

COMPÉTITION DE CAS D'ÉTUDE 2022

Compétition étudiante autour d'un cas d'étude en aérospatiale organisée dans le cadre de l'événement Vitrines 2022

IMAGINER LES OPÉRATIONS D'AVITAILLEMENT POUR DES AVIONS PROPULSÉS GRÂCE À DES ÉNERGIES PLUS ÉCORESPONSABLES QUE LE KÉROSÈNE.

Thématique

Le développement durable dans le domaine de l'aviation, un facteur habilitant : permettre un avitaillement efficace des avions dans les aéroports en considérant l'émergence des énergies propres (carburants propres et durables, hydrogène et électricité) comme source d'énergie pour la propulsion des avions commerciaux pouvant transporter jusqu'à 100 passagers pour un vol domestique Montréal-Toronto au départ de l'Aéroport Montréal-Trudeau.

Introduction

Produisant près de 2,1% des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde, les vols aériens contribuent de manière significative au réchauffement climatique. [1]. Dans le but de perpétuer un développement durable, des objectifs internationaux, comme ceux des accords de Paris, ont vu le jour, sollicitant les ingénieurs à penser et à concevoir des avions commerciaux plus « verts », c'est-à-dire des avions émettant moins de gaz à effet de serre lors de leur utilisation, consommant une énergie renouvelable et étant fabriqués de manière responsable et durable.

Présentement, les principales idées explorées pour réduire de manière drastique les effets néfastes environnementaux des avions commerciaux sont principalement concentrées sur l'amélioration de leur aérodynamisme, la mise en place d'une chaîne de production verte – communément appelée le *GSCM* – ou encore, solution de plus en plus populaire dans la recherche et le développement (R&D), l'utilisation d'énergies « vertes » pour leur propulsion. Ce cas d'étude s'intéresse particulièrement à cette dernière solution, qui est déjà en implémentation sous la forme de carburants propres et renouvelables – communément appelés les *SAF* – utilisés pour la propulsion de certains vols de courte distance.

L'implantation des nouvelles sources d'énergie jusqu'ici présentées nécessitent un grand travail sur les avions en eux-mêmes, mais il reste beaucoup de travail reste à faire pour **surmonter les défis logistiques que pourraient amener l'exploitation de nouvelles énergies dans les aéroports**. Ces derniers sont en effet présentement optimisés pour avitailler les avions au kérosène en un minimum de temps et les optimiser pour l'avitaillement d'avions exploitant une source d'énergie autre que le kérosène risque de demander des investissements conséquents en temps et argent ainsi qu'une main-d'œuvre variée composée d'ingénieurs, architectes, experts en logistique, etc.

Situation actuelle : Avitaillement des avions au kérosène à l'Aéroport de Montréal **[Scénario 0]**

Présentement, les avions qui atterrissent à l'Aéroport de Montréal (YUL) n'ont qu'un choix d'énergie lors de leur avitaillement en carburant : le kérosène. Celui-ci est amené, sous forme de carburant Jet A et Jet A-1, à l'aéroport grâce à un pipeline de la Corporation Internationale d'Avitaillement de Montréal (CIAM), permettant l'approvisionnement de l'aéroport sans faire appel à un réseau de camion-citerne faisant le trajet des raffineries à l'aéroport.

Une fois arrivé à l'aéroport, le carburant est stocké dans des réservoirs pouvant contenir une importante quantité de carburant. Ce type de stockage demande des tests quotidiens pour vérifier qu'aucune moisissure ou condensation ne se forme dans ces réservoirs. Le carburant qui passe de manière satisfaisante ce test peut ensuite servir lors de l'avitaillement qui consiste au remplissage des réservoirs des avions par pompage. Il est à noter qu'une alternative au pompage et donc à l'avitaillement par pipeline est l'utilisation de camions citernes desservant directement l'aéronef concerné (habituellement de moindre envergure).

Au moins deux employés sont nécessaires pour effectuer l'avitaillement en carburant des avions. Pour les plus gros avions, ces employés s'aident d'un monte-charge pour pouvoir connecter le tuyau de pompage au-dessous des ailes des avions, alors que pour les plus petits avions un simple escabeau suffit. Bien entendu, un technicien doit contrôler l'avion en taxi pour l'amener jusqu'aux différents emplacements de l'aéroport et aucun passager ne peut se trouver à bord de l'aéronef lors de l'avitaillement.

