



Manuel du participant

Écoconduite pour
conducteur de tracteur routier



TABLE DES MATIÈRES

1. L'INTRODUCTION À L'ÉCOCONDUITE.....	1
2. LE BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UN VÉHICULE	2
3. LA FORCE DE ROULEMENT	4
4. LA FORCE AÉRODYNAMIQUE.....	5
5. LA FORCE D'INERTIE	6
6. LA FORCE DE FREINAGE	11
7. LA FORCE DE GRAVITÉ	12
8. LA FORCE MOTRICE	13
9. LES AUTRES POINTS À CONSIDÉRER.....	14
10. EN RÉSUMÉ	15
NOTES	16

1. L'INTRODUCTION À L'ÉCOCONDUITE

L'écoconduite consiste à appliquer des conseils et des techniques de conduite qui réduisent la consommation de carburant d'un véhicule pour le même service rendu.

Il s'agit d'une approche qui permet :

- > De réduire la consommation de carburant;
- > De diminuer les répercussions sur l'environnement;
- > De tenir compte des avancées technologiques;
- > D'abaisser les frais d'entretien;
- > D'améliorer la sécurité routière, tout en réduisant le stress.

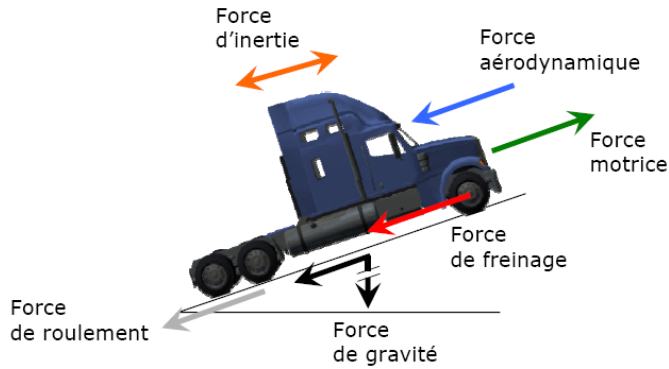
Le contenu de cette formation porte sur une conduite avancée pour des conducteurs professionnels. Voici quelques constats liés à la conduite d'un camion lourd au Québec :

- > 89 000 véhicules en circulation;
- > 8 milliards de kilomètres parcourus annuellement;
- > 167 % d'augmentation des gaz à effet de serre 1990 à 2020.

Les études démontrent que l'écoconduite peut diminuer la consommation de carburant de 5 à 30 % selon les individus. Pour un conducteur qui parcourt 200 000 km par an, à raison de 45 L/100 km (5,23 MPG), une économie de carburant de 5 % représente 4 500 litres de diesel et l'équivalent de 12 tonnes de GES par an.

2. LE BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UN VÉHICULE

Les principales forces responsables de la consommation de carburant d'un véhicule sont présentées dans le but de mieux les comprendre et d'apprendre à les gérer.

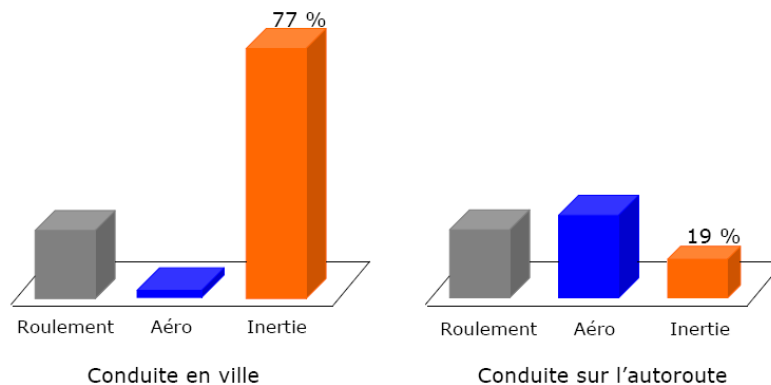


$$F_{\text{mot}} = F_{\text{roul}} + F_{\text{air}} + F_{\text{inertie}} + F_{\text{frein}} + F_{\text{grav}}$$

La force motrice (F_{mot}) est directement liée à la consommation de carburant d'un véhicule. Elle doit combattre la somme des forces suivantes : forces de roulement (F_{roul}), aérodynamique (F_{air}), d'inertie (F_{inertie}), de freinage (F_{frein}) et de gravité (F_{grav}). Ainsi, pour diminuer votre consommation de carburant, vous devez réduire l'ampleur de ces forces et améliorer l'efficacité de votre moteur.



