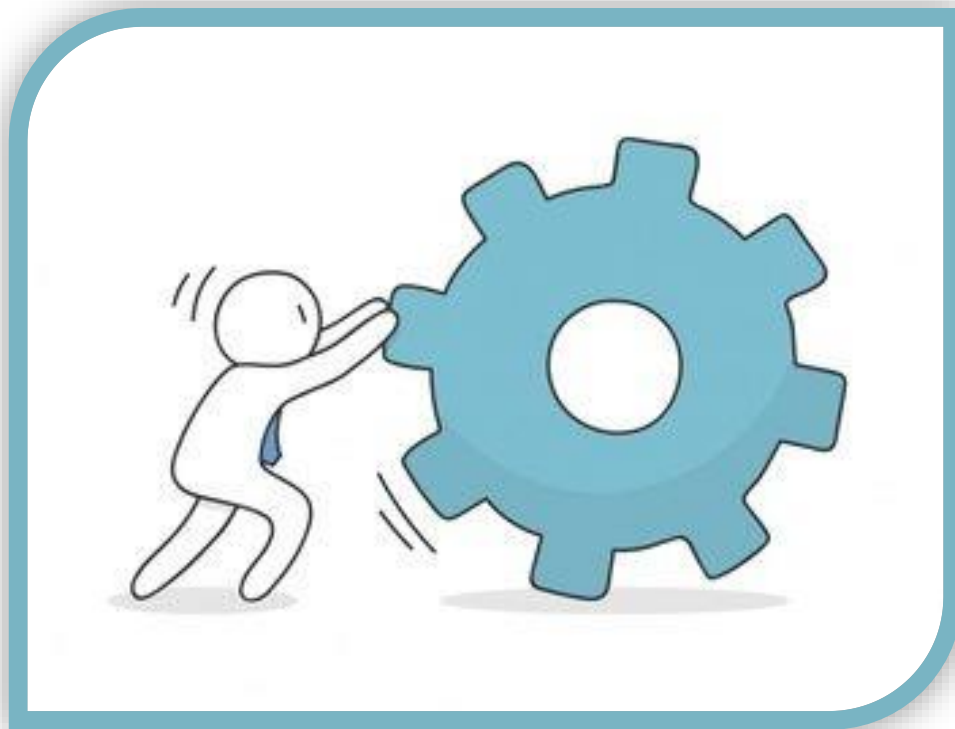


Khalil BAHRI - Xavier BERTAULD – Clément CHAMPION
Charles DELEFORGE – Axel MARLARD – Julia MOURIER

Ordinateur Classique Versus Ordinateur Quantique

Rapport de conduite de projet

Etape 3 : Exécution et clôture



Sous la direction de l'enseignant-chercheur Samuel DELEPLANQUE

Table des matières

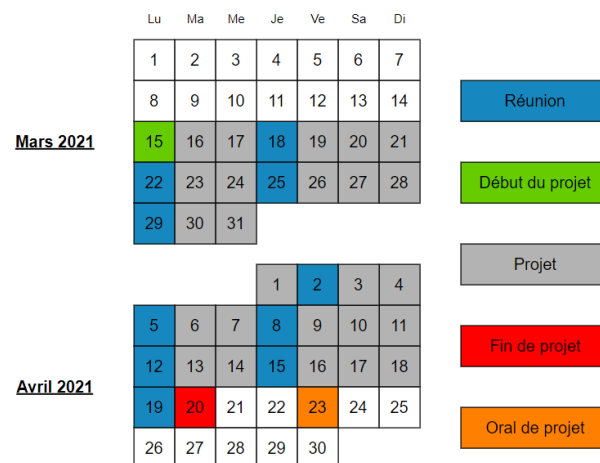
I. Phase d'exécution.....	3
1. Contrôle du projet	3
a. Calendrier	3
b. Communication	3
2. Les indicateurs de performances clefs	3
a. Taux de satisfaction client.....	3
b. Taux d'élèves ayant leur vœu 1	4
3. Modification de la planification	4
II. Phase de clôture	5
a. Identification des points positifs/négatifs	5
Annexe :	7

I. Phase d'exécution

1. Contrôle du projet

a. Calendrier

Pour notre projet, nous avons convenu de faire deux réunions par semaine, les lundis et jeudis à 14h30. Les réunions duraient entre 30 minutes et une heure et nous permettaient de discuter avec notre responsable projet, lui faire part de nos avancées ainsi que de nos problèmes.



b. Communication

Nous avons choisi un seul porte-parole pour discuter avec notre cliente, et également un porte-parole pour échanger par mail avec la société D-Wave. Cette décision a été prise pour rendre tout d'abord les échanges plus fluides, éviter les pertes d'informations, de gagner du temps et de permettre une meilleure redistribution des informations au reste du groupe.

Également, pour la partie développement de l'algorithme, nous avons un github en commun avec les différents scripts et parties de code disponibles pour toute l'équipe.

