

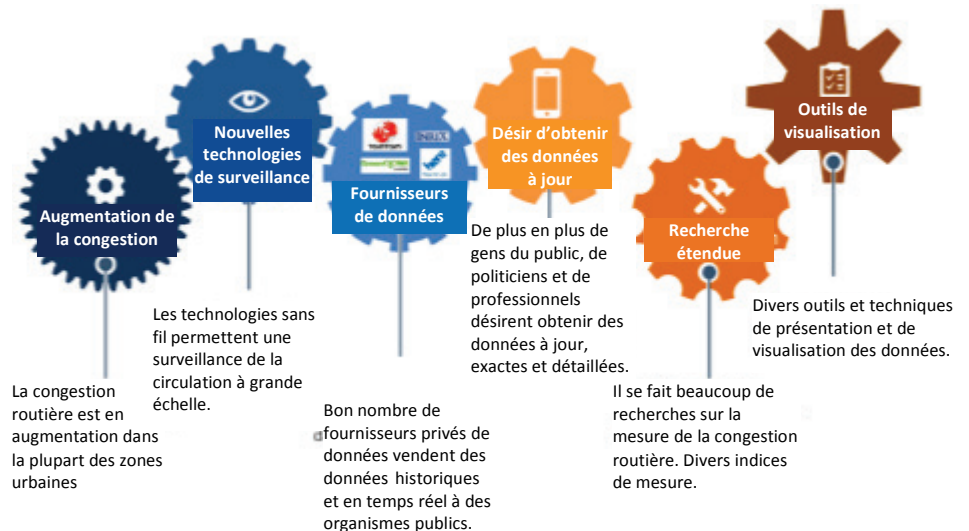
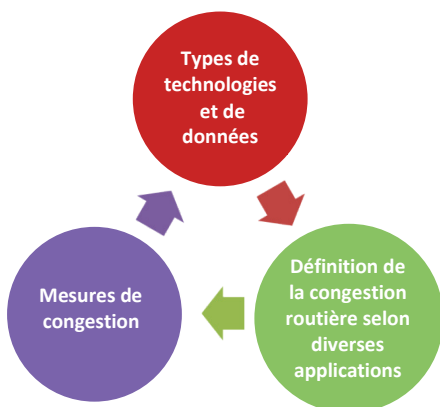
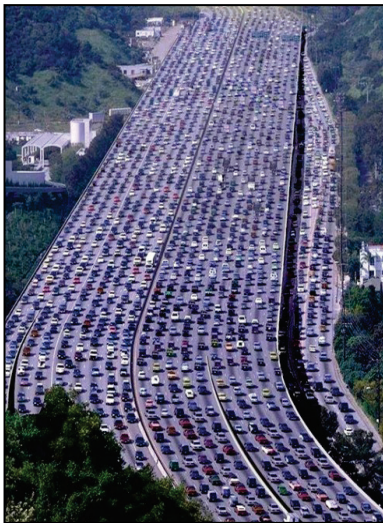
## Notions élémentaires sur

# Lignes directrices pour définir et mesurer la congestion urbaine

### Introduction

La congestion routière est devenue un défi de taille dans la plupart des zones urbaines. Au cours des dernières années, l'élaboration de mesures d'atténuation de la congestion routière est devenue une priorité au sein de nombreuses administrations routières. Dans cette optique, la détermination des caractéristiques de congestion constitue une étape essentielle à la sélection de mesures d'atténuation adéquates.

Le présent dossier de notions élémentaires vise à relever les différents défis engendrés par la congestion routière. Les principaux objectifs de ce dossier sont i) d'élaborer des normes pour définir et mesurer la congestion routière et déterminer des mesures (indices) de performance pour quantifier la congestion, et ii) de conseiller sur la manière d'utiliser les différentes sources de données pour mesurer la congestion et évaluer les investissements proposés en transport. Le dossier de notions élémentaires expose brièvement le contenu de la publication de l'ATC intitulée *Lignes directrices pour définir et mesurer la congestion urbaine*. Les Lignes directrices visent à promouvoir la cohérence méthodologique parmi les zones urbaines au Canada, à conseiller sur la manière de quantifier la congestion routière et sur la manière d'utiliser les sources de données de congestion routière disponibles et à éclairer les discours politiques, publics et institutionnels sur les enjeux de transport et leurs solutions.



