

# Projet Cryptoptimisation : cahier des charges

Julien Denes, Michaël Trazzi

Faculté des Sciences et Ingénierie – Sorbonne Université

Février 2018

## 1 Analyse du besoin client

### 1.1 Introduction du problème

Aujourd’hui, les monnaies numériques (dites cryptomonnaies) sont en plein essor. L’année 2017 a vu apparaître des centaines de nouvelles cryptomonnaies sur le marché. Le bitcoin, cryptomonnaie la plus connue, ne cesse d’accumuler les records. En 2016, sa valeur a bondi de plus de 120%, dépassant les 1 000 dollars. En 2017, elle pulvérise ses propres exploits et s’évalue à près de 20 000 dollars. La progression fulgurante de son prix attire ainsi toujours plus d’émulation autour d’elle, et ceux qui souhaitent profiter de cette croissance sont toujours plus nombreux. L’investissement dans les cryptomonnaies présente néanmoins un risque important, et est réservé aux investisseurs présentant une excellente tolérance au risque [1]. La haute volatilité des cours des cryptomonnaies exige en effet des nerfs d’acier : la valeur du bitcoin a par exemple été divisée par 3 entre décembre 2017 et janvier 2018.<sup>1</sup>

Partant de ce constat, on souhaite dans ce projet réaliser une plate-forme d’optimisation de portfolio de cryptomonnaies, basée sur différentes théories modernes de l’optimisation de portfolio d’actifs. On souhaite ainsi fournir une aide à la décision et à la gestion de portefeuille pour des utilisateurs de tous types, aussi bien habitués de la spéculation que novices en la matière.

Pour des utilisateurs plutôt novices et avertis au risque, on souhaite s’appuyer sur la théorie moderne du portefeuille développée par MARKOWITZ [2]. Celui-ci a en effet démontré qu’en diversifiant son portfolio, un investisseur peut réduire le risque en choisissant des actifs peu ou pas positivement corrélés, atténuant ainsi le risque de chacun de ses placements. Il obtient ainsi la même espérance de rendement tout en diminuant la volatilité du portefeuille.

On souhaite également proposer un produit utile aux connaisseurs des marchés des cryptomonnaies et aux habitués des portfolios d’actifs boursiers. La littérature [3] montre en effet que le trading algorithmique se révèle bien souvent plus efficace que l’Homme en matière d’optimisation de portfolio, parce qu’ils s’appuient sur des modèles (ou non) imperméables au stress. On s’intéressera donc également ce projet à des critères de décision plus orientés vers la maximisation du gain, pour des investisseurs plus tolérants au risque [4].

### 1.2 Attentes fonctionnelles du besoin

Le produit final de ce projet prendra la forme d’une aide à la décision en ligne pour des individus qui souhaiteraient investir dans les cryptomonnaies. L’outil central de cette plateforme web consistera en une interface de suggestion de compositions possibles de portfolio, selon des critères de natures diverses fixés par l’utilisateur. Parmi eux, on s’intéressera en particulier au critère à optimiser en fonction de l’aversion au risque (minimiser le risque ou maximiser le retour sur investissement), à la durée de l’investissement souhaité, ou encore le choix entre un portfolio fixe sur la période ou ré-optimisé à intervalle régulier.

---

1. Source des données : <https://coinmarketcap.com/>

On proposera également d'autres outils pour permettre aux investisseurs de mieux comprendre le marché, comme un affichage des capitalisations des monnaies, de leur volumes d'échanges, ou encore des graphiques d'évolution des prix et des outils de suivi de la valeur d'un portfolio enregistré par l'utilisateur. Si le temps le permet, on pourra également imaginer implémenter un indicateur autour de la « hype » de chaque monnaie, le marché des cryptomonnaies étant très influencé par des facteurs de popularité [5]. On ne souhaite cependant pas créer une interface de gestion directe de portefeuille : il ne sera pas possible d'acheter ou de vendre des monnaies depuis celle-ci, mais cette option reste envisageable dans une extension future de ce projet [6].

