

Mémoire de Projet de Fin de Première Année

Filière : Business Intelligence & Analytics

Réalisation sous python d'un outil d'aide à la décision

Soutenu Par :

Anass BOUCHFAR
Hamza BOUSSAIRI

Sous la direction de :

Prof. Mohammed Abdou JANATI
IDRISSI

Jury :

Mr. Adil Bellabdaoui
Mr. Mohammed Abdou JANATI IDRISSI
Mme LAMIA BEN HIBA

Année Universitaire 2021-2022

Remerciements

En premier, nous aimerions remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de réaliser ce projet.

Nous voudrions ensuite adresser toute notre gratitude à notre encadrant, Monsieur Mohammed Abdou JANATI IDRISSI, pour sa confiance, sa disponibilité et ses remarques qui nous ont permises d'améliorer la qualité de ce travail.

Nous exprimons également notre gratitude aux membres de jury, qui nous ont honorés en acceptant de juger ce travail.

Nous désirons aussi remercier tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce projet pour leurs conseils et leurs connaissances qu'ils nous ont partagé.

Résumé

Beaucoup de sujets de recherche mathématique très actifs actuellement traitent les concepts d'optimisation et transport, surtout le problème de transport et ses applications dans l'ingénierie et l'économie. Le problème de transport est une notion située un peu à la frontière entre la recherche opérationnelle et la programmation algorithmique.

Le sujet de notre projet de fin d'année consiste au développement d'une application, en se basant sur Python et ces bibliothèques, qui aide à la résolution de ce genre de problème à coût minimum.

Mots clés : Transport, Programmation linéaire, optimisation, moindres coûts, Algorithme du simplexe.

Abstract

Many mathematical and informatics research topics nowadays include the concepts of optimization and transport, especially the transport problem and its applications in engineering and economics. The transport problem is a notion situated between operational research in mathematics and algorithms computer programming.

The subject of our end-of-year project is to develop an application, based on Python and these libraries, which helps to solve this kind of problem at minimum cost.

Keywords : Transport, Linear programming, optimization, lower costs, Simplex algorithm.

Tables des matières

<i>Introduction.....</i>	<i>4</i>
<i>Chapitre I : Présentation du Projet.....</i>	<i>6</i>
1. Introduction	7
2. Objectif du projet.....	7
3. Problématique.....	8
<i>Chapitre II : Analyse et Conception du Projet.....</i>	<i>11</i>
1. Schéma général de l'application	12
2. Data & Traitement	14
<i>Chapitre III : Réalisation du Projet.....</i>	<i>16</i>
1. Langages, Packages et outils utilisés.....	17
2. Fonctionnement et interfaces de l'application	18
<i>Conclusion.....</i>	<i>21</i>
<i>Webographie</i>	<i>22</i>

Introduction

Dans le cadre de la réalisation du projet de fin de première année (PFA), on nous a attribué la réalisation d'une application d'aide à la décision.

L'aide à la décision est l'ensemble des techniques permettant d'effectuer la décision la plus pertinente, notamment en raison de l'environnement concurrentiel et réglementaire en perpétuelle évolution. L'aide à la décision est principalement utilisée dans des domaines tels que la finance, la banque, l'informatique, la politique et la gestion de crise.

Les progrès de l'informatique ont intégré l'aide à la décision, domaine visant à concevoir des outils informatiques (dont les logiciels experts) pour aider un décideur à analyser un problème ou une situation, et à lui fournir des solutions, éventuellement hiérarchisées sur la base des critères logiques qu'il aura sélectionné.

La décision en entreprise résulte d'un processus toujours plus complexe : les données à prendre en compte sont toujours plus volumineuses et les enjeux si importants (humains, financiers) que l'outil informatique est devenu stratégique. Les systèmes décisionnels de traitement et de valorisation des données sont aujourd'hui bien implantés dans les entreprises.

Un système d'aide à la décision (DSS) est un programme informatisé utilisé pour appuyer les déterminations, les jugements et les lignes de conduite d'une organisation ou d'une entreprise. Un DSS passe au crible et analyse des quantités massives de données, compilant des informations complètes qui peuvent être utilisées pour résoudre des problèmes et prendre des décisions.

