



## Projet

### 1 Contexte

On s'intéresse à la société *CompuOpti* qui élabore et implémente pour ses clients des solutions d'optimisation et d'aide à la décision. *CompuOpti* emploie un certain nombre d'ingénieurs-développeurs qui sont staffés sur les projets des clients. Chaque projet nécessite de staffer un certain nombre de jours/hommes sur des compétences spécifiques (optimisation, gestion de projet, développement web, ...). Ainsi, un projet peut nécessiter 6 jours/personne de compétences A, 2 jours/personne de compétences B, et 5 jours/personne de compétences C. L'affectation du personnel aux projets et leur planification est une question cruciale chez *CompuOpti*, et vous êtes mandatés pour élaborer une solution destinée à Margaux Dourtille, PDG de *CompuOpti*, qui devra lui permettre de planifier efficacement son personnel sur les projets.

Le problème étudié est donc un problème de planification de personnel et d'affectation de projets. On considèrera que le problème se déroule sur un horizon de temps donné (on ne considèrera que les jours ouvrés). Chaque membre du personnel de *CompuOpti* possède certaines qualifications, parmi un ensemble donné de qualifications (par exemple  $\{A, B, C, D, E\}$ ), et des jours de congés prédéfinis intervenant durant l'horizon de temps.

Chaque projet fait appel à des qualifications parmi l'ensemble des qualifications (un sous-ensemble de  $\{A, B, C, D, E\}$ ). Chaque qualification intervenant dans le projet est associé à un nombre de jours de travail dédié à cette qualification. Par ailleurs, chaque projet produit un gain s'il est réalisé, et Margaux cherche à maximiser le bénéfice total induit par les projets réalisés. Pour chaque projet, une date de livraison a été négociée avec le client ; cette date ne doit pas être dépassée, sans quoi une pénalité financière par jour de retard est inscrite dans le contrat de prestation.

Il s'agit donc de définir des emplois du temps pour les membres du personnel, c'est-à-dire d'affecter chaque jour de travail d'un membre du personnel à une qualification d'un projet (ou à aucune activité). Outre le bénéfice pour *CompuOpti*, Margaux veut prendre en compte d'autres aspects dans l'élaboration du planning. Les critères sont multiples :

- En premier lieu, il s'agit de maximiser le résultat financier de l'entreprise et donc de constituer un planning qui conduit à maximiser le bénéfice (incluant d'éventuelles pénalités).
- On souhaite que les collaborateurs n'aient pas à changer trop souvent de projet et, pour ce faire on s'attachera à minimiser le nombre de projets sur lesquels un quelconque collaborateur est affecté. Dans l'exemple ci-dessous, c'est bob qui est affecté au plus grand nombre de projet (5).

- Il est important que les projets soient réalisés dans un nombre limités de jours consécutifs, ainsi on cherchera pour cela à exécuter le projet le plus long en un minimum de jours. Dans l'exemple ci-dessous, ce sont les projets II et III qui dont la réalisation est la plus longue (5 jours).

La figure ci-dessous donne un exemple simple de planning avec 5 personnes (alice, bob, charlie, david et eve), 3 compétences (A,B et C) et 5 projets (I,II, III, IV et V).

Personnel		Projets			
nom	compétences		A	B	C
alice	A,B	I	4	3	2
bob	C	II	3	2	7
charlie	A	III	4	1	5
david	B	IV	3	3	3
eve	A,B,C	V	1	1	4

  

eve	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
david	B	B	B	B	B	B	B					
charlie	A	A	A	A	A	A	A	A				
bob	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
alice		A	A	A	A		A	B		A	B	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Dans la constitution du planning, un certain nombre de contraintes sont bien sûr à respecter :

- Un membre du personnel ne peut être affecté à une qualification d'un projet que s'il possède cette qualification (contrainte de qualification du personnel).
- A tout instant, un membre du personnel ne peut être affecté qu'à un seul projet et qu'à une seule qualification intervenant dans ce projet (contrainte d'unicité de l'affectation quotidienne du personnel).
- Un membre de personnel ne peut pas être affecté à une qualification de projet un jour de congé (contrainte de congé).
- Un projet n'est considéré réalisé que si tous les jours de travail dédiés à chacune des qualifications intervenant dans le projet ont été couverts par des membres du personnel (contrainte de couverture des qualifications du projet).
- Enfin, un projet ne peut être réalisé qu'une fois sur une période de temps donnée (contrainte d'unicité de la réalisation d'un projet).

## 2 Jeux de données

Pour tester votre modèle, vous disposerez de trois instances de taille croissante (`toy_instance.json`, `medium_instance.json` et `large_instance.json`) au format JSON téléchargeables sur le site edunao du cours. Au delà de ces trois instances de départ, il vous sera nécessaire de construire un générateur d'instances pour tester la performance de vos algorithmes.

### 3 Organisation et travail à effectuer

Le projet est à réaliser en trinômes. Les trinômes sont à former au plus tard le 16/12/2022. La composition des groupes doit être saisie ici. Deux séances de cours seront consacrées au projet, le vendredi 16/12/2022 (8h30-11h45) et le mardi 17/01/2023 (8h30-11h45). Le projet donnera lieu pour chaque trinôme à une soutenance qui aura lieu le vendredi 03/02/2023 (8h30-11h45).

Le projet comporte deux parties. La première partie consiste à développer et mettre en oeuvre un modèle permettant de calculer la surface des solutions non-dominées du problème d'optimisation multiobjectif que vous formulerez. La seconde partie vise à développer un modèle de préférence permettant de discriminer entre les solutions de la surface des solutions non-dominées.

Pour le livrable final (à remettre à la soutenance finale), vous devrez :

- mettre à jour votre dépôt sur git.
- rédiger un rapport contenant la description commentée des modèles que vous avez travaillés, les résultats des différents modèles sur les jeux de données fournis, ainsi que sur d'éventuels jeux de données que vous aurez élaborés.

### Quelques conseils pour la modélisation mathématique.

- Lister les paramètres du problème (par exemple, l'horizon de temps, l'ensemble des qualifications, etc.) dont vous avez besoin pour la modélisation et leur donner un symbole compact (par exemple,  $h$  pour l'horizon de temps, et  $\mathcal{Q}$  pour les qualifications). Notons que ces paramètres peuvent être des entiers (comme  $h$ ) mais également des ensembles (comme  $\mathcal{Q}$ ).
- Définir des variables de décision et leur donner des symboles compacts (idéalement une unique lettre, par exemple  $X$ ). Si ces variables ont des indices, donner avec précision l'ensemble des valeurs que peuvent prendre ces indices.
- Veiller à bien distinguer paramètres