### 1.3 Comparaison à l'offre existante

Les algorithmes dits « de trading », ayant pour rôle l'optimisation automatisée des portfolio d'actifs boursiers traditionnels, sont bien connus du monde académique et largement utilisée dans celui de la finance (voir [4]). Les études sur leur applicabilité et leur application aux marchés des cryptomonnaies sont cependant plus rares, et les auteurs se contentent surtout pour le moment d'études marginales sur la possibilité d'incorporer des cryptomonnaies à des portefeuilles d'actifs standards [1]. Les études qui se focalisent sur les caractéristiques financières portfolios de cryptomonnaies, comme [7] et [8] sont rares, et celles qui tentent d'étudier l'application des algorithmes d'optimisation à des cryptomonnaies sont absentes, mise à part l'étude de JIANG et LIANG [9] qui ne les étudient cependant qu'en comparaison avec leur propre algorithme.

L'environnement des cryptomonnaies présente en effet des caractéristiques propres qu'il sera nécessaire d'étudier avant d'y appliquer des algorithmes d'optimisation de portfolio. Par rapport aux marchés d'actifs standards, les marchés des cryptomonnaies sont très nombreux : la site de référence Coinmarketcap dénombre à ce jour (février 2018) plus de 1500 cryptomonnaies, dont la capitalisation totale s'élève à plus de 430 milliards de dollars, et qui s'échangent sur plus de 8500 marchés. Ces monnaies sont également fortement volatiles, parfois très corrélées entre elles, et sont parfois très influençables du fait des faibles volumes qui y sont échangés. Il sera donc nécessaire d'étudier dans quelle mesure ces caractéristiques peuvent avoir un impact sur les pré-requis des algorithmes d'optimisation usuels. On pense notamment à la théorie moderne du portefeuille de Markovitz qui présuppose de disposer de produits financiers décorrelés.

La solution proposée par ce projet est donc innovante sur de nombreux aspects. En s'intéressant au monde des cryptomonnaies, on cherche à revisiter le sujet bien connu du trading et de son pendant algorithmique, et en permettre un accès au grand public. Les cryptomonnaies ont en effet permis d'ouvrir à un plus grand nombre les opportunités de la spéculation et de la finance. Ce projet s'inscrit dans cette lignée de modernisation en fournissant une aide à la décision robuste pour ces marchés, qui s'appuiera sur les algorithmes à la pointe dans les domaines traditionnels de la finance et qui sont aujourd'hui encore réservés aux professionnels.

## 2 Solution envisagée

### 2.1 Étapes de travail

Il s'agira tout d'abord d'étudier les différents algorithmes de trading déjà existants. L'article de LI et HOI [4] propose un passage en revue de ces algorithmes, et une classification efficace selon différents paramètres :

- le type de trading considéré : portfolio fixé ou bien réorganisé à intervalle régulier.
- le critère de performance auquel ils s'intéressent : minimisation du risque (selon la théorie de la « Mean Variance Theory » basée sur MARKOWITZ [2]), ou maximisation du gain (suivant la « Capital Growth Theory » [10]).

Le but de cette analyse est de proposer dans le produit final des solutions adaptées à la variabilité les demandes que pourraient avoir les utilisateurs quant à l'objectif qu'ils recherchent.

A partir de cette étude, que l'on souhaitera exhaustive au possible, on s'intéressera ensuite à l'applicabilité de ces algorithmes pour le marché des cryptomonnaies. On souhaitera mener des analyses de différents types :

- Vérifier si les hypothèses à la base des algorithmes étudiés sont vérifiées dans le cas des cryptomonnaies. Certains sont en effet basés sur des modèles mathématiques poussés, ou sur des hypothèses relatives aux échanges d'actifs. On cherchera à vérifier théoriquement ces pré-requis.
- Dans la prolongation de ces vérifications, on effectuera ensuite une étude des marchés des cryptomonnaies. On s'intéressera plus particulièrement aux corrélations entre monnaies, ainsi que les impacts qu'elles peuvent avoir sur la réussite des algorithmes d'optimisation. On étudiera également d'autres critères comme la capitalisation des monnaies, bon indicateur de l'influencabilité de son marché, ou encore de leur liquidité, indicateur de la rapidité à laquelle il est possible de les acheter ou les vendre.
- Enfin, on effectuera une analyse empirique de l'efficacité de l'ensemble des algorithmes dans l'environnement des cryptomonnaies. Le but de cette analyse est d'identifier le ou les algorithmes les plus performants pour chacun des critères définis plus tôt. On ne retiendra par la suite que ceux-ci dans l'implémentation du logiciel.