Le problème traité dans notre projet est celui du transport, il est considéré l'un des sujets les plus importants de la recherche opérationnelle, spécialement en termes de fréquence relative où il apparaît dans les applications - la plupart concernant des domaines civils et aussi dans la simplicité de la procédure développée pour le résoudre.

Notre travail durant ces derniers mois consistait donc à développer une application qui aide les décideurs d'une entreprise à planifier le transport à coût minimum à l'aide du langage Python. Le choix de ce dernier n'est pas aléatoire. Pourtant, parce qu'il facilite les calculs, il inclut par exemple dans Scipy une fonction qui calcule le simplexe **linprog**

Ainsi ce rapport est structuré comme suit :le premier chapitre, intitulé présentation du projet décrit le cadre général du projet. Quant au deuxième chapitre, il est consacré à la conception et la réalisation du projet, où nous allons expliquer les étapes à suivre pour la réalisation de notre application. Dans le troisième chapitre on va exposer les outils d'analyse dont nous nous sommes servis pour établir ce projet et le fonctionnement de l'application. Nous terminerons ce rapport par une conclusion qui sera consacrée à l'apport de notre application, à ses limites et aux perspectives qu'elle peut engendrer. Ainsi, nous présentons en complément les différentes annexes.

Chapitre I : Présentation du Projet

1. Introduction

En vue de cadrer notre projet et clarifier notre vision à ce propos, il est nécessaire de fournir une présentation qui contient toute sorte d'éléments permettant de lister avec précision nos attentes et exigences liées au projet. Le rôle de cette partie est essentiel, étant donné que c'est le lien factuel et concret qui assure la compréhension entre les parties prenantes du projet. Effectivement, ce premier chapitre présente une description des bénéficiaires de l'application et ses usages, ainsi que les besoins du système.

2. Objectif du projet

Notre projet consiste à développer une mini application web pour la résolution du problème de transport à coût minimum.

L'objectif de cette application est principalement, aider les entreprises à bien planifier le transport à coût minimum d'un certain produits vers des destinations, fournir une quantité précise de ce bien à chaque source. il y a une disponibilité fixée de ce bien dans chaque source, et il y a une demande souhaitée par chaque destination, l'unité de ce bien d'une source à une destination se passe selon un coût unitaire donné. Notre application permettra alors de répondre aux demandes des usines en respectant les quantités présentes, de plus elle facilitera aux décideurs qui n'ont pas une connaissance sur la recherche opérationnelle. La résolution de ce problème mathématique repose sur le simplexe.

3. *Problématique*

Le transport des personnes et des marchandises soulève un grand nombre de problèmes difficiles à résoudre. En général, l'objectif des compagnies de transport est souvent de rechercher la valeur optimale d'une fonction linéaire (appelée fonction objectif) de n variables réelles de contraintes Linéarité sous forme d'égalité ou d'inégalité non stricte. Par conséquent, le problème linéaire se compose de trois blocs :

- Les variables de décision
- Les contraintes (disponibilité / demande)
- Fonction objective

Exemple

Soit deux usines **S1** et **S2** qui produisent un même produit P, qui sera ensuite expédié à des centres de distribution **D1**, **D2** et **D3**.

Chaque usine **Si** dispose d'une quantité **Ai** (**Disponibilités**), et chaque centre demande une quantité **Bj** (**Demandes**). Le coût unitaire de transport de chaque Usine **Si** à chaque centre **Dj** est noté **Cij**.

L'objectif est d'acheminer à coût minimal ce produit des deux usines aux trois centres.

La situation est résumée par la table suivante :

	D ₁	D ₂	D ₃	
S ₁	12	10	8	50
S ₂	7	11	9	20
	15	20	35	

Légende:



Demandes



Disponibilités



Coût de transport d'une unité du bien de S_i vers D_j (1 tonne par exemple)



S_i : Sources 1 ≤ i ≤ 2



D_j : Destinations 1 ≤ j ≤ 3

Formulation Mathématique:

Variables de décision x_{ij} :

- La quantité à transporter en tonnes de la source **Si** vers la destination **Dj**, où $0 < i < 2$ et $0 < j < 4$.