2. Les indicateurs de performances clefs

a. Taux de satisfaction client

Notre cliente réalisait la répartition des projets à la main, elle devait répartir 170 élèves sur 39 projets en se basant sur leurs vœux pour qu'ils soient le plus satisfait possible. On peut donc mesurer le taux de satisfaction de notre cliente en mesurant le temps gagné, l'objectif étant de ne pas mettre plus de temps à la répartition qu'avant. Nous avons donc calculé la différence de temps entre sa méthode à la main appelé : T1 théorique et notre algorithme : T1 expérimental.

Etant donné qu'elle mettait environ 8 heures à les répartir, T1 théorique = 8h

Comme notre algorithme calcule instantanément, nous avons T1 expérimental = 0h

Donc la différence de temps est de 100% soit le gain de temps maximal possible et l'objectif initial est respecté.

b. Taux d'élèves ayant leur vœu 1

L'indicateur le plus important pour la répartition des projets concernait le pourcentage d'élèves ayant leur vœu 1 que l'on va appeler P1. Notre cliente, Mme DIENER avec sa méthode avait P1 = 58.8%. Donc le P1 théorique de ce problème est donc 58.8%. L'objectif ici était d'avoir un taux supérieur qu'avec sa méthode. Et donc avec notre algorithme permettant une répartition automatique, nous arrivons à P1 expérimental = 70.6%:

```
Pour l'option 1 : 70.58823529411765%  
Pour l'option 2 : 18.823529411764707%  
Pour l'option 3 : 9.411764705882353%  
Pour l'option 4 : 1.1764705882352942%  
Pour l'option 5 : 0.0%
```

Pour calculer notre indicateur, nous prenons la formule de variation qui est :

$$Evolution = \frac{(P1 \text{ expérimental} - P1 \text{ théorique})}{P1 \text{ théorique}} * 100$$

Ce qui donne ici une évolution de 20.1 % et l'objectif est respecté.

3. Modification de la planification

Notre projet étant composé de deux parties distinctes, la première étant sur le procédé Max-Cut et la seconde sur le problème de répartition des projets. Ces parties ne répondent pas aux mêmes demandes nous avons dû adapter notre façon de gérer nos ressources car la répartition de projet nous a demandé d'établir un contact avec un client, établir un cahier des charges et gérer le fait que maintenant nous possédions une date finale pour rendre notre produit chose qui n'est jamais intervenu quand nous travaillions sur Max-cut.

Etant donné que nous avons fini l'algorithme en respectant totalement le cahier des charges de base en avance par rapport au planning, nous avons discuté avec notre cliente Mme DIENER pour rajouter des fonctionnalités supplémentaires qui n'étaient pas prévues à la base.

II. Phase de clôture

a. Identification des points positifs/négatifs

Catégorie	Note
Communication :	4/5
Ambiance :	5/5
Réunion :	3/5
Gestion de projet :	3.5/5
Recherche :	5/5
Suivi client :	5/5



- **Communication :**

Dès le début du projet, nous avons mis en place un groupe Teams avec les membres de l'équipe et le responsable projet pour planifier/faire les réunions, poser les questions et mettre les résultats « officiels » à disposition. Mais également un groupe sur Discord entre les membres de l'équipe pour pouvoir discuter constamment sur tous les sujets liés au projet, discuter de nos avancements respectifs et partager les résultats même s'ils n'étaient pas finis. Et enfin spécialement pour la partie de l'algorithme, un Github permettant de récupérer les différents scripts à n'importe quel moment. Cependant, nous ne pouvions pas communiquer sur ce projet avec d'autres étudiants hors de notre groupe car il nous a été demandé de garder confidentielles certaines informations concernant la répartition des projets. De ce fait la communication externe autour du projet et de nos méthodes de travail ou même de notre travail en lui-même est inexistante.

- **Ambiance :**

Il y a eu une très bonne ambiance tout le long du projet entre les membres de l'équipe ce qui a permis de travailler efficacement et dans de bonnes conditions. C'est un point qui est forcément à garder pour de futurs projets.

- **Réunion :**

Comme nous l'avons précisé précédemment dans le rapport, nous avons réalisé pendant toute la durée du projet de nombreuses réunions avec les différentes parties prenantes du projet. Nous tenions des réunions entre les différents membres du projet à des intervalles aléatoires, nous les faisions quand nous ressentions le besoin ou qu'un membre le sollicitait. En parallèle nous tenions deux fois par semaine une réunion avec les membres du projet et M. Deleplanque pour le tenir au courant de nos avancées. La communication et les échanges entre les différents intervenants a grandement contribué à la bonne avancée du projet et a permis à de nombreuses reprises de débloquent des situations dans lesquelles nous nous retrouvions bloqués.

Les deux réunions hebdomadaires d'une heure étaient nécessaires car étant donné que le projet possédait un aspect recherche et un aspect développement, nous avons besoin de temps pour échanger avec notre responsable sur les sujets pointus de physique quantique et d'optimisation. Cependant, appliquer un système de réunions journalières de 10 minutes pouvaient aussi être implantées.

- Gestion de projet :

La gestion de projet a fonctionné malgré certaines difficultés car notre projet contenait en quelque sorte deux projets : le problème Max-cut et le problème de répartition de projet. Et concernant ce dernier, en plus de l'aspect recherche sur les résultats avec des ordinateurs quantiques, il y avait aussi un aspect développement d'algorithme.