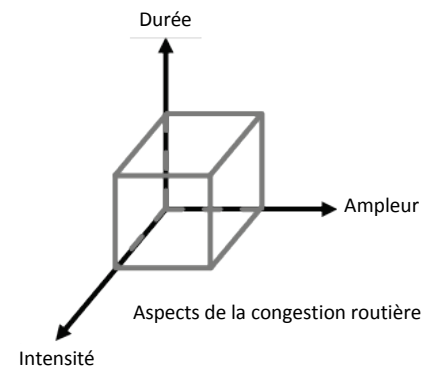
## Définition de la congestion routière

La détermination des critères permettant de définir les différents cas de congestion constitue la première étape vers la prise de mesures d'atténuation adéquates. Cependant, un manque d'uniformité persiste actuellement dans la mesure du degré de congestion des voies de circulation. L'examen des travaux de recherche, des pratiques de divers organismes et du sondage en ligne mené auprès d'autorités compétentes et d'instituts de recherche en Amérique du Nord et en Europe a révélé qu'aucune définition de la congestion routière n'est universellement acceptée. La majorité des études et des pratiques en matière de congestion routière ont montré certaines permutations de la phrase suivante dans leurs définitions : « *La congestion est une situation dans laquelle la demande d'espace routier est supérieure à l'offre.* » Bien que cette définition de la congestion routière soit valable, elle oublie d'inclure les interactions complexes entre les paramètres de la demande et de l'offre, qui mènent à une situation de congestion. Adoptant un tout autre point de vue, bon nombre de chercheurs et de professionnels définissent la congestion routière en fonction des attentes des usagers, de la façon suivante : « *Dans le domaine des transports, la congestion routière fait référence à un excès de véhicules sur une portion de route à un moment donné, ce qui cause une réduction de la vitesse en deçà, parfois bien en deçà, des vitesses prévues.* » La vitesse prévue peut changer selon l'utilisation, la période de la journée, les types d'analyse et les autorités compétentes. Les Lignes directrices de l'ATC fournissent des suggestions quant aux vitesses prévues (seuil entre les situations de congestion et les situations de fluidité) pour les routes canadiennes.

## Mesures de congestion

La congestion routière a une incidence directe sur le temps de déplacement, la vitesse, le retard et la qualité des services. Elle augmente aussi l'émission de polluants, la consommation d'essence et les coûts de déplacement. La plupart des ouvrages tiennent compte de ces effets pour caractériser et mesurer les conséquences de la congestion routière. Les mesures de la congestion routière peuvent être classées en sept groupes, soit le retard, la vitesse, le temps de déplacement, la fiabilité du temps de déplacement, le niveau de service, les aspects environnementaux et les coûts. Initialement, on a dressé une liste d'environ 30 mesures de congestion. Étant donné le grand nombre de mesures disponibles, on a utilisé une procédure objective afin d'évaluer et de comparer ces mesures de la congestion. Les mesures de la congestion ont été évaluées en fonction des facteurs suivants :

- Types d'analyse : investissements et politiques des gouvernements, modèles de planification des transports, modèles d'évaluation énergétique et de la qualité de l'air, gestion de la circulation, etc.
- Zones d'analyse : courts tronçons routiers, corridors, réseaux régionaux



- Public cible potentiel : ingénieurs spécialisés en circulation, gestionnaires des transports, usagers de la route et représentants élus
- Aspects de la congestion routière : durée de la congestion, nombre de personnes ou de véhicules circulant en conditions de congestion, distribution géographique de la congestion, ampleur de la congestion, variations quotidiennes de la congestion routière
- Accessibilité des données et des méthodes de collecte de données

Les mesures de la congestion de la liste initiale ont été examinées en fonction des facteurs précédents, puis celles qui couvraient la plupart des facteurs ont été retenues. Le Tableau 1 présente les mesures de congestion les plus utiles.

**Tableau 1 – Mesures de congestion les plus utiles**

| CATÉGORIE DE MESURE  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| RETARD   | TEMPS DE DÉPLACEMENT  | FIABILITÉ   | NIVEAU DE SERVICE  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retard total des véhicules</li> <li>• Retard total des voyageurs</li> <li>• Taux de retard</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indice du temps de déplacement</li> <li>• Indice de stress des navetteurs</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centile normalisé des temps de déplacement</li> <li>• Indice tampon</li> <li>• Indice d'étalement</li> <li>• Indice de planification du temps</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indice de durée de congestion kilomètres-voies</li> </ul> |

Les attributs de chaque mesure de congestion repérée dans le cadre de l'étude sont résumés dans un tableau similaire au tableau 2 ci-dessous, lequel indique les attributs détaillés de l'indice du temps de déplacement.

