**DOSSIER TIPE ENS**

Lorsque l’on prend l’avion le plus long est le temps d’attente avant et pendant l’embarquement. En effet, même pour des vols moyens courriers, la durée d’embarquement atteint rapidement la vingtaine de minutes. Ainsi, j’ai souhaité, avec une camarade de première année, étudier les méthodes d’embarquements étudiées, chercher à trouver une méthode optimale d’embarquement et chercher les répercutions économiques que cela peut avoir pour les compagnies aériennes.

Tout d’abord, nous avons réalisé des recherches sur les méthodes d’embarquements existants et nous avons trouvé un article du Dr Jason Steffen parlant des travaux qu’il avait réalisé sur les différentes méthodes d’embarquements utilisées. A la suite de cela, nous avons pris contact avec le Dr Jason Steffen pour avoir des renseignements sur ses travaux ainsi que sur la méthode d’embarquement qu’il avait mise au point. En effet, il a créé une méthode d’embarquement qui est censée être nettement plus efficace que les méthodes d’embarquements utilisées par les compagnies aériennes. Le Dr Steffen nous a donc conseillé de réaliser un programme informatique modélisant les différentes méthodes. Par ailleurs, la lecture de différents articles sur Internet nous a permis de nous rendre compte que certaines compagnies comme Ryan Air se servait de l’embarquement et du temps d’embarquement pour faire du profit sur les billets de type speedy-boarding. Nous avons aussi pu apprendre que le principal problème ayant lieu lors des embarquements est les interférences qu’il peut y avoir entre les passagers. Par exemple, lorsqu’un passager veut mettre son bagage à main dans les soutes intérieures, il bloque le passage pour les passagers attendant derrière lui pour pouvoir accéder à leur siège. De même, si une personne veut accéder à sa place qui se trouve au hublot et qu’il y a deux personnes entre la rangée et son siège, cela va ralentir son installation. Le but de cette étude sera donc de proposer une méthode étant la plus optimale possible tout en restant une méthode réalisable.

Les différentes méthodes d’embarquement que nous allons étudier ci-dessous sont la méthode des blocs, la méthode aléatoire et la méthode de Steffen. La méthode des blocs consiste à séparer l’avion en différents blocs et à faire embarquer l’avion de la manière la plus rapide possible. Dans cette étude nous allons séparer l’avion en 3 parties et faire embarquer d’abord le fond de l’avion puis l’avant puis le bloc central. La méthode aléatoire est la méthode utiliser en très grande majorité lors des courts et moyens courriers : elle consiste à faire embarquer les passagers dans l’ordre selon lequel ils se présentent au guichet. Enfin la méthode de Steffen est celle qui est la plus optimale d’après les recherches que nous avons réalisées. Elle consiste à faire entre une personne sur deux du fond de l’avion vers l’avant sur la rangée la plus à droite. Puis on réalise de même pour la rangée la plus à gauche. Ensuite, on comble les trous à droite, puis à gauche et le schéma se répète pour la seconde rangée et la rangée la plus proche de l’allée. Le principal problème de cette méthode est la mise en œuvre puisque cela signifierait ranger les personnes dans un ordre précis avant qu’ils ne passant le portique d’embarquement mais aussi séparer les groupes ou les familles ayant réservés des places à cotées. Toutefois, le principal atout de cette méthode est de minimiser les interférences entre passagers puisque chaque passager pourra aller à son siège sans que personne ne le gène ou en minimisant ces interférences.

Ainsi, nous avons fait le choix de modéliser informatiquement chaque méthode. J’ai donc créé une matrice de la taille voulue pour l’avion. J’ai initialisé les cases représentant les sièges à la valeur 2 et les cases représentant la rangée à la valeur 0. Les personnes avançant dans l’allée sont alors représentées par un 1. On commence par générer une liste de coordonnées qui sera l’ordre dans lequel les passagers s’installeront. Une fois qu’un passager sera installé à sa place on supprime le doublet le représentant dans la liste en question. De cette manière, la i-ème personne dans l’allée est représentée par le i-ème doublet dans la liste. Puis, on doit balayer la rangée centrale de l’avion du fond vers l’avant en faisant avancer, ou s’installer les personnes présentes dans l’allée lorsque cela est nécessaire. Lorsque l’on trouve une personne dans l’allée, on regarde si la personne est devant son siège. Si ce n’est pas le cas on regarde si on peut l’avancer ou non. Si elle peut avancer, on la fait avancer d’une case et on fait diminuer d’une unité l’abscisse de son siège. Lorsque cette abscisse est à 0. Cela signifie que le passager est devant son siège. On tire au hasard le temps que le passager va mettre pour charger dans la soute intérieure son bagage. On ajoute à ce temps les possibles interférences causées par les personnes se situant entre le passager et le siège voulu. Le total est le nombre de balayage qu’il faudra attendre avant que le passager puisse se mettre à sa place. Au final on stocke les matrices obtenues après chaque balayage dans une liste et on compte le nombre de balayage qu’il y a en incrémentant un compteur après chaque balayage. La liste de matrices obtenues nous permet de mettre en place une animation de chaque méthode et de vérifier que tout se passe, au moins en apparence, comme prévu. Puis le compteur nous permet de réaliser un graphique du temps d’embarquement en fonction du temps moyen que chaque passager met à charger sa valise et donc de comparer les différentes méthodes entre elles.

Puis, ma camarade a pris contact avec un pilote d’Air France qui a accepté de nous rencontrer. Il nous a expliqué que la méthode théorique de Steffen marchait parfaitement sur le plan théorique mais qu’elle était impossible à mettre en place, il nous a expliqué le fonctionnement global d’un embarquement et nous a parlé du rôle de sa manière de vivre les embarquements en tant que pilote.

Ainsi, nous avons voulu trouver une alternative à cette méthode de Steffen et plus précisément la rendre réalisable. Pour cela, nous avons choisi de ne pas séparer les groupes : les personnes venant à 3 s’installeront à 3, celles venant à 2 s’installeront à deux et les personnes seules utiliseront la méthode de Steffen. Ainsi, j’ai réalisé une fonction qui, en fonction des pourcentages pour chaque groupe entré, réalise cette méthode de Steffen alternative. Le seul problème restant était dans quel ordre les groupes doivent entrer. Ainsi, j’ai réalisé une fonction qui, pour un même temps moyen de chargement des bagages, compare tous les ordres possibles d’embarquements pour les groupes. De cette étude on a pu constater que l’ordre des groupes de 2 et 3 n’importait pas vraiment dans les proportions étudiées et que seul la place où on faisait embarquer les personnes seules importait vraiment. Et le placement optimal des personnes seules s’avère être en dernière position.

Le pilote que nous avions rencontré nous a aussi mis en relation avec des membres d’Air France étant en charge de l’embarquement. Cela nous a permis de passer une journée dans l’aéroport de Genève, d’assister à des embarquements pour pouvoir relever des données pratiques et de discuter de la manière dont les embarquements sont organisés. Par ailleurs, nous leur avons présenté notre travail. Ainsi, les personnes présentes nous ont conseillés de prendre en compte le remplissage de l’avion qui faisait varier le temps de remplissage de l’avion et ils nous ont fournis des documents comme les procédures d’embarquements ou les tarifs appliqués aux compagnies lorsque leurs avions sont sur le tarmac de l’aéroport de Genève.

55