Le graphique suivant montre la contribution relative des principales forces sur la consommation de carburant en milieu urbain et sur route.



- > La force de roulement est sensiblement la même en milieu urbain que sur l'autoroute. Elle est à peu près la même quelle que soit la vitesse.
- > La force aérodynamique a une plus grande importance sur l'autoroute qu'en milieu urbain puisque la vitesse y est plus élevée. Cette force est très faible en milieu urbain.
- > La force d'inertie et les accélérations qui y sont associées contribuent pour environ 80 % de l'énergie consommée en milieu urbain (avant récupération). Cela s'explique par la fréquence des arrêts et des départs effectués dans la circulation. Les effets des accélérations sur l'autoroute ne sont pas négligeables (19 %).

La compréhension des facteurs qui agissent sur votre véhicule vous permet d'adopter les comportements les plus appropriés pour réduire votre consommation de carburant. À la lumière du graphique ci-dessus, le conducteur doit porter une attention particulière à la gestion de la force d'inertie.



3. LA FORCE DE ROULEMENT

Définition

La force de roulement s'oppose au roulement libre du véhicule. Elle est principalement causée par la déformation du pneu et la surface de contact.



Par exemple, imaginez que vous tirez un transpalette. La force de roulement est la force requise pour maintenir le transpalette en mouvement à une vitesse constante.

Explication

Coefficient de résistance au roulement

Ce coefficient est influencé principalement par la pression des pneus, le type de chaussée et le type de pneu. La pression des pneus diminue en raison de la perte naturelle de l'air dans les pneus et de la baisse de la température extérieure. La pression adéquate est déterminée par le fabricant du véhicule (ou l'entreprise) et doit être mesurée lorsque les pneus sont froids. Un véhicule qui circule sur une chaussée composée de gravier nécessite plus de carburant pour se déplacer que s'il roulait sur l'asphalte. Il en est de même pour un véhicule équipé de pneus doubles plutôt que de pneus à bande large plus efficaces du point de vue énergétique.

Masse

Plus la remorque est chargée, plus il est difficile de la tirer et plus grande est la consommation de carburant.

CONSEILS

- > Surveillez et réglez régulièrement la pression des pneus.
- > Assurez-vous du bon réglage du parallélisme des essieux.
- > Évitez de transporter des charges inutiles.

4. LA FORCE AÉRODYNAMIQUE

Définition

La force aérodynamique est la résistance exercée par l'air sur le véhicule.



Par exemple, imaginez que vous sortez votre main d'un véhicule roulant à 100 km/h. La force aérodynamique est la force exercée par l'air sur votre main.

Explication

Vitesse

L'effet de la vitesse est particulièrement important en contexte de route caractérisé par des vitesses au-dessus de 70 km/h. Lorsque la vitesse double, la force aérodynamique n'est pas à son tour doublée mais bien multipliée par 4 (relation exponentielle). Ainsi, à partir de 90 km/h, chaque km/h de plus augmente la consommation de carburant d'environ 1 %.

Coefficient de résistance aérodynamique

La manière dont l'air circule autour du véhicule en mouvement influe également sur la consommation de carburant. Il existe des ajouts ou des modifications que l'on peut apporter au véhicule pour en favoriser l'aérodynamisme (toit profilé, jupe de remorque, cache-réservoir, rétreint du tracteur, combinaison tracteur-remorque et chargement).

TECHNIQUE DE CONDUITE	
Diminuer la vitesse du véhicule.	> Diminuez graduellement la vitesse du véhicule sur la route pour vous habituer (1 km/h à la fois). > Appliquez aussi cette technique de conduite en ville mais seulement pour une vitesse du véhicule de 50 km/h ou plus.

5. LA FORCE D'INERTIE

Définition

La force d'inertie s'oppose aux changements de vitesse du véhicule. Elle retient le véhicule lorsqu'il veut augmenter sa vitesse et elle le pousse lorsqu'il veut ralentir.



