

L'IMPORTANCE DES FACTEURS HUMAINS DANS LES AUDITS DE SÉCURITÉ : LE CAS DE L'AÉROPORT MONTRÉAL-TRUDEAU

Julie Cormier, ING., M.Sc.A., M.A.
Aéroports de Montréal

Chantal Dagenais, ING., M.ING.
CIMA+

Exposé préparé pour la séance :
Intégration des facteurs humains à la conception géométrique des routes



Congrès annuel de 2007 de
l'Association des transports du Canada
à Saskatoon (Saskatchewan)

RÉSUMÉ

Dans le cadre du projet de reconfiguration du réseau routier en façade de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau, un concept global autoroutier a été élaboré par CIMA+ en collaboration avec Aéroports de Montréal. En plus de relier les réseaux routiers local et supérieur, ce concept intègre un réseau piétonnier et cyclable permettant de répondre aux besoins des marcheurs et cyclistes qui circulent en façade de l'aéroport. Par ailleurs, le concept considère également l'aménagement d'un nouvel hôtel, de nouveaux stationnements et d'un lien ferroviaire ainsi que tous les besoins associés aux activités aéroportuaires (taxis, autobus, livraison, etc.)

Afin de bonifier le concept préliminaire, un audit en sécurité routière a été réalisé par une équipe multidisciplinaire composée de spécialistes en sécurité, d'un expert en facteur humain et de responsables des installations aéroportuaires.

Les conclusions de l'audit ont permis de mettre en évidence l'importance de considérer les facteurs humains dans la réalisation des audits en sécurité routière.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de reconfiguration du réseau routier en façade de l'Aéroport Montréal-Trudeau, un concept global autoroutier a été élaboré par CIMA+ en collaboration avec Aéroports de Montréal. En plus de relier les réseaux routiers local et supérieur, ce concept intègre un réseau piétonnier et cyclable permettant de répondre aux besoins des piétons et des cyclistes qui circulent dans le secteur. Le concept considère également l'aménagement d'un nouvel hôtel et de nouveaux stationnements, la venue d'un lien ferroviaire ainsi que tous les autres usages reliés aux activités aéroportuaires (flottes de taxis, autobus, livraison, etc.)

Sur la base de ce concept, Aéroports de Montréal mettra en place un réseau routier d'une très grande envergure qui sera emprunté par des millions d'utilisateurs pour les prochaines années. Il se doit donc d'offrir un niveau de sécurité optimal pour tous ceux qui l'emprunteront et de permettre une cohabitation harmonieuse entre les différents utilisateurs.

C'est dans cette perspective qu'ADM a entrepris, avec CIMA+, un audit de sécurité pour son projet de reconfiguration du réseau routier en façade de l'aérogare de Montréal-Trudeau. Les buts recherchés sont :

- ➔ De s'assurer que le concept global offre le meilleur niveau de sécurité en relation avec d'autres critères de conception dont la mobilité et l'accessibilité;
- ➔ D'identifier certains aménagements qui pourraient présenter un risque pour la sécurité des utilisateurs tant cyclistes que conducteurs;
- ➔ De considérer les facteurs humains dans l'élaboration du concept pour réduire les risques d'erreur de conduite de la part des utilisateurs;
- ➔ De considérer les aspects de la sécurité reliés à l'entretien et à la desserte des services d'urgence.

2. PRÉSENTATION DU PROJET

2.1 RÉSEAU ACTUEL

La zone de l'aérogare est desservie par plusieurs routes locales qui forment le réseau de circulation interne de l'aéroport. La principale route d'accès pour les voyageurs, le boulevard Roméo-Vachon, constitue l'interface entre les réseaux routiers régional et local et l'aérogare. Comptant deux voies par direction dans sa partie plus au sud, il s'élargit dans la zone des parcs de stationnement publics et des débarcadères. De multiples points de décision concentrés sur une courte distance affectent la fluidité de la circulation sur cet axe. La figure I présente une photo aérienne du territoire aéroportuaire.



Figure I: Photo aérienne de l'aéroport Montréal-Trudeau

La réalisation prochaine de plusieurs projets d'envergure tels : l'amélioration des infrastructures de transport terrestre près de Montréal-Trudeau (échangeur Dorval); la relocalisation du centre de pré-dédouanement américain et la construction d'un hôtel en territoire aéroportuaire perturberont la géométrie routière existante en façade de l'aérogare affectant ainsi la circulation des passagers.

