies as financial assets: Investing in crypto-currencies beyond Bitcoin. *Handbook of blockchain, digital finance, and inclusion (Vol. 1) Academic Pr*, 145–173.

- Fidelity Digital Assets. (2020). *BITCOIN'S ROLE AS AN ALTERNATIVE INVESTMENT*.  
Récupéré sur [https://www.fidelitydigitalassets.com/bin-public/060\\_www\\_fidelity\\_com/documents/FDAS/bitcoin-alternative-investment.pdf](https://www.fidelitydigitalassets.com/bin-public/060_www_fidelity_com/documents/FDAS/bitcoin-alternative-investment.pdf)
- Finma. (2018, February 16). *FINMA publishes ICO guidelines. Press release*. Récupéré sur Finma: <https://www.finma.ch/en/news/2018/02/20180216-mm-ico-wegleitung/>
- Fisher, S., & Lie, M. (2004). Asset allocation for central banks: optimally combining liquidity, duration, currency and non-government risk by. Dans C. BERNADELL, P. CARDON, J. COCHE, F. DIEBOLD, & S. MANGANELL, *RISK MANAGEMENT FOR CENTRAL BANK FOREIGN* (pp. 75-95).
- FMI. (2005). *Directives pour la gestion des réserves de change : document d'accompagnement et études de cas*. Récupéré sur International Monetary Fund: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/ferm/guidelines/2005/>
- Frazzini, A., Israel, R., & Moskowitz, T. (2018). Trading costs. Retrieved from. *SSRN*.  
Récupéré sur <https://ssrn.com/abstract=3229719>
- Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkorn, M., Weber, M., & Michael, S. (2014, 3rd quarter). Bitcoin - Asset or currency? Revealing users' hidden intentions. *efinancelab*. Récupéré sur <https://d-nb.info/1225897009/34>
- Grinberg, R. (2011). Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency. *Hastings Science & Technology Law Journal*, 4, 160-207.
- Guesmi, K., Saadi, S., Abid, I., & Ftiti, Z. (2018). Portfolio diversification with virtual currency: Evidence from bitcoin. *International Review of Financial Analysis*.
- Hazlett, P., & Luther, W. (2019). Is bitcoin money? And what that means. *The Quarterly review of Economics and Finance*, 77, 144–149.
- Henningsson, M. (2019). *Can cryptocurrencies enhance portfolio performance? A broader look at the role of cryptocurrencies in a mean-variance optimal portfolio*. Récupéré sur LUND UNIVERSITY: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/8971420>
- Hileman, G., & Rauchs, M. (2017). Global cryptocurrency benchmarking study. *Cambridge, UK: University of Cambridge*.

- Holovatiuk, O. (2020). Cryptocurrencies as an asset class in portfolio optimisation. *Central European Economic Journal* 7(54), 33-55.
- Hougan, M., & Lawant, D. (2021, January 7). *CRYPTOASSETS THE GUIDE TO BITCOIN, BLOCKCHAIN, AND CRYPTOCURRENCY FOR INVESTMENT PROFESSIONALS*. Consulté le September 17, 2021, sur CFA Institute:  
<https://www.cfainstitute.org/en/research/foundation/2021/cryptoassets>
- Hu, A., Parlour, C., & Rajan, U. (2018). Cryptocurrencies: Stylized Facts on a New Investible Instrument. *Social Science Research Network (SSRN)*.  
 doi:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3182113>
- Kajtazi, A., & Moro, A. (2017). Bitcoin, Portfolio Diversification and Chinese Financial Markets. *SSRN 3062064*. Récupéré sur  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3062064](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3062064)
- Kenen, P. (1983). The role of the dollar as an international reserve currency. *Occasional Papers no 13, New York: Group of Thirty*.
- Kinlaw, W., Kritzman, M., Turkington, D., & Markowitz, H. (2017). *A practitioner's guide to asset allocation*. John Wiley & Sons.
- Krückeberg, S., & Scholz, P. (2019). Cryptocurrencies as an Asset Class? Dans K. Guesmi, S. Goutte, & S. Saadi, *In Cryptofinance and Mechanisms of Exchange – The Making of Virtual Currency* (pp. 1-28).
- Laguerre, O., & Desmedt, L. (2015). « L'alternative monétaire Bitcoin : une perspective institutionnaliste ». *Revue de la régulation*, URL :  
<http://journals.openedition.org/regulation/11489> ; DOI : 10.4000/regulation.11489.
- Landau, J., & Genais, A. (2018). *Les crypto-monnaies Rapport au Ministre de l'Économie et des Finances*.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91. Récupéré sur  
[https://www.math.hkust.edu.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz\\_JF.pdf](https://www.math.hkust.edu.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf)
- Moore, W., & Stephen, J. (2016). Should cryptocurrencies be included in the portfolio of international reserves held by central banks? *Cogent Economics & Finance*, DOI: 10.1080/23322039.2016.1147119.

- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash System*. Consulté le Juin 27, 2021, sur [www.bitcoin.org](http://www.bitcoin.org)
- Nishide, K., & Tian, Y. (2019). Brokered versus dealer markets: Impact of proprietary trading with transaction fees. *International Review of Financial Analysis*, 101371.
- O'Dwyer, K., & Malone, D. (2014). Bitcoin mining and its energy footprint. *International Conference on Information and Communities Technologies (ISSC 2014/CIICT 2014)*. Chine .
- Perez, C., Sokolova, K., & Konate, M. (2020). Digital social capital and performance of initial coin offerings. *Technological Forecasting and Social Change*, 152. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119888>.
- Perugini, M. L. (2014). Bitcoin: Between Digital Currency and Financial Commodity. *SSRN*. Récupéré sur [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2526472](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2526472)
- Petukhina, A., Trimborn, S., Härdle, W., & Elendner, H. (2018). Investing with cryptocurrencies – Evaluating the potential of portfolio allocation strategies. *SSRN Electron. J.* 2018;49, 1–41. doi: 10.2139/ssrn.3274193.
- Platanakis, E., & Urquhart, A. (2019). Portfolio management with cryptocurrencies: The role of estimation risk. *Economics Letters*, Volume 177, 76-80.
- Platanakis, E., Sutcliffe, C., & Urquhart, A. (2018). Optimal vs naïve diversification in cryptocurrencies. *Economics Letters* Volume 171, 93–96. doi:10.1016/j.econlet.2018.07.020
- Putnam, B. H. (2004). Thoughts on investment guidelines for institutions with special liquidity and capital preservation requirements. Dans C. BERNADELL, P. CARDON, J. COCHE., F. DIEBOLD, & S. MANGANELLI, *RISK MANAGEMENT FOR CENTRAL BANK FOREIGN RESERVES* (pp. 29-46).
- Rodima-Taylor, D., & Grimes, W. (2018). Cryptocurrencies and digital payment rails in networked global governance. Dans *Bitcoin and Beyond* (pp. 109–132). doi:<https://doi.org/10.4324/9781315211909-6>
- Rotelli, S. (2018). Bitcoin, altcoins et blockchain : spéculation ou révolution ? *BSI Economics*.