- Recherche :

La partie recherche a été très bien faite sur les deux problèmes à résoudre du projet dû à une bonne séparation des tâches et à un travail efficace. Etant très satisfait de nos résultats obtenus entre l'ordinateur quantique et l'ordinateur classique sur le problème Max-Cut, nous avons eu le droit à un tweet les citant de Madame Isabelle LEFEBVRE, enseignante-chercheuse à l'ISEN.

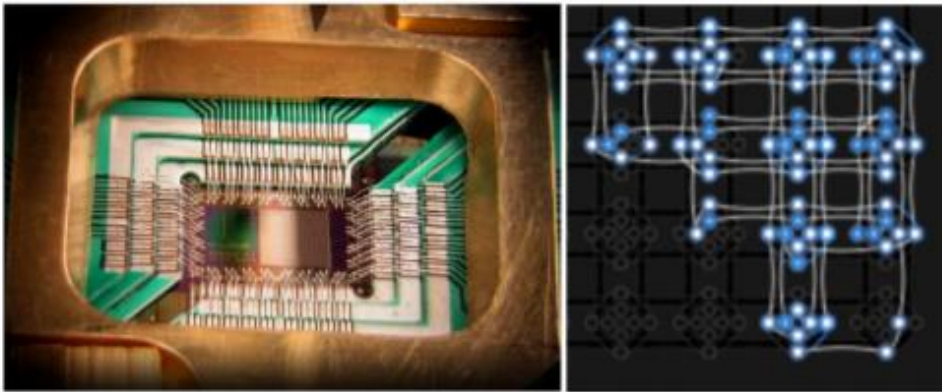


- Suivi client :

Le suivi client s'est révélé être un de nos points forts tout le long du projet et plus précisément concernant la répartition de projet car tout d'abord, nous avons discuté d'un cahier des charges précis avec notre cliente pouvant évoluer au fil des semaines. Également, nous avons mis en place une notice d'utilisation pour permettre non seulement à la cliente de pouvoir utiliser facilement l'algorithme, mais cela permet aussi de le transmettre à d'autres personnes si le responsable de la répartition des projets venait à changer dans le futur. Et enfin nous avons instauré un « service après-vente » : possibilité d'aide ou de modification de certaines caractéristiques de l'algorithme même après la fin du projet pour répondre à une potentielle évolution du besoin.

Cahier des Charges

Réalisation d'un programme pour résoudre le problème de répartition des projets avec l'utilisation d'ordinateurs quantiques D-Wave



Groupe :

Khalil BAHRI - Xavier BERTAULD

Clément CHAMPION - Charles DELEFORGE

Axel MARLARD – Julia MOURIER

Cliente :

Madame Pascale DIENER

Date de rendu des livrables :

23/04/2021

JUNIA ISEN

Présentation du projet :

Dans le cadre du projet 19 – Ordinateur Classique vs ordinateur quantique, proposé en M1 à l'ISEN, nous souhaitons résoudre le problème de répartition des projets par étudiants. L'idée principale est d'utiliser les ordinateurs fournis par D-Wave pour obtenir une résolution du problème rapide et facile à utiliser.

Définition du problème :

Aujourd'hui, il n'existe pas d'algorithme permettant de résoudre la répartition des projets de M1. En effet, chaque année dans le cadre de nos études, l'ISEN propose des projets afin de développer nos capacités. Ainsi nous formulons 5 vœux sur l'ensemble des sujets proposés dans un ordre de préférence. La problématique est donc la suivante : Comment distribuer les projets pour qu'un maximum d'étudiants obtiennent leur vœu le plus élevé ? Comment faire pour avoir un taux de satisfaction haut ?

Contraintes :

A la fin notre solution devra bien évidemment répondre à quelques contraintes. Tout d'abord la solution doit s'adapter au nombre d'étudiants et de projets, elle devra attribuer 1 et un seul projet à chaque étudiant. La solution devra aussi être capable de prendre en compte la spécialité d'un élève pour lui attribuer un projet, pour cela on pourrait par exemple mettre des poids selon les options. Elle devra également éviter d'attribuer à un étudiant les 4ème et 5ème vœux si possible. Dans tous les cas plusieurs résultats (10 environ) devront être disponibles afin de laisser plusieurs choix à la personne en charge de l'attribution des projets.

Puisque la technologie visée pour ce projet sont les ordinateurs à annealing de D-Wave (il s'agit donc d'une méthode de recuit mais nous réaliserons aussi une solution exacte pour voir la différence de temps), il faudra aussi que le temps d'utilisation n'excède pas celui disponible sur la plateforme.

Cependant, comme nous ne connaissons pas la technologie D-Wave dans son intégralité, nous commencerons par résoudre le problème sur un ordinateur classique avant de l'adapter sur un ordinateur quantique. Pour cela, nous allons dans un premier temps résoudre le problème avec un modèle mathématique qui sera utile pour l'implémentation sur les deux ordinateurs.

Date de rendu :

En dernier lieu, l'utilisation du livrable devra être facile et documentée. Celui-ci devra être rendu le 23/04/21.