Le projet d'amélioration des infrastructures de transport terrestre près de l'aéroport vise, entre autres, à résoudre les problèmes des accès routiers reliant les installations aéroportuaires aux différentes autoroutes de même qu'aux secteurs des entreprises reliées au fret aérien situées à l'ouest et au sud-ouest de l'aéroport. Il implique la reconfiguration des voies d'accès et de sorties de l'aéroport. Les interventions prévues sur la voie d'accès principale visent à simplifier la signalisation routière et à réduire les risques associés aux zones d'entrecroisement.

Le projet d'agrandissement de l'aérogare vers le sud-ouest et le parachèvement du secteur transfrontalier affecteront la configuration du réseau routier à l'ouest du stationnement étagé en nécessitant, d'une part, le prolongement du débarcadère supérieur sur le devant du nouveau secteur transfrontalier et en nécessitant, d'autre part, un accès routier et un stationnement à un futur hôtel qui serait localisé aux étages supérieurs de l'agrandissement réalisé.

2.2 LES CONTRAINTES D'AMÉNAGEMENT

Le terrain d'aviation et son environnement contraignent les solutions potentielles.

- | | |
|---|---|
| → La proximité de l'échangeur et son réaménagement; présence d'un nouvel hôtel dans la partie sud-ouest de l'aérogare et de l'édifice de Transports Canada; proximité du stationnement étagé de l'aérogare: | → En plus de faciliter la prise de décision des usagers, de minimiser le trafic de transit sur les débarcadères; d'éliminer les problèmes de sécurité routière actuels, le concept envisagé doit s'arrimer avec les infrastructures actuelles et futures tout en tenant compte des expansions aéroportuaires futures. |
| → La présence d'une piste : | → Limite la hauteur des infrastructures et des portiques de signalisation. Le profil vertical doit respecter le cône d'approche qui dans ce secteur est limité à 10 mètres par rapport au seuil de piste. |
| → Les limites de propriété et les baux signés à long terme avec les exploitants de voitures de location : | → Les baux signés à long terme avec les exploitants de voitures de location expireront vers 2020. Par conséquent, le concept envisagé doit permettre un accès direct au centre de service tant à l'aller qu'au retour. |

2.3 LE CONCEPT PROPOSÉ

La solution proposée consiste à :

- Réduire la vitesse d'entrée en territoire aéroportuaire par l'introduction d'une courbe;
- Hiérarchiser le réseau routier en territoire aéroportuaire;
- Afficher simultanément que seulement 2 choix de destination aux conducteurs;
- Normaliser la géométrie des infrastructures aux normes actuelles;
- Prévoir des aménagements spécifiques pour les piétons et les cyclistes.