Contraintes :

- Demandes :

- $x_{11} + x_{21} = 15$
- $x_{12} + x_{22} = 20$
- $x_{13} + x_{23} = 35$

- Disponibilité :

- $x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 50$
- $x_{21} + x_{22} + x_{23} \leq 20$

- Quantités transportées non négatives :

- $x_{ij} \geq 0, 1 \leq i \leq 2 ; 1 \leq j \leq 3$

Fonction objectif : Minimiser le coût total du transport soit :

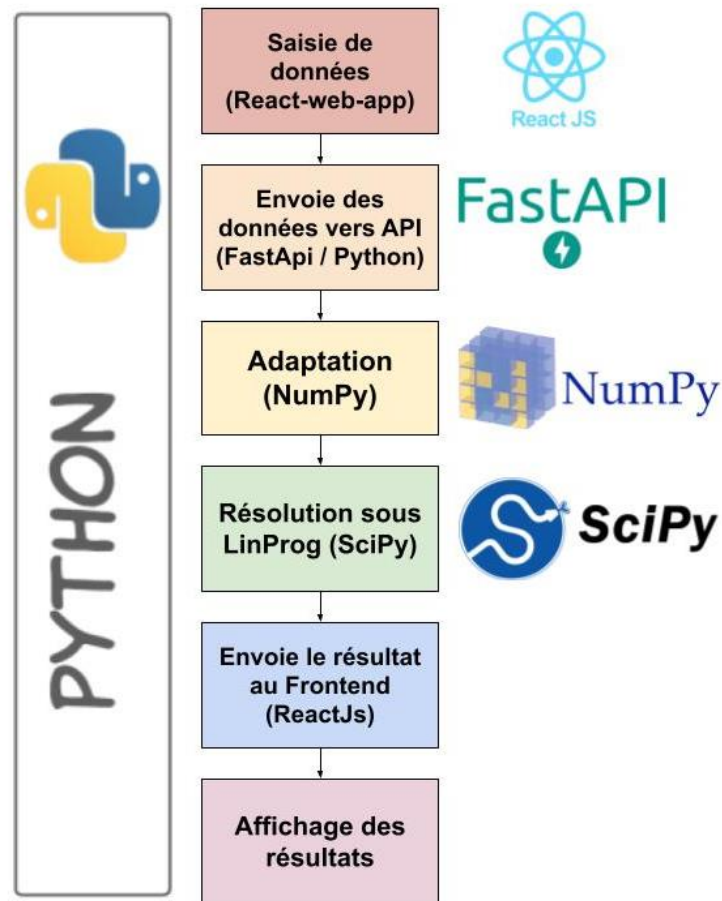
- **Min $z = 8x_{11} + 10x_{12} + 12x_{13} + 7x_{21} + 9x_{22} + 11x_{23}$**

Remarque:

- Lorsque la demande excède l'offre (la disponibilité), il n'y a pas de solution réalisable
- Dans notre projet le problème de transport est plus généralisé, son objectif est: Détermination des quantités x_{ij} envoyées de chaque source i (avec $i = 1, 2, \dots, m$) à chaque destination j (avec $j = 1, 2, \dots, n$) en minimisant le coût total de transport.

Chapitre II : Analyse et Conception du Projet

1. Schéma général de l'application



a) *Saisie des données*

Lorsque l'acteur (utilisateur) demande l'accès à l'application, il doit tout d'abord saisir le nombre de sources et de destinations. Si les deux champs sont remplis, une deuxième fenêtre de saisie s'affiche pour permettre à l'utilisateur de remplir un tableau de coûts unitaires de transport C_{ij} de chaque source S_i à chaque destination D_j , ainsi que les charges et disponibilités.

b) Envoie des données vers API

Après que toutes les données ont été saisies par l'utilisateur, un objet Json est créé contenant ces données, et il est envoyé à l'API (endpoint - FastApi) avec la méthode http POST dans le header de la requête (body) en bénéficiant de la bibliothèque Javascript Axios.