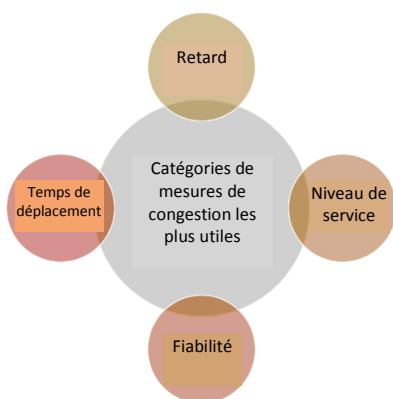
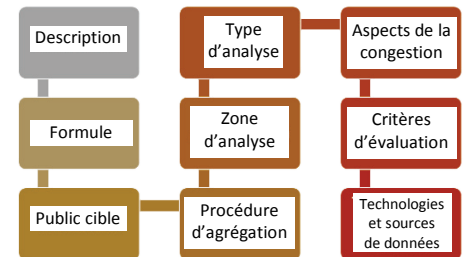


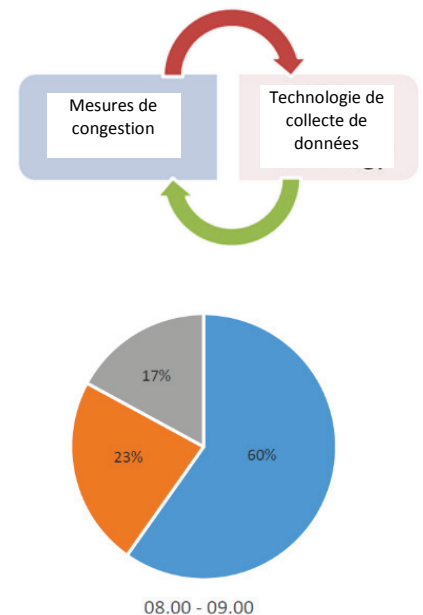
Tableau 2 – Attributs détaillés de l'indice du temps de déplacement