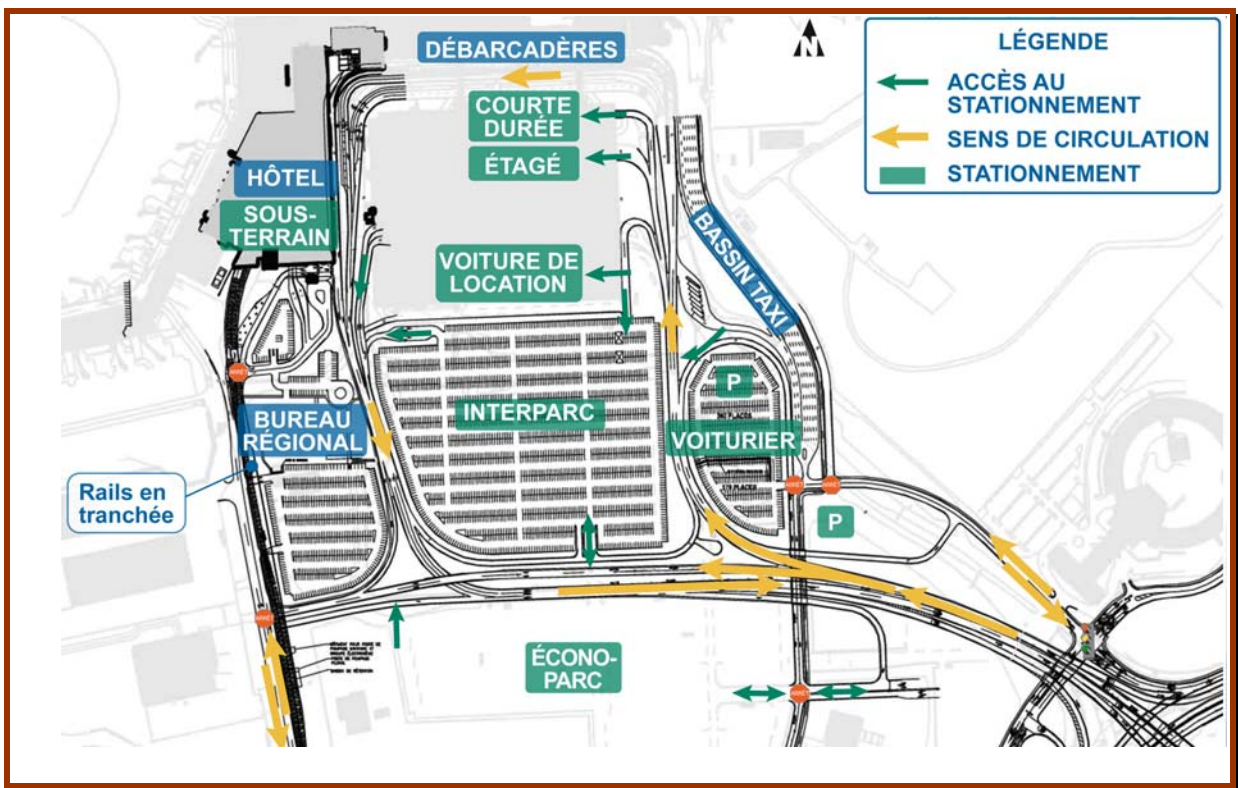


Figure II : Concept proposé

3. AUDIT DE SÉCURITÉ

3.1 BUT DE L'AUDIT

L'audit de sécurité routière a été réalisé dans le but de bonifier le concept élaboré pour le réseau routier en façade de l'Aéroport Pierre-Elliott-Trudeau. Au stade de développement du projet, le présent audit a permis d'évaluer le concept préliminaire. Cet audit s'avère important puisque les conclusions pourraient avoir un impact sur le tracé choisi et sur l'emprise nécessaire à la réalisation des aménagements. Plus spécifiquement, cet audit a permis d'évaluer les aspects du concept décrits ci-dessous :

- Profils verticaux et horizontaux;
- Zones de convergence / divergence et d'entrecroisement;
- Aménagements pour piétons et cyclistes;
- Charge de travail;
- Intersections et accès privés;
- Distances de visibilité;
- Continuité / constance du concept;
- Choix des paramètres de conception.



3.2 PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE D'AUDITEURS

Pour la réalisation de l'audit, CIMA+ et ADM désiraient regrouper des spécialistes de diverses disciplines pour créer une équipe de travail apte à évaluer tous les aspects du concept. Il s'avérait également important que les auditeurs ne soient pas familiers avec le projet. Ainsi, l'équipe d'auditeurs regroupait les ressources suivantes :

- trois spécialistes de la firme CIMA+ qui ne faisaient pas partie de l'équipe de conception :
 - Chantal Dagenais, ing. M. Ing. spécialiste en sécurité routière;
 - Geneviève Lefebvre, ing. associée, spécialiste en circulation;
 - Sébastien Labonté, M. Sc., spécialiste en sécurité routière.
- un expert en facteurs humains qui détenait une expertise propre au milieu aéroportuaire;
- un spécialiste en sécurité routière du ministère des Transports du Québec qui pouvait analyser les impacts associés à la transition entre le réseau autoroutier (échangeur Dorval) et le réseau aéroportuaire;
- trois représentants d'ADM (entretien, opérations et sûreté aéroportuaire) pour évaluer l'impact sur la sécurité des aménagements au niveau des opérations, de l'entretien du réseau et des stationnements et de la surveillance policière;
- un représentant de la Ville de Montréal (service d'incendie) pour évaluer l'impact des aménagements sur la desserte des services d'urgence.

3.3 RÉSULTATS DE L'AUDIT

Dans le cadre de l'audit, les auditeurs ont souligné plusieurs points forts du concept; c'est-à-dire, des éléments qui apportent une amélioration, en termes de sécurité, au réseau aéroportuaire existant.

