

Table des matières

1	Contexte et Enjeux	1
1.1	Contexte	1
1.2	Objectifs	1
2	Modélisation du problème	2
2.1	Analyse de l'existant	2
2.2	Problématique	2
2.3	Définitions des ressources et contraintes	2
2.3.1	Vocabulaire mathématique	2
2.3.2	Ressource de type "Conducteur"	2
2.3.3	Ressource de type "Véhicule"	3
2.4	Problème d'allocation des ressources	4
2.4.1	Définition	4
2.4.2	Application au projet	5
2.5	Système d'expérience	5
2.5.1	Définitions	5
2.5.2	Objectifs	5
2.5.3	Fonctionnement	5

1 Contexte et Enjeux

1.1 Contexte

Le projet de planification de voyage se situe dans un contexte où les déplacements urbains et interurbains sont des aspects cruciaux de la vie quotidienne. Avec l'évolution des modes de transport et des besoins de mobilité, il devient impératif de développer des solutions innovantes pour optimiser les déplacements et répondre aux besoins changeants des utilisateurs. Dans ce contexte, le développement d'une plateforme de **planification de voyages** vise à répondre à la demande croissante de solutions de transport pratiques, économiques et conviviales. Cette plateforme permettra de planifier les conducteurs et les véhicules pour des plages horaires spécifiques, facilitant ainsi les déplacements de manière efficace et organisée.

1.2 Objectifs

Le projet vise à permettre aux agences de voyage de planifier et de gérer efficacement les voyages proposés, en offrant une plateforme conviviale et sécurisée pour la gestion des horaires et des disponibilités des véhicules et des conducteurs. Il s'agira donc de rendre fluide et dynamique la programmation d'un voyage donnée en agençant au mieux possible les critères qui régissent la bonne planification d'un voyage.

2 Modélisation du problème

2.1 Analyse de l'existant

2.2 Problématique

Il est important de clarifier la problématique sous-jacente qui guide notre approche. En effet, la planification de voyages implique la prise en compte de diverses contraintes et préférences, aussi bien du côté des conducteurs que des véhicules afin de maximiser l'efficacité opérationnelle et la satisfaction de l'agence.

Cette problématique soulève plusieurs questions et défis clés qui doivent être pris en compte lors de la modélisation mathématique du problème :

- Comment attribuer efficacement les ressources disponibles (les véhicules et les conducteurs) à chaque voyage planifié ?
- Comment optimiser les itinéraires et les horaires des voyages pour minimiser les coûts opérationnels et maximiser l'utilisation des ressources ?
- Comment résoudre efficacement ce problème de planification complexe en utilisant des méthodes et des techniques d'optimisation mathématique ?
- Comment fournir aux clients des informations actualisées sur les voyages planifiés ? service ?

2.3 Définitions des ressources et contraintes

2.3.1 Vocabulaire mathématique

Les notations mathématiques suivantes seront utilisées tout au long du devoir :

\mathcal{V} - désigne l'ensemble des véhicules de l'agence.

\mathcal{C} - désigne l'ensemble des conducteurs de l'agence.

\mathcal{D} - désigne l'ensemble des destinations de l'agence.

$\mathcal{V}(t)$ - désigne l'ensemble des véhicules disponibles à la date t .

$\mathcal{C}(t)$ - désigne l'ensemble des conducteurs disponibles à la date t .

\mathcal{E} - désigne l'ensemble des déplacements/voyages de l'agence.

Un voyage (élément de \mathcal{E}) se note $(v_i, c_i)_{d_i}$ avec $v_i \in \mathcal{V}$, $c_i \in \mathcal{C}$ et $d_i \in \mathcal{D}$ et $t_{\text{voy},i}$ la durée associée au voyage. t_r représente le temps de revision d'un véhicule après un voyage.

Les ressources considérées sont les entités physiques nécessaires à l'élaboration du planning de voyage. Il s'agit principalement des **conducteurs et des véhicules** et ces ressources sont caractérisées par des données et des contraintes.

2.3.2 Ressource de type "Conducteur"

Le conducteur désigne une personne pouvant assurer le déplacement des passagers. Il est caractérisé par un ensemble d'attributs qui définissent ses caractéristiques et contraintes de travail. Ces attributs comprennent :

- **Code** : Identifiant unique du conducteur.

- **Nom** : Nom du conducteur.
- **Lieu de résidence** : Lieu où réside habituellement le conducteur.
- **Volume horaire de travail** : Nombre d'heures de travail maximum allouées au conducteur par jour. V_{hmax}
- **État** : État actuel du conducteur (par exemple, disponible, au repos, occupé).