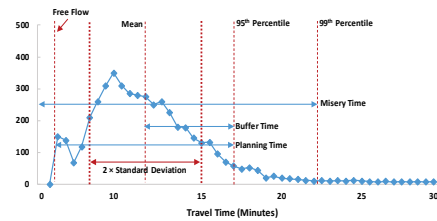
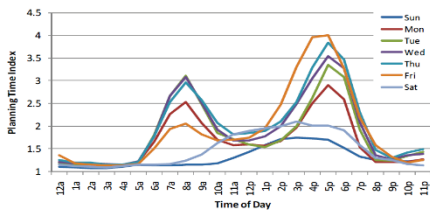
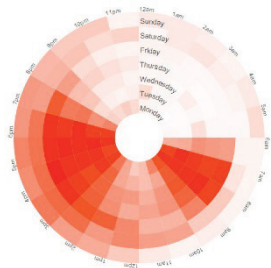
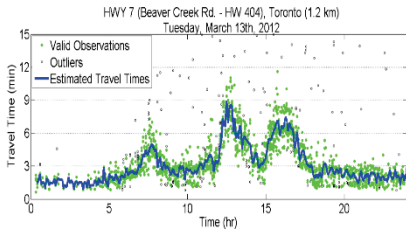
| Measure                       | Details                  |   |                       |                                |     |
|-------------------------------|--------------------------|---|-----------------------|--------------------------------|-----|
| Travel Time Index             | Description              | Travel Time Index (TTI) compares peak period travel time to the free-flow travel time. This measure includes both recurring and non-recurring conditions and is also reported in the most recent Urban Mobility Scorecard, which is prepared by the Texas Transportation Institute (Schrank and Lomax, 2015). |                       |                                |     |
|                               | Formulation              | $TTI_r = \frac{t_{(r,p)}^{obs}}{t_r^f}$ Where,<br>$TTI_r$ = Travel Time Index for corridor $r$ ;<br>$t_{(r,p)}^{obs}$ = Observed peak period travel time along corridor $r$ (min); and<br>$t_r^f$ = Free-flow travel time along corridor $r$ (min).   |                       |                                |     |
|                               | Audiences                | Engineers, Managers, Road Users, Elected Officials  |                       |                                |     |
|                               | Analysis Types           | Government Policies   | ✓                     | Identification of Issues       | ✓   |
|                               |                          | Private Sector Decision   | ✓                     | Evaluation of alternatives     | ✓   |
|                               |                          | Land Development Impacts  | ✓                     | Assessment of traffic controls | --- |
|                               |                          | Transportation planning Models  | ✓                     | Real-time traffic management   | ✓   |
|                               |                          | Air quality and energy models   | ---                   | Assessment of transit systems  | ✓   |
|                               | Analysis Area            | Segment, Corridor, Region   |                       |                                |     |
|                               | Aggregation Procedure    | $TTI_u = \frac{\sum_{r \in U} (TTI_r \times VKT_r)}{\sum_{r \in U} VKT_r}$ Where,<br>$TTI_u$ = Travel Time Index for the urban area $u$ ;<br>$L_r$ = Length of Corridor $r$ ;<br>$VKT_r$ = Vehicle Kilometer Traveled on corridor $r$ ; and<br>$U$ = Set of corridors within urban area $u$ .                 |                       |                                |     |
|                               | Congestion Aspects       | Intensity   |                       |                                |     |
|                               | Assessment Criteria      | Simple and easily understood  | ✓                     | Comparable                     | ✓   |
| Magnitude of congestion       |                          | ---   | Allows aggregation    | ✓                              |     |
| Relative to a standard        |                          | ✓   | Requires minimal data | ✓                              |     |
| Continuous range              |                          | ✓   |                       |                                |     |
| Technologies and Data Sources | Inductive Loop Detectors | ---   | Bluetooth/Wi-Fi       | ✓                              |     |
|                               | RFID                     | ✓   | ANPR                  | ✓                              |     |
|                               | Dedicated Probe Vehicles | ✓   | Mobile Probe Vehicles | ✓                              |     |
|                               | Connected Vehicles       | ✓   | Autonomous Vehicles   | ✓                              |     |



### Technologies et sources de données

Les mesures de congestion devraient être choisies sans tenir compte de la méthode de collecte de données. En réalité cependant, l'accessibilité des sources de données a souvent une influence importante sur le processus de sélection des mesures de congestion. Actuellement, différentes méthodes d'acquisition de données de circulation sont offertes sur le marché, notamment les technologies à points fixes (p. ex., capteurs à boucles inductives et les technologies Bluetooth et Wi-Fi), les technologies utilisant des véhicules sondes GPS spécialisés, et les techniques de localisation par téléphone cellulaire offertes par des fournisseurs de données privés. Il importe de souligner que certaines méthodes de collecte de données ne sont pas pleinement capables de mesurer les différents indices de circulation. On a donc établi de nombreux critères permettant d'évaluer les technologies et les sources de données, dont les méthodes de collecte de données, le type de données accessibles (brutes vs traitées), les données historiques et en temps réel sur la circulation, la taille de l'échantillon, l'exactitude, la couverture et les limites. En résumé, une corrélation entre les mesures de congestion et les méthodes de collecte de données a été créée sous forme de matrice (Tableau 3). Les symboles utilisés dans ce tableau sont définis comme suit :





- La technologie de collecte de données peut pleinement estimer l'indice de congestion.
- ◐ La technologie de collecte de données peut être utilisée comme complément pour l'estimation de l'indice de congestion.
- La technologie de collecte de données ne peut être utilisée pour l'estimation de l'indice de congestion.