Finalement, la dernière étape de ce projet consistera en l'implémentation du logiciel, qui prendra la forme d'une plateforme web d'aide à la décision pour l'optimisation de portfolio de cryptomonnaies. Ses caractéristiques techniques et ses fonctionnalités précises sont détaillées dans la Section 3 de ce document.

## 2.2 Calendrier indicatif

- Lundi 29 janvier : début du semestre et début du projet
- Mercredi 28 février : cahier des charges terminé
- Mercredi 7 mars : revue de la littérature terminée
- **Mercredi 14 mars : tutorat recherche bibliographique**
- Mercredi 14 mars : liste des algorithmes établie, données collectées
- Mercredi 4 avril : analyse et test des performances des algorithmes terminés
- Mercredi 11 avril : début de l'implémentation de la plateforme web
- Mercredi 16 mai : implémentation de la plateforme web terminée
- **Vendredi 25 mai : rapport à rendre**
- **Mardi 5 - vendredi 7 juin : soutenance**

## 2.3 Forme de la solution

### 2.3.1 Fonctionnalités et caractéristiques

Comme expliqué dans la section 1.2, on attends du produit qu'il propose à l'utilisateur un ensemble d'outils d'aide à la décision pour l'investissement dans les cryptomonnaies. Celle-ci prendra la forme d'une interface web, qui sera développée en R Shiny. Le langage R se prête en effet très bien au traitement des données, et son package Shiny permet un affichage élégant sous forme d'application web. De plus, un certain nombre de fonctionnalités énumérées ci-dessous nécessitent de récupérer en temps réel des données sur les marchés des cryptomonnaies. R Shiny s'y prête bien, notamment grâce à une large offre de packages qui offrent un « habillage » d'API publiques. On citera par exemple `coinmarketcapr` qui, en plus d'offrir les données de Coinmarketcap sous forme directement exploitable, dispose de fonctions d'analyses basiques pré-construites.<sup>2</sup>

Les fonctionnalités que cette plateforme offrira seront de quatre ordres :

1. un affichage des capitalisations des cryptomonnaies : celui-ci prendra la forme d'une carte proportionnelle (treemap), où seront affichés, au moins pour les principales monnaies, leur nom et leur valeur.

---

2. Source : <https://datascienceplus.com/analysing-cryptocurrency-market-in-r/>

2. un graphique d'évolution des prix de chaque monnaie : l'idéal sera de proposer à l'utilisateur la possibilité de modifier la période à afficher (heure/jour/mois/année par exemple) et la monnaie de référence à utiliser (au moins dans un premier temps dollar/euro/bitcoin).
3. une interface d'aide à la construction d'un portfolio : l'utilisateur aura la possibilité de choisir les monnaies à inclure (éventuellement en restreignant à une plateforme d'échange), la période (portfolio qui restera fixé ou qui sera ré-optimisé à l'issue d'une période donnée), ainsi que de choisir le critère d'optimisation (risque ou profil). S'il choisit « risque », il aura possibilité de choisir le niveau de risque. S'il choisit profit, il pourra choisir l'algorithme à utiliser parmi ceux proposés.
4. une interface de suivi et de gestion de portfolio : construit à partir de l'interface précédente ou non, l'interface permettra à l'utilisateur de visualiser la valeur du portfolio, son évolution, ou encore sa composition.