c) Adaptation

Les données saisies dans le deuxième tableau seront stockées dans une matrice du programme linéaire A de type $(m+n, mxn)$. On obtient un vecteur second membre b_{ub} $(m,1)$ et demandes b_{eq} $(n,1)$. Et enfin à partir de la matrice coûts on obtient le vecteur coût c du programme linéaire de type $(1,mxn)$

d) Résolution

SciPy est un projet visant à unifier et fédérer un ensemble de bibliothèques Python à usage scientifique. Il contient une fonction qui permet la résolution des problèmes de programmation linéaire: LinProg qui prend en paramètre C , A_{ub} , b_{ub} , A_{eq} , b_{eq} .

e) Restitution des résultats

Après La résolution du système, notre API répond le client (React-App) avec un objet Json, contient les valeurs des variables de décision X qui minimisent la fonction objectif tout en satisfaisant les contraintes, Le nombre total d'itérations effectuées dans toutes les phases, La valeur optimale de la fonction objectif $C \cdot X$ et un message indique l'état de sortie de l'algorithme.

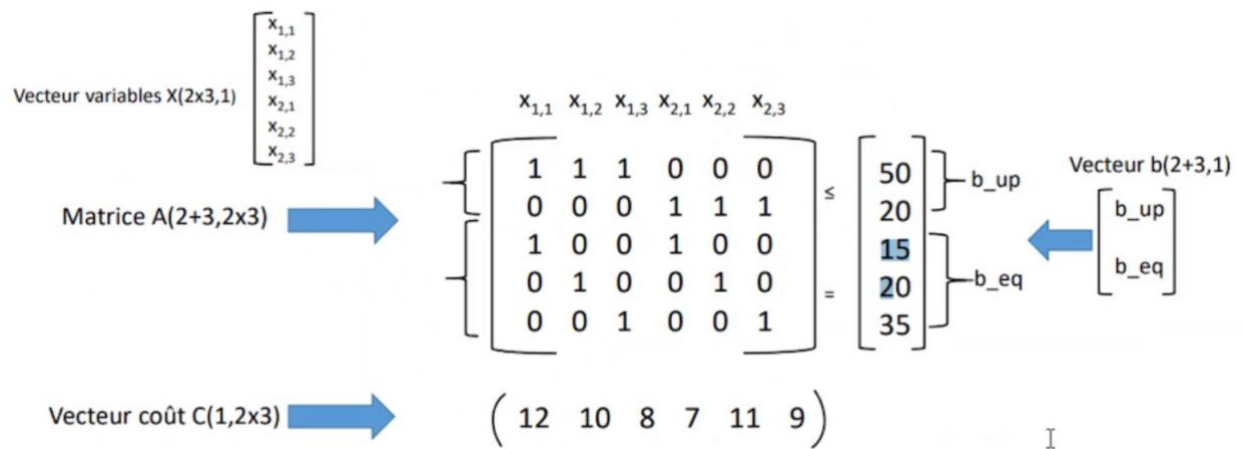
2. Data & Traitement



a) Input

$$\begin{aligned}
 &\min_x c^T x \\
 &\text{such that } A_{ub} x \leq b_{ub}, \\
 &\quad A_{eq} x = b_{eq}, \\
 &\quad l \leq x \leq u,
 \end{aligned}$$

b) Traitement



c) Output

❖ X : 1-D Vecteur

Les valeurs des variables de décision qui minimisent la fonction objectif tout en satisfaisant les contraintes.

❖ *Fun : float*

La valeur optimale de la fonction objectif $c @ x$.

❖ *Status : int*

Un entier représentant l'état de sortie de l'algorithme.

0 : Optimization terminated successfully.

1 : Iteration limit reached.

2 : Problem appears to be infeasible.

3 : Problem appears to be unbounded.

4 : Numerical difficulties encountered.

❖ *Message : str*

message indique l'état de sortie de l'algorithme

Chapitre III : Réalisation du Projet

1. Langages, Packages et outils utilisés

a) Back-end:

- **Python** est un langage de programmation qui peut s'utiliser dans de nombreux contextes et s'adapter à tout type d'utilisation grâce à des bibliothèques spécialisées. Il est cependant particulièrement utilisé comme langage de script pour automatiser des tâches simples mais fastidieuses, parmi ces bibliothèques NumPy, SciPy...
- **Bibliothèque Numpy:** Il s'agit d'une bibliothèque pour le langage de programmation Python conçue pour manipuler des matrices ou des tableaux multidimensionnels et des fonctions mathématiques qui opèrent sur ces tableaux.
- **Bibliothèque Scipy:** est une collection d'algorithmes mathématiques et de fonctions pratiques construites sur l'extension NumPy de Python.
- **FrameWork FastAPI:** c'est un framework Web pour développer des API RESTful en Python. FastAPI est basé sur Pydantic et des indications de type pour valider, sérialiser et désérialiser les données, et générer automatiquement des documents OpenAPI.