**Tableau 3 – Mesure de la congestion et matrice de collecte de données (échantillon)**

| CATÉGORIE DE MESURE | MESURE DE CONGESTION               | TECHNOLOGIES DE COLLECTE DE DONNÉES |                |     |      |                              |                          |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-----|------|------------------------------|--------------------------|
|                     |                                    | CAPTEURS À BOUCLES INDUCTIVES       | À POINTS FIXES |     |      | VÉHICULES SONDES             |                          |
|                     |                                    |                                     | BLUETOOTH      | IRF | RAPI | VÉHICULES SONDES SPÉCIALISÉS | VÉHICULES SONDES MOBILES |
| Retard              | Retard des véhicules               | ◐                                   | ◐              | ◐   | ◐    | ◐                            | ◐                        |
|                     | Retard des voyageurs               | ◐                                   | ◐              | ◐   | ◐    | ◐                            | ◐                        |
|                     | Taux de retard                     | ○                                   | ●              | ●   | ●    | ●                            | ●                        |
|                     | Taux relatif de retard             | ○                                   | ●              | ●   | ●    | ●                            | ●                        |
|                     | Ratio de retard                    | ○                                   | ●              | ●   | ●    | ●                            | ●                        |
|                     | Indice de gravité de la congestion | ◐                                   | ◐              | ◐   | ◐    | ◐                            | ◐                        |

### Visualisation de la congestion

La visualisation est un outil efficace pour présenter de l'information et des données sur la performance des systèmes de transport de manière à ce qu'elles soient comprises et assimilées par divers publics. Une vaste gamme d'outils visuels peuvent être utilisés pour présenter les indices de congestion. Des exemples de ces outils de visualisation sont présentés ci-contre. En fonction des buts et objectifs de l'étude, des publics cibles et de la disponibilité des données et des ressources, diverses techniques de visualisation peuvent être envisagées pour différentes applications de gestion de la congestion. En résumé, on peut tirer les observations suivantes des diverses techniques de visualisation :

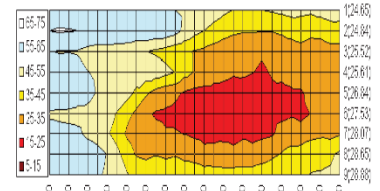
- La plupart des techniques de visualisation s'appliquent aux mesures du retard, de la vitesse, du temps de déplacement et du niveau de service, à

l'exception des diagrammes circulaires et des distributions de fréquences.

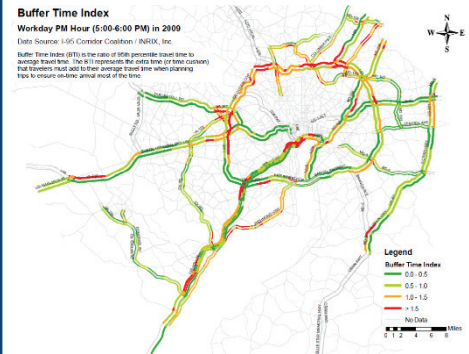
- Les diagrammes en spirale, les distributions de fréquences, les graphiques de contours et les cartes thermiques sont les meilleures techniques pour visualiser les mesures de fiabilité.
- L'applicabilité des documents infographiques pour diverses mesures de la congestion est variable et dépend de la conception du schéma et de l'information présentée.
- La plupart des techniques de visualisation présentées sont adéquates pour les ingénieurs et les gestionnaires, tandis que les diagrammes à barres et à colonnes, les diagrammes circulaires, les graphiques linéaires, les nuages de points, les cartes thermiques et les cartes à bulles sont des techniques de visualisation adéquates pour les usagers de la route.
- La plupart des méthodes de visualisation sont applicables aux tronçons routiers. Les seules exceptions sont les graphiques de contours, les cartes thermiques et les cartes à bulles.
- Les graphiques de contours et les graphiques espace-temps peuvent pleinement traiter les comparaisons spatiotemporelles. De plus, les diagrammes en spirale, les cartes thermiques et les cartes à bulles peuvent partiellement traiter les comparaisons spatiotemporelles.

## Aide à la décision

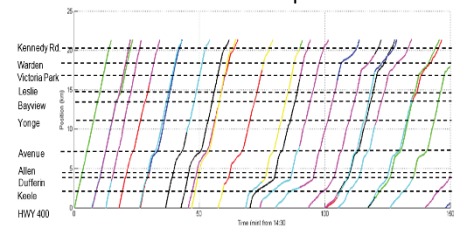
Comme résumé du présent dossier de notions élémentaires, un processus d'aide à la décision a été préparé pour les utilisateurs des Lignes directrices afin d'éclairer leurs choix en matière de définition de la congestion, de mesures de la congestion, de sources de données et de méthodes de production de rapports et de visualisation des données en fonction des buts et des objectifs de l'étude ainsi que d'autres contraintes et considérations. La Figure 1 illustre un aperçu du processus d'aide à la décision.