Les plans suivants permettent de mieux comprendre comment est aménagé l'aéroport. On y observe les différentes zones d'avitaillement et de stationnement d'avions lors de cette procédure.

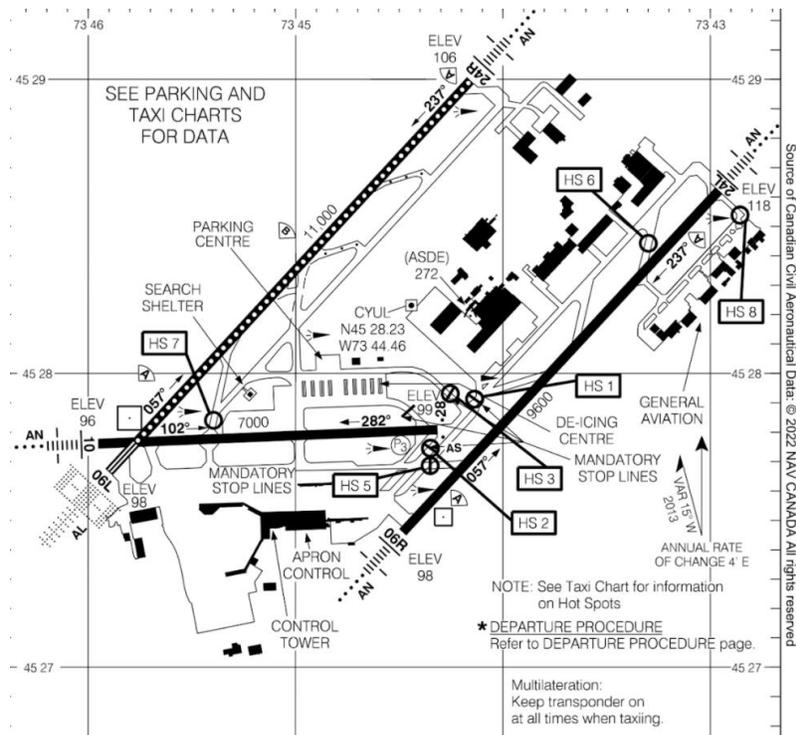


Figure 1 – Plan de l'Aéroport de Montréal

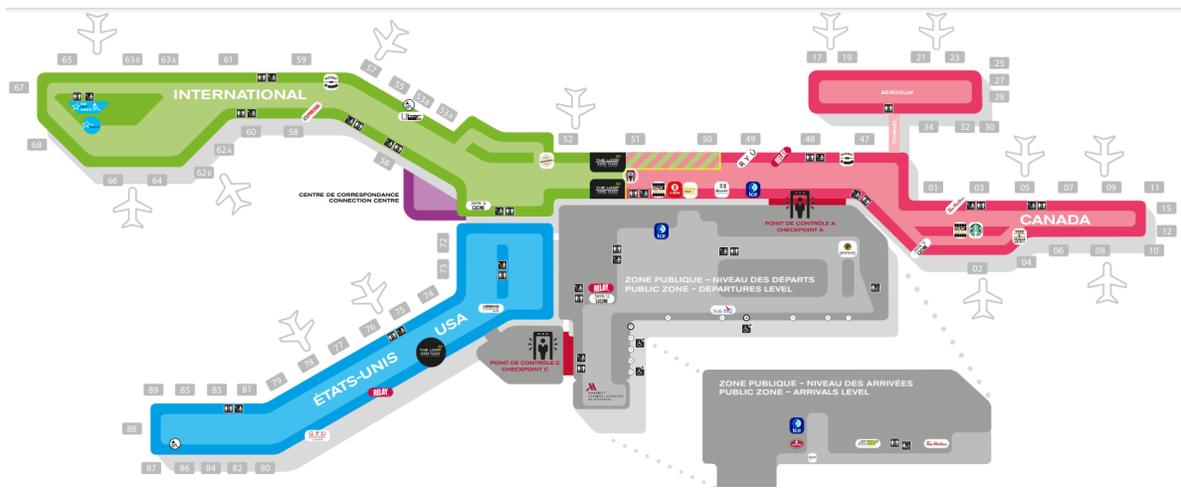


Figure 2 – Plan des départs

Source : <https://www.admtl.com/fr/plans-imprimables>

Objectif

Repenser les opérations d'avitaillement pour un avion commercial turbopropulsé opérant à partir du terminal domestique de l'Aéroport de Montréal et alimenté par une énergie verte, et comparer ces nouvelles opérations à celles présentement implémentées pour l'avitaillement des avions au kérosène.

Étant donné la possible transition vers des alternatives énergétiques vertes dans quelques années, il vous est demandé d'imaginer et de proposer un processus d'avitaillement relativement rapide, efficace et sécuritaire pour des avions propulsés grâce à l'un des modes de propulsion suivants :

1. Propulsion par moteurs hybrides (15% électriques, soit des batteries électriques soit des piles combustibles à hydrogène) [Scénario 1];
2. Propulsion électrique alimentés à 25% par hydrogène liquide, cryogénique ou comprimé [Scénario 2];
3. Propulsion par moteurs traditionnels alimentés uniquement par carburants propres (sans kérosène) [Scénario 3].

Une attention particulière sera portée sur la faisabilité technique et sur l'universalité de la solution proposée. Ainsi, les propositions devront permettre des opérations logistiques relativement simples et efficaces. Considérant la différence considérable de documentation accessible entre le scénario 3 et les 2 premiers, une analyse plus détaillée et précise est attendue des équipes qui sélectionneront le scénario 3.

Règlements de participation

Les équipes qui s'inscrivent à la compétition sont priées de respecter les règlements suivants :

1. Les participants doivent être des étudiants inscrits au cégep ou à l'université au 1^{er}, 2^e ou 3^e cycle au Québec;
2. Les équipes doivent être composées de 2 à 4 personnes.