b) Front-end:

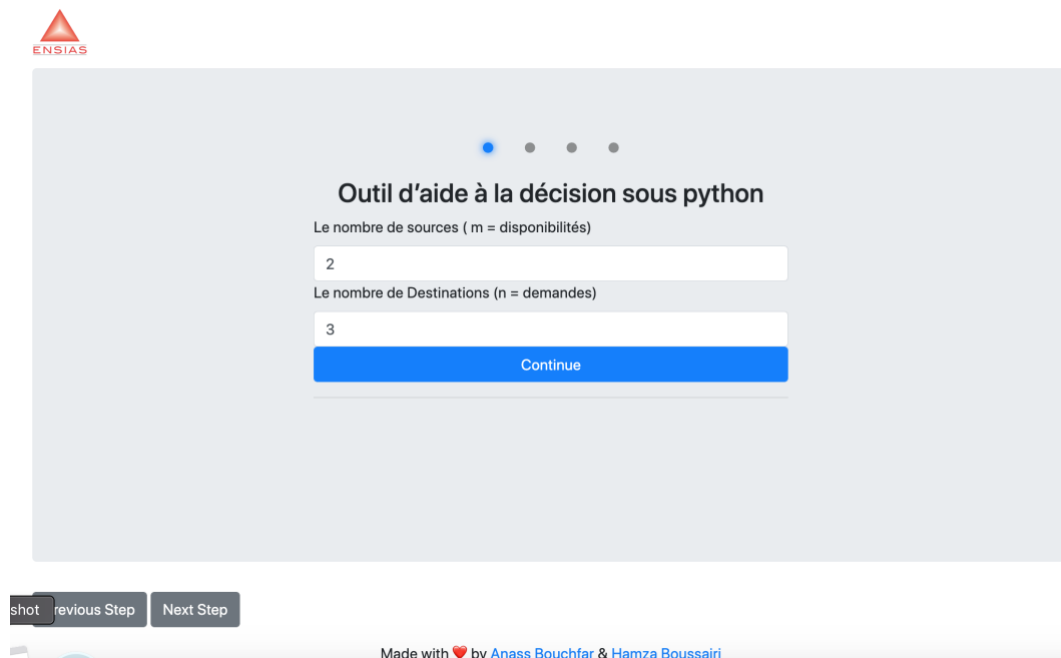
- **Langage JavaScript:** JavaScript est un langage de programmation de scripts principalement employé dans les pages web interactives et à ce titre est une partie essentielle des applications web.
- **Bibliothèque React:** est une bibliothèque JavaScript libre développée par Facebook depuis 2013. Le but principal de cette bibliothèque est de faciliter la création d'application web monopage (SPA), via la création de composants dépendant d'un état et générant une page (ou portion) HTML à chaque changement d'état.

c) outils utilisés:

- **Visual Studio Code:** est un éditeur de code extensible développé par Microsoft pour Windows, Linux et macOS.
- **Git :** est un modèle distribué de contrôle de version développé par Linus Torvalds. Il est gratuit et open source.
- **GitHub:** est un service en ligne qui permet d'héberger des dépôts (repositories) de code qui utilisent Git.

2. *Fonctionnement et interfaces de l'application*

1- L'utilisateur doit saisir le nombre de sources et de destinations pour pouvoir passer à la page suivante.