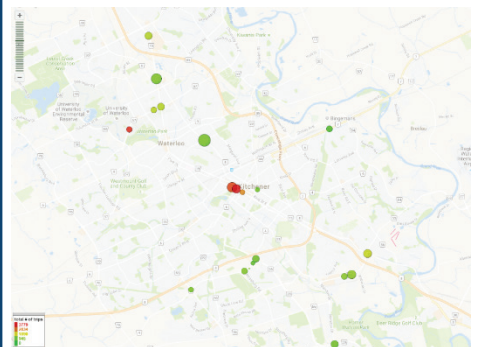
Graphique de contours



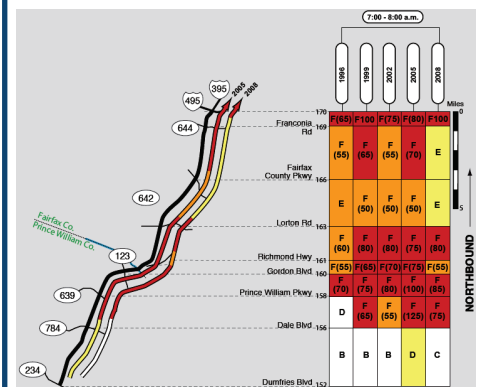
Carte thermique



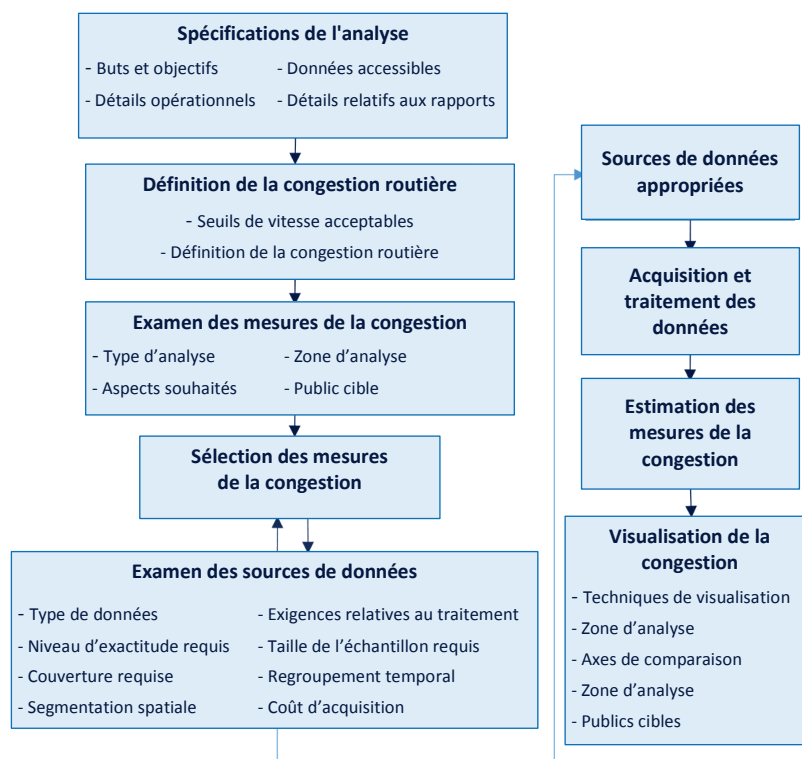
Graphique espace-temps



Carte à bulles



Document infographique



**Figure 1 – Surveillance des mesures de congestion routière – processus d’aide à la décision**

### Renseignements supplémentaires

Le présent document est fondé sur la publication de l’Association des transports du Canada intitulée *Lignes directrices pour définir et mesurer la congestion urbaine* en vente à la librairie en ligne de l’ATC ([www.tac-atc.ca](http://www.tac-atc.ca)).

### Avis de non-responsabilité

Tout a été mis en œuvre pour que l’information présentée dans ce dossier de notions élémentaires soit exacte et à jour. Toutefois, l’Association des transports du Canada (ATC) n’assume aucune responsabilité en cas d’erreurs ou d’omissions. Ce document ne reflète aucune position politique ou technique de l’ATC.

#### Association des transports du Canada

401-1111, promenade Prince of Wales Ottawa (ON) K2C 3T2

Tél. : 613-736-1350 ~ Téléc. : 613-736-1395

[www.tac-atc.ca](http://www.tac-atc.ca)