Il est à noter qu'un point bonus sera attribué aux équipes multidisciplinaires. Il est donc conseillé de composer votre équipe de membres d'au moins deux disciplines différentes (ex. : génie, administration, sciences, maintenance d'aéronef, marketing, matériaux et composites, ...).

La sélection des finalistes se fera selon la qualité du dossier déposé dans la première étape du processus de sélection. Une grille d'évaluation peut être trouvée plus loin dans ce document.

Livrables pour la phase de sélection

Il est attendu que chaque équipe remette un texte, en français ou en anglais, dont le corps est minimalement composé de trois éléments :

1. justification du choix du scénario (1, 2 ou 3),
2. présentation de la solution,
3. comparaison de la solution au scénario 0.

1. Le scénario choisi doit être clairement explicité en introduction et la justification doit tenir en compte les futurs développements prévus dans le secteur aérospatial ainsi que des intérêts des membres de l'équipe. L'originalité et la pertinence seront évaluées.

2. Dans la section de présentation de la solution, **au moins trois des éléments suivants** doivent être abordés, en plus de la description de la solution proposée ainsi que son impact environnemental :

- Rentabilité (avantage marketing, profit, etc.);
- Coût et temps de développement;
- Faisabilité technique;
- Sécurité et fiabilité;
- Défis de certification.

3. Dans la section de comparaison avec le scénario 0, au moins deux des trois éléments suivants doivent être abordés: l'**impact environnemental**, la **rentabilité** ainsi que la **sécurité et fiabilité**.

Cette comparaison doit non seulement être faite grâce aux éléments présentés dans le présent document et son annexe, mais aussi grâce à des données trouvées dans vos propres recherches. Il vous est aussi possible de détailler votre solution par rapport à d'autres éléments que ceux présentés ci-haut si vous les jugez pertinents pour votre étude et de comparer votre solution au scénario 0 par rapport à ceux-ci.