De plus, plusieurs points à améliorer ont été mis en évidence. Ces points à améliorer regroupent les éléments de concept qui pourraient être bonifiés lors du concept définitif si les contraintes physiques le permettent.

Plusieurs des points forts et des points à améliorer sont reliés à des aspects touchant les facteurs humains.

Dans cet exposé, 6 éléments ont été retenus pour démontrer l'importance des facteurs humains dans la réalisation des audits de sécurité routière. Ces éléments sont les suivants :

Courbe à l'entrée de l'aéroport;

Nombre de points de conflits;

Signalisation publicitaire;

Signalisation pour les stationnements;

Zones d'entrecroisement;

Aménagements pour piétons et cyclistes.

→ 1- COURBE À L'ENTRÉE DE L'AÉROPORT

Le concept proposé comprend une courbe sur l'axe Roméo-Vachon pour réduire les vitesses à l'entrée de l'aéroport.

Certains auditeurs proposaient que cette courbe soit éliminée, en offrant un lien plus direct vers l'aéroport, pour permettre le regroupement de tous les stationnements. Le regroupement des stationnements permettaient d'optimiser la surveillance et l'entretien des stationnements.

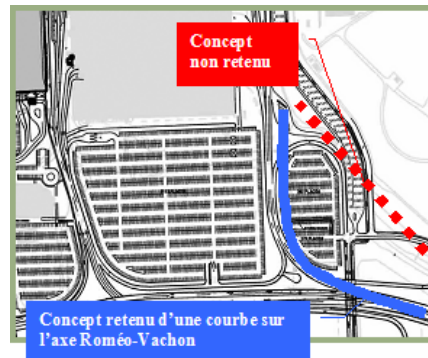


Figure III : Courbe à l'entrée de l'aéroport

Toutefois, les auditeurs ont convenu que cette courbe offrait plus d'avantages en termes de sécurité que d'inconvénients pour les opérations.

IMPACTS POSITIFS DE LA COURBE RELIES AUX FACTEURS HUMAINS

- ➔ Offre plus de temps aux usagers pour lire la signalisation et effectuer les changements de voie nécessaires pour accéder aux débarcadères ou aux divers stationnements;
- ➔ Réduit les différentiels de vitesse entre les usagers familiers (taxis, autobus, etc.) et ceux occasionnels;
- ➔ Crée une transition entre le réseau autoroutier et le réseau local.

➔ 2- NOMBRE DE POINTS DE CONFLITS

Le nouveau concept comprend une réduction du nombre de points de conflits à l'entrée de l'aéroport. Ce concept est jugé plus sécuritaire que le concept actuel.

IMPACT POSITIF

- ➔ Ce concept réduit le nombre de points de conflits sur l'axe Roméo-Vachon où les débits sont élevés et où la charge de travail imposée au conducteur est importante.

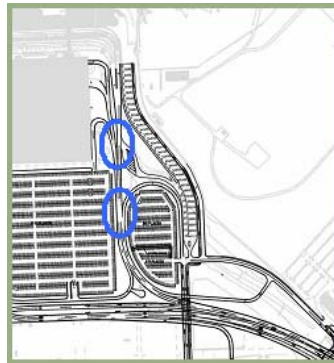


Figure IV : Points de conflits

→ 3- SIGNALISATION PUBLICITAIRE

Certaines zones de signalisation publicitaires sont actuellement localisées en des endroits où la charge de travail du conducteur est importante. Dans le cadre de l'audit, il a été demandé d'identifier sur la base du concept proposé les zones propices à l'installation de signalisation publicitaire et les zones où il serait interdit d'installer ce genre de signalisation.

Selon une étude réalisée par le docteur Alison Smiley, expert en facteurs humains, les conducteurs sont peu affectés par la signalisation publicitaire. En effet, les conducteurs utilisent 0.48 secondes pour regarder la signalisation publicitaire.

Puisque la signalisation publicitaire a peu d'impact sur la distraction des conducteurs, les auditeurs auraient pu ne pas identifier de zones interdites pour la signalisation publicitaire. Cependant, lorsque les auditeurs considèrent les lacunes au niveau des distances d'entrecroisement, la complexité du réseau aéroportuaire, l'hétérogénéité de la circulation, les différentiels de vitesse anticipés, ces derniers sont d'avis qu'il faut tenter de réduire la charge de travail en limitant ce type de panneau dans certaines zones.