La planification d'un conducteur dépend de plusieurs critères ou contraintes qui influencent sa disponibilité à un instant précis. Ces critères peuvent inclure la réglementation du temps de conduite et de repos, les préférences du conducteur, etc.

1. Contraintes :

- **Contraintes de précédence** : Il n'est pas recommandé d'enchaîner deux voyages consécutifs sans avoir un temps de repos.
- **Contraintes de catégorie** : Un conducteur a une certaine aisance pour une catégorie de véhicules.
- **Contraintes de volume horaire** : Un conducteur ne peut pas être alloués à des voyages donc la durée est supérieure au volume horaire maximal.
- **Contraintes de coïncidence** : Un conducteur ne peut être planifié pour au plus 1 voyage à chaque instant t .
- **Contraintes de résidence** : Sa ville à la fin d'une journée doit être son lieu de résidence.

2. Traduction Mathématique

Soit $c \in \mathcal{C}$ un conducteur de l'agence. La famille $\{(v_i, c)_{d_i}, i \in 1, \dots, n\}$ désigne l'ensemble des voyages que le conducteur c effectue en une journée, et t_i l'heure de départ de chaque voyage.

- **Contraintes de précédence** : Soit t_i l'heure de départ du voyage i et t_{i+1} l'heure de départ du voyage suivant. On peut exprimer la contrainte de précédence comme suit : $t_{i+1} - t_i \geq \frac{1}{3} \cdot t_{\text{voy},i}$.
- **Contraintes de volume horaire** : Les durées des voyages planifiés pour ce chauffeur doivent vérifier : $\sum_{i=1}^n t_{\text{voy},i} \leq V_{hmax}$
- **Contraintes de coïncidence** : Pour deux voyages $(v_i, c)_{d_i}$ et $(v_j, c)_{d_j}$ $i \neq j$ effectué par le conducteur c , on a : $[t_i, t_i + t_{\text{voy},i}] \cap [t_j, t_j + t_{\text{voy},j}] = \emptyset$.
- **Contraintes de résidence** : Le trajet du conducteur c est défini par le circuit suivant (d_1, d_2, \dots, d_n) , c'est à dire $d_n = d_1$.

2.3.3 Ressource de type "Véhicule"

Un véhicule est un moyen de transport qui permet le déplacement de personnes. Il est caractérisé par un ensemble d'attributs qui définissent ses caractéristiques et contraintes d'utilisation. Ces attributs comprennent :

- **Immatriculation** : Identifiant unique du véhicule.
- **Catégorie** : Catégorie du véhicule.
- **Capacité** : Nombre maximum de passagers pouvant être transportés par le véhicule.
- **État** : État actuel du véhicule (par exemple, disponible, en panne, occupé).

La planification d'un véhicule dépend de plusieurs critères ou contraintes qui influencent son utilisation à un instant précis.

1. Contraintes :

- **Contraintes de coïncidence** : Un véhicule ne peut être planifié pour au plus 1 voyage à chaque instant t .
- **Contraintes de précédence** : Il n'est pas recommandé d'enchaîner deux voyages consécutifs avec un même véhicule sans l'avoir au préalable reviser.
- **Contraintes d'état** : Le véhicule doit être disponible pour être utilisé.

2. Traduction Mathématique

Soit $v \in \mathcal{V}$ un véhicule de l'agence. La famille $\{(v, c_i)_{d_i}, i \in 1, \dots, n\}$ désigne l'ensemble des voyages effectués par le véhicule v avec les conducteurs c_i , et t_i représente l'heure de départ de chaque voyage.

- **Contraintes de précédence** : Soit t_i l'heure de départ du voyage i et t_{i+1} l'heure de départ du voyage suivant. On peut exprimer la contrainte de précédence comme suit : $t_{i+1} - t_i \geq t_r$.
- **Contraintes de coïncidence** : Pour deux voyages $(v, c_i)_{d_i}$ et $(v, c_j)_{d_j}$ $i \neq j$ effectués par le véhicule v , on a : $[t_i, t_i + t_{\text{voy},i}] \cap [t_j, t_j + t_{\text{voy},j}] = \emptyset$.