Il est à noter que le fichier final doit être remis sous forme de document PDF (de 4 à 8 pages, hors annexe) et qu'il doit inclure, en plus des sections précédemment demandées, une courte introduction et une conclusion. Cette conclusion doit proposer de futurs projets sur lesquels vous pensez que l'industrie aérospatiale québécoise devrait se pencher pour assurer le développement durable. La présence d'une bibliographie complète en style APA 7^e ou IEEE est également attendue

Grille d'évaluation pour la phase de sélection

CRITÈRE	DESCRIPTION	NOTE
Justification du choix du scénario	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que la justification est claire et précise? • Est-elle basée sur des faits? • Est-elle basée sur un intérêt ressenti? 	/4
Présentation de la solution	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que la solution est réalisable techniquement? • Est-ce qu'elle permet une logistique simple et efficace? • Est-ce que l'impact environnemental est bien considéré? • Est-ce qu'au moins 3 des éléments attendus sont détaillés? 	/7
Comparaison de la solution au scénario 0	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que la comparaison est basée sur des faits pertinents? • Est-ce que les éléments de comparaison sont variés? • Est-ce que les contraintes de contenu sont respectées? 	/5
Qualité de la présentation et réponse aux questions	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que la présentation est professionnelle? • Est-ce que la conclusion pointe vers des recherches pertinentes pour l'industrie aérospatiale québécoise? • Est-ce que la bibliographie est complète? 	/4
TOTAL		/20

+1 point bonus sera attribué aux équipes multidisciplinaires

+ 2 points bonus seront attribués aux équipes qui analyseront les scénarios 1 ou 2

Déroulement de la compétition

La compétition se divise en deux phases distinctes :

1. Réception des réponses au cas d'étude par courriel à aeroportail@aeromontreal.ca jusqu'au 25 avril à 11h;
2. Sélection des trois équipes finalistes par le jury;
3. Présentation des finalistes au jury durant l'événement Vitrites 2022 au Centre des sciences de Montréal;
4. Annonce du gagnant le 7 mai vers 16h30 et remise des prix.

Il est à noter que toutes les équipes recevront une rétroaction sur leur travail, qu'elle soit finaliste ou pas.

Prix

Tous les participants recevront les prix suivants, dans la limite des stocks disponibles :

- Cartes de membre du musée aérospatiale du Québec (MAQ);
- BILLETS pour le Cosmodôme, ou le Planétarium ou le Centre des sciences de Montréal.

Les équipes finalistes recevront les prix suivants en fonction de leur position :

- 1^{re} position : Tour d'hélicoptère au-dessus de la ville de Montréal, une bourse du Consortium de Recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ) d'une valeur de 1000\$ et des entrées virtuelles à la Semaine internationale de l'aérospatiale (Septembre 2022);
- 2^e position : Guide d'étude ExoDrone pour devenir pilote de drone;
- 3^e position : Expérience de simulation de vol chez AéroSim à Laval.

Composition du jury

Le jury est composé d'experts issus des organisations suivantes :

- Aéro Montréal
- Comité sectoriel de main d'œuvre en aérospatiale du Québec (CAMAQ)
- Consortium de Recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ)
- Musée de l'aérospatiale du Québec (MAQ) / ÉNA
- Stelia Aerospace
- Autres, à confirmer

Remerciements

L'équipe de rédaction tient à remercier tous les professionnels et experts ayant participé à l'élaboration de la présente étude de cas, à savoir :

Donald Desrosiers – ADM
Miguel Garcia Claro – Bombardier
Pierre Gillard – MAQ & ÉNA
Alexandru Iordan – SAF PLUS CONSORTIUM
Fassi Kafyeke – Bombardier
Jarrod Morley – Aéro Montréal
Clothilde Petitjean – CRIAQ
David Rancourt – Université de Sherbrooke
Jonathan Roy – ADM
Alain Thilloy – MTL Aerostructure

Équipe de rédaction

Amina Chelabi, étudiante de 3^{ème} année en génie aérospatial à Polytechnique Montréal
Anis Djama, étudiant de 2^{ème} année en génie aérospatial à Polytechnique Montréal
Marc-Antoine Robillard, étudiant de 3^{ème} année en génie aérospatial à Polytechnique Montréal

Bibliographie

[1] ATAG. (2021). *Facts and figures*. [En ligne]. Disponible : <https://www.atag.org/facts-figures.html>