On se permet de rappeler ici que le produit ne consistera qu'en une application d'aide à la gestion de portfolio et d'aide à la décision d'optimisation. Il ne proposera pas de robot de trading qui s'occuperait de l'optimisation de portfolio de manière automatique. Il reste à la charge de l'utilisateur de créer et modifier ses portfolio « à la main » suivant les recommandations de l'application. Cette fonctionnalité pourra cependant faire l'objet d'une extension future de ce projet.

On détaille dans la partie suivante l'organisation générale de l'application en terme de pages web, pour proposer une organisation ergonomique et intuitive de ces différents outils et ainsi permettre à l'utilisateur de les avoir à disposition au moment approprié de sa prise de décision.

### 2.3.2 Design de l'application

L'application web disposera de trois pages distinctes :

- une page d'accueil, où l'utilisateur pourra se connecter.
- une page de tableau de bord personnel, sur laquelle l'utilisateur pourra visualiser la liste de ses portfolios existants, en ajouter de nouveaux, et sélectionner un portfolio à gérer.
- une page de gestion d'un portfolio, où l'utilisateur disposera de deux onglets :
  - un pour la visualisation des performances de son portfolio, qui correspond à la fonctionnalité (4) proposée ci-dessus. Il affichera : sa valeur, son évolution, les monnaies le composant, les graphes de capitalisation et de valeur de ces dernières (par exemple en cliquant dessus), un bouton de modification (ajout ou retrait de monnaies), et un bouton de suppression du portfolio.
  - un pour son optimisation, qui correspond à la fonctionnalité (3). Les monnaies seraient pré-sélectionnées dans le cas d'un portfolio préexistant, mais avec possibilité d'ajout.

On note ici qu'il sera important d'indiquer, dans les conditions d'utilisation, que tout utilisateur qui déciderait de suivre les recommandations proposées par cette application ne pourraient tenir celles-ci pour responsables des pertes qu'ils pourraient subir.

## Références

- [1] Hermann ELENDRER et al. « The Cross-Section of Crypto-Currencies as Financial Assets ». In : *Handbook of Blockchain, Digital Finance, and Inclusion, Volume 1*. Sous la dir. de David LEE KUO CHUEN et Robert H. DENG. Academic Press, 2018. Chap. 7, p. 145–170.
- [2] Harry MARKOWITZ. « Portfolio Selection ». In : *The Journal of Finance* 7.1 (1952), p. 77–91.
- [3] Alain P. CHABOUD et al. « Rise of the Machines : Algorithmic Trading in the Foreign Exchange Market ». In : *The Journal of Finance* 69.5 (2014), p. 2045–2084.
- [4] Bin LI et Steven C.H. HOI. « Online Portfolio Selection : A Survey ». In : *ACM Computing Surveys (CSUR)* 46.3 (2014).
- [5] Stuart COLIANNI, Stephanie ROSALES et Michael SIGNOROTTI. *Algorithmic Trading of Cryptocurrency Based on Twitter Sentiment Analysis*. 2015.

- [6] Isaac MADAN, Shaurya SALUJA et Aojia ZHAO. *Automated Bitcoin Trading via Machine Learning Algorithms*. 2014.
- [7] David LEE KUO CHUEN, Li GUO et Yu WANG. « Cryptocurrency : A New Investment Opportunity ? » In : *The Journal of Alternative Investments* 20.3 (2017), p. 16–40.
- [8] Shi CHEN et al. « Econometric Analysis of a Cryptocurrency Index for Portfolio Investment ». In : *Handbook of Blockchain, Digital Finance, and Inclusion, Volume 1*. Sous la dir. de David LEE KUO CHUEN et Robert H. DENG. Academic Press, 2018. Chap. 8, p. 175–206.
- [9] Zhengyao JIANG et Jinjun LIANG. « Cryptocurrency Portfolio Management with Deep Reinforcement Learning ». In : *Intelligent Systems Conference*. 2017.
- [10] Nils H. HAKANSSON et William T. ZIEMBA. « Capital Growth Theory ». In : *The Kelly Capital Growth Investment Criterion*. World Scientific, 2011. Chap. 41, p. 577–598.