2.4 Problème d'allocation des ressources

Notre vie est pleine des problèmes parmi lesquels celle d'affectation sous contrainte et d'optimisation combinatoire. Cette solution consiste à répartir un ensemble d'objets à un ensemble de ressources dans l'espace de temps en satisfaisant un ensemble de contraintes. D'où le traitement du **problème d'allocation des ressources**. Son but est de déterminer la meilleure manière de distribuer un ensemble de ressources aux membres d'une population afin d'optimiser un objectif donné. Cette apparente simplicité cache en réalité un problème très riche et complexe, dont la résolution se heurte à des **problèmes de complexité calculatoire exponentielle**.

2.4.1 Définition

Un problème d'allocation de ressources est généralement formulé en considérant une population \mathcal{P} composée de n agents et un ensemble \mathcal{R} de m ressources. Chaque agent $i \in \mathcal{P}$ détient un panier \mathcal{R}_i contenant les m_i ressources qu'il possède. L'objectif est de déterminer la répartition optimale des ressources de \mathcal{R} parmi les agents de \mathcal{P} afin d'optimiser un objectif prédéfini.

2.4.2 Application au projet

2.5 Système d'expérience

2.5.1 Définitions

- **Vecteur d'expérience de catégorie de véhicules** : Pour un conducteur c_i , on définit $v_{c_a}(c_i)$ un vecteur représentant son expérience pour chaque catégorie de véhicule $c_{a_i} \in \mathcal{C}_a$, l'ensemble des catégories de véhicules de l'agence. Avec $v_{c_a} = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})$ où e_{ij} représente le niveau d'expérience du conducteur c_i avec la catégorie de véhicule c_{a_j} .
- **Vecteur d'expérience de trajets** : Pour un conducteur c_i , on définit par $v_{c_t}(c_i)$ un vecteur représentant son expérience pour chaque trajet $t_{a_i} \in \mathcal{C}_t$, l'ensemble des trajets proposés par l'agence. Avec $v_{c_t}(c_i) = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})$ où e_{ij} représente le niveau d'expérience du conducteur c_i le trajet t_{a_j} .

2.5.2 Objectifs

Les objectifs visés par la mise au point de ce système sont les suivants :

- **Maximiser l'efficacité opérationnelle** : Maximiser l'efficacité opérationnelle en affectant les conducteurs les plus expérimentés aux voyages correspondant à leur expertise. Cela pourrait réduire les risques d'incidents et améliorer la fluidité des opérations.
- **Optimiser la sécurité** : Optimiser la sécurité en assignant les conducteurs les plus expérimentés aux voyages présentant des défis particuliers, tels que des terrains difficiles ou des conditions météorologiques adverses.
- **Réduire les coûts d'exploitation** : En assignant les conducteurs les plus expérimentés aux voyages appropriés, on vise à réduire les coûts d'exploitation liés aux incidents, aux retards ou aux inefficacités résultant d'une expérience insuffisante.
- **Maximiser la satisfaction client** : Un objectif clé serait de maximiser la satisfaction client en affectant des conducteurs expérimentés aux voyages où leur expertise contribuerait à offrir une expérience de voyage fluide, sûre et agréable.

2.5.3 Fonctionnement

Initialement, pour un conducteur c_i :

$$v_{c_a}(c_i) = \left(\frac{1}{|\mathcal{C}_a|}, \frac{1}{|\mathcal{C}_a|}, \dots, \frac{1}{|\mathcal{C}_a|} \right)$$
$$v_{c_t}(c_i) = \left(\frac{1}{|\mathcal{C}_t|}, \frac{1}{|\mathcal{C}_t|}, \dots, \frac{1}{|\mathcal{C}_t|} \right)$$

Avec $|\mathcal{C}_a|$ le cardinal de l'ensemble des Catégories de véhicules de l'agence.

Et $|\mathcal{C}_t|$ le cardinal de l'ensemble des trajets proposés par l'agence.

Nous proposons, pour la mise à jour des vecteurs d'expérience de réaliser une évaluation sur les conducteurs à la fin de leurs voyages respectifs.

En effet pour après un voyage $v = (v_i, c)_{d_i}$, on évaluera '**la performance**' réalisée par le conducteur c par une fonction $E(v)$. Cette fonction dépendra de ε_t l'erreur sur l'heure d'arrivée par rapport à celle programmée, et peut être plus tard d'un système de notation des conducteurs par les clients.

Etant donné le résultat de la fonction d'évaluation, on définit la matrice de transition \mathbb{P} . Le vecteur d'état après le $(i + 1)$ ième voyage sera donné par : $v_{c_a, i+1} = v_{c_a, i} \cdot \mathbb{P}$