Outil d'aide à la décision sous python

Le nombre de sources (m = disponibilités)

2

Le nombre de Destinations (n = demandes)

3

Continue

shot previous Step Next Step

Made with ❤️ by Anass Bouchfar & Hamza Boussairi

2- C'est deux valeurs sont utilisées pour générer automatiquement une interface de saisie des valeurs des sources et destination, de la matrice des coûts .

m = 2, n = 3

disponibilités B_ub (size = 2)

50
20

demandes B_eq (size = 3)

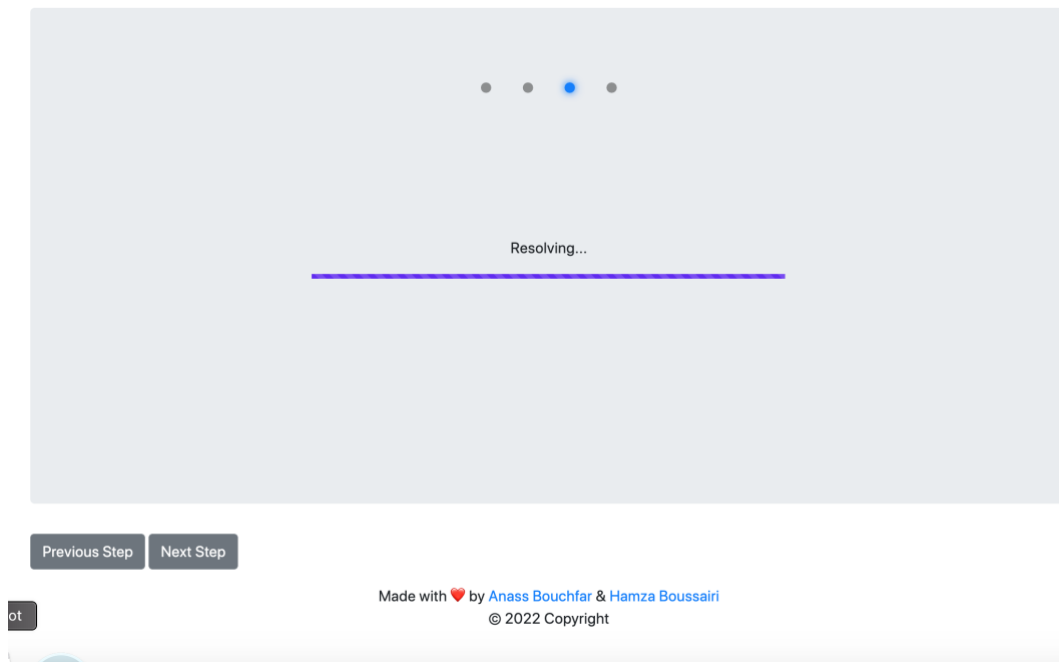
15
20
35

Costs (size = 2*3 = 6)

12
10
8
7
11
9

[Continue](#)

[New System](#)



3- Finalement le résultat du problème sera affiché à l'utilisateur dans une dernière fenêtre

Conclusion

Tout au long de la préparation de notre projet de fin de première année, nous avons essayé de mettre en pratique les connaissances acquises durant nos études universitaires et cela dans le but de réaliser une application d'aide à la résolution d'un problème de transport à coût minimum réalisé sous python et repose sur la méthode du simplexe de la Programmation linéaire. Nous vous avons présenté tout au long de ce rapport la démarche que nous avons suivie pour mettre au point cette application, la saisie des données de l'utilisateur, l'adaptation de ces derniers pour arriver à une résolution, pour enfin restituer les résultats et les afficher à l'utilisateur.

Le thème qui nous a été attribué est très instructif sur le plan pédagogique et très intéressant sur le plan technologique et développement. Nous, en tant qu'étudiants en première année, avons eu la chance de :

- Accroître nos connaissances en Python
- Améliorer nos compétences en recherche opérationnelle
- Nous initier aux différentes technologies de développement web (API, React,...)

Webographie

- 1- Documentation React: <https://fr.reactjs.org/docs/getting-started.html>
- 2- Documentation du fonction LinProg
<https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.linprog-simplex.html>
- 3- Définition de github <https://fr.wikipedia.org/wiki/GitHub>
- 4- Définition de git <https://fr.wikipedia.org/wiki/Git>
- 5- Définition de vs code https://fr.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code
- 6- Définition de NumPy <https://fr.wikipedia.org/wiki/NumPy>
- 7- Définition de SciPy <https://fr.wikipedia.org/wiki/SciPy>
- 8- Définition de Python [https://fr.wikipedia.org/wiki/Python_\(langage\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Python_(langage))
- 9- Documentation FastAPI <https://fastapi.tiangolo.com/>