- Segendorf, B. (2014). What is bitcoin. *Sveriges riksbank economic review*, 2, 71-87.
- Sharpe, W. (1992). Asset allocation: Management style and performance measurement. *Journal of Portfolio Management*, 18(2), 7–19.
- Smith, P., & Rosevear, C. (2017). *The Digital Revolution: Bitcoin and the future of digital assets 2017*. Récupéré sur blockchain: <https://www.blockchain.com/whitepaper/index.html>
- Söderberg, G. (2018). Are Bitcoin and other crypto-assets money? *Economic commentaries - SVERIGES RISKS BANK*.
- Symitsi, R., & Chalvatzis, K. (2019). The economic value of Bitcoin: A portfolio analysis of currencies, gold, oil and stocks. *Research in International Business and Finance*, 48, 97-110.
- Tanguy, C. (2020). *CRYPTO MONNAIE : LA MONNAIE VIRTUELLE COMME VALEUR REFUGE ?* Récupéré sur Café de la Bourse.
- Valente, M. (2021, 7 2). *Bitcoin, un objet de spéculation sans aucune valeur?* Consulté le 10 25, 2021, sur Coinhouse: <https://www.allnews.ch/content/points-de-vue/bitcoin-un-objet-de-sp%C3%A9culation-sans-aucune-valeur>
- Van der Auwera, E., Schoutens, W., Petracco Giudici, M., & Alessi, A. (2020). Types of Cryptocurrencies. Dans E. Van der Auwera, W. Schoutens, M. Petracco Giudici, & A. Alessi, *Financial Risk Management for Cryptocurrencies, SpringerBriefs in Finance* (pp. 19-40). doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-51093-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51093-0_2)
- Velde, F. (2013). Bitcoin: A primer. *Chicago Fed Letter from Federal Reserve Bank of Chicago*, 317.
- Ward, A., & Rochemont, S. (2019). An addendum to “A Cashless Society- Benefits, Risks and Issues (Interim paper)”. *Institute and Faculty of Actuaries*.
- Wątopek, M., Drożdż, S., Kwapien, J., Minati, L., Oświęcimka, p., & Stanuszek, M. (2021). Multiscale characteristics of the emerging global cryptocurrency market. *Physics Reports*, 901, 1–82.
- Wu, C., & Pandey, V. (2014). The value of Bitcoin in enhancing the efficiency of an investor's portfolio. *Journal of Financial Planning - Vol 27*, 44-52.

- YATIE, A. (2021). Comment expliquer l'essor du prix des cryptoactifs depuis le début de la pandémie ? *BSI Economics*.
- Yechi, M., Ferhana, A., Mia, L., & Wang, Z. (2020). Portfolio optimization in the era of digital financialization using cryptocurrencies. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 161, 120265 <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.12>.
- Yermack, D. (2015). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal. *Handbook of digital currency*, 31-43.
- Zivanovic , V. (2019). BITCOIN - THE RESERVE CURRENCY OR INVESTMENT OPPORTUNITIES? *Rivista Italiana di Antropologia Applicata Edizione*, 50-59 DOI:10.32054/2499-1848-2019-1-5.

## Autres sources

- Banque Centrale de Tunisie. Consulté le Novembre 10, 2021, sur <https://www.bct.gov.tn/bct/siteprod/actualites.jsp?id=655>
- Banque d'Algérie. (s.d.). Consulté le 10 9, 2021, sur <https://www.bank-of-algeria.dz/pdf/inclusion7.pdf>
- BANQUE MONDIALE. (2021, 10 9). *Inclusion financière*. Récupéré sur BANQUE MONDIALE: <https://www.banquemondiale.org/fr/topic/financialinclusion/overview#1>
- CoinMarketCap. Consulté le Juillet 3, 2021 : <https://coinmarketcap.com/>
- FCA. (2020, 03 06). *Unstable coins: cryptoassets, financial regulation and preventing financial crime in the emerging market for digital assets*. Consulté le 10 15, 2021, sur Financial Conduct Authority: <https://www.fca.org.uk/news/speeches/unstable-coins>
- INSEE. (2015). *Patrimoine financier et non financier*. Récupéré sur Institut national de la statistique et des études économiques.
- FMI. (2021). *La part du dollar dans les réserves de change mondiales atteint son niveau le plus faible en 25 ans*. Récupéré sur FMI: <https://www.imf.org/fr/News/Articles/2021/05/05/blog-us-dollar-share-of-global-foreign-exchange-reserves-drops-to-25-year-low>

VISA. (2021). Consulté le 09 26, 2021, sur <https://www.visa.fr/visa/visanet.html>