En conséquence, les auditeurs ont pris en compte qu'une présence de signalisation publicitaire pourrait contribuer à augmenter le risque d'erreur de conduite dans les zones de convergence, de divergence, d'entrecroisement et dans les courbes.



Figure V : Zones potentielles et à proscrire pour l'implantation de la signalisation publicitaire

→ 4- SIGNALISATION POUR LES STATIONNEMENTS

Difficulté de compréhension des divers produits de stationnement offerts et surcharge d'information.

Le choix de nombreux produits de stationnement sur une courte distance pourrait créer des manœuvres hasardeuses à l'entrée des stationnements. Il est anticipé que les termes utilisés pour désigner les produits de stationnement (ProxiParc, InterParc, etc.) ne soient pas compris par l'ensemble des usagers pour l'identification des stationnements de courte et de longue durée. En plus, l'ajout de la tarification sur les panneaux ainsi que l'usage des deux langues officielles créent une surcharge d'information.

→ 5- ZONE D'ENTRECROISEMENT

Zone d'entrecroisement trop courte sur Roméo-Vachon, à la sortie de l'aéroport, pouvant créer des conflits véhiculaires. Selon les normes du ministère des Transports du Québec, la distance d'entrecroisement devrait être de 450 m (300 m minimum).

La longueur d'entrecroisement offerte de 65 m est insuffisante compte tenu du nombre de points de convergence et de divergence prévus dans ce secteur.

Puisque les contraintes physiques limitent l'espace pour aménager une zone d'entrecroisement respectant les normes, les auditeurs ont employé deux approches pour tenter d'analyser cet aspect en termes de sécurité et d'identifier une longueur d'entrecroisement acceptable.

Deux approches préconisées, lesquelles sont axées sur l'analyse des facteurs humains: analyse de la signalisation de destination et comparaison de la charge de travail imposée au conducteur entre la situation actuelle et la situation future.

L'analyse de la signalisation de destination avait pour but de vérifier la distance nécessaire pour un conducteur afin de lire la signalisation de destination et d'effectuer les manœuvres de changement de voie appropriées. Les résultats de cette analyse pouvaient par la suite être utilisés pour ajuster les longueurs d'entrecroisement.

La deuxième approche consistait à comparer les caractéristiques de débits et les caractéristiques physiques du réseau routier entre la situation actuelle et la situation future pour déterminer si les facteurs affectant le risque en sécurité (exposition et probabilité d'accidents) changeaient.

➔ 6- AMÉNAGEMENTS POUR PIÉTONS ET CYCLISTES

Absence d'aménagements piétonniers à l'intérieur et dans le secteur du stationnement ÉconoParc.

De plus, absence d'un lien entre les stationnements pour permettre la circulation en vélo des agents de sécurité.

DESCRIPTION

- ➔ Il est anticipé que certains usagers du stationnement ÉconoParc circuleront à pied entre l'aérogare et le stationnement au lieu d'utiliser les navettes. L'absence d'aménagements sécurisant leur déplacement pourrait augmenter les risques de conflits véhicules-piétons.
- ➔ L'absence d'un lien cyclable obligera les agents de circulation à traverser l'axe Roméo-Vachon où les débits de circulation sont importants



Figure VI : Circulation anticipée des piétons



Figure VII : Circulation anticipée des agents de sécurité en vélo

4. CONCLUSION

La réalisation d'un audit de sécurité pour le projet de reconfiguration du réseau routier en façade de l'aérogare de Montréal-Trudeau a permis d'identifier les points forts et faibles du concept proposé. La multidisciplinarité des auditeurs sélectionnés et leur détachement par rapport à la conception du réseau a permis de considérer les facteurs humains; de considérer les aspects de la sécurité reliés à l'entretien et à la desserte des services d'urgence; d'identifier les aménagements qui pourraient présenter un risque pour la sécurité des usagers tant cyclistes, piétons que conducteurs.

Suite à la réalisation de l'audit, les concepteurs ont modifié le concept en fonction des constats identifiés. Les principales modifications apportées ont trait :

- ➔ aux longueurs d'entrecroisement à l'entrée et à la sortie de l'aéroport qui ont été augmentées;
- ➔ à l'emplacement des entrées et des sorties des stationnements qui ont été modifiées et ce, afin de réduire le nombre de points de convergence à la sortie de l'aéroport et de diminuer la charge de travail du conducteur à l'entrée de l'aéroport.