Par exemple, vous consommez du carburant pour accélérer jusqu'à atteindre une certaine vitesse mais vous pouvez en récupérer une grande partie lors de la décélération pendant laquelle vous parcourez une distance sans consommation de carburant.

Explication

Une accélération représente l'écart entre la vitesse de départ et la vitesse d'arrivée pour un événement donné. Il s'agit d'une variation de la vitesse, par exemple, de 0 à 50 km/h ou de 50 à 70 km/h. Pour le moment, on ne se soucie pas du temps requis pour atteindre la vitesse d'arrivée.

La gestion des accélérations est l'élément sur lequel le conducteur a le plus de contrôle parmi tous les principes d'écoconduite. Puisque les accélérations représentent environ 80 % de la consommation d'énergie en ville et 19 % de la consommation d'énergie sur route (avant récupération), le potentiel de réduction de la consommation de carburant est grand sans qu'il en prenne pour autant plus de temps pour se rendre à destination.

À titre d'exemple, avec un litre de carburant, un véhicule de 36 000 kg peut parcourir 3 kilomètres à une vitesse constante de 100 km/h ou accélérer de 0 à 100 km/h sans parcourir davantage de distance par la suite.

Éliminer

Si les accélérations coûtent cher, pourquoi ne pas tenter de les éliminer? Pour éliminer une accélération, le conducteur doit chercher à diminuer le besoin de freinage et, par conséquent, le besoin de « ré-accélération ».

Le choix du parcours est aussi important afin de maximiser les occasions d'éliminer des accélérations. Par exemple, un trajet comprenant des feux de circulation qui peuvent être anticipés est préférable à un trajet comprenant plusieurs arrêts obligatoires (dans les mêmes conditions).

Réduire

Pourquoi continuer d'accélérer lorsqu'on s'apprête à freiner? Pour réduire une accélération, le conducteur doit diminuer l'accélération en limitant son niveau supérieur. Comme pour la relation entre la vitesse et la force aérodynamique, une accélération de 0 à 50 km/h consomme quatre fois plus qu'une accélération de 0 à 25 km/h. À vitesse élevée, même une légère réduction de l'accélération aura un effet important sur la consommation de carburant.

Récupérer

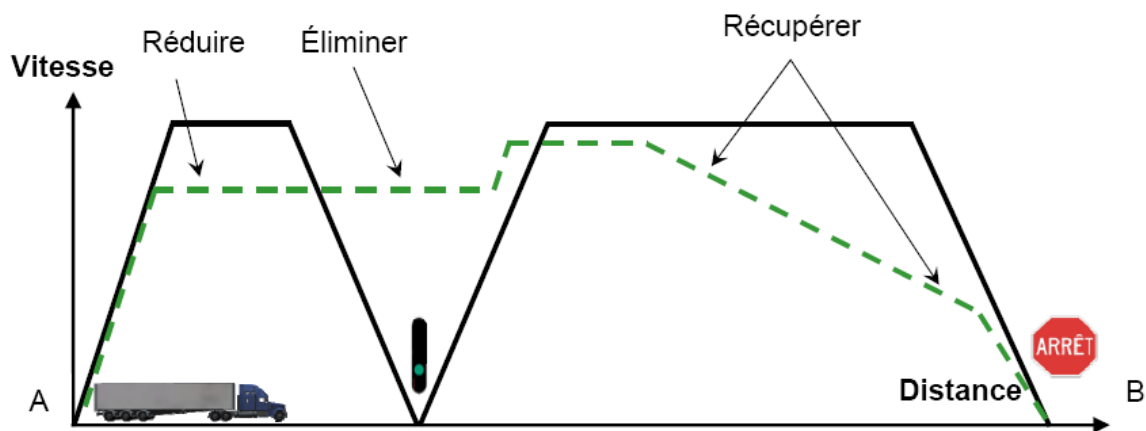
Pourquoi ne pas profiter de l'occasion de parcourir une distance gratuitement? Pour récupérer une accélération, le conducteur doit utiliser l'énergie accumulée lors de l'accélération pour ralentir en douceur sans freiner, sur une grande distance. Il profite ainsi de l'élan du véhicule pour parcourir une distance, et ce, tout à fait gratuitement. C'est l'équivalent d'un vélo qui roule sans qu'on ait à pédaler.



Voyons comment mettre en application ces principes en comparant une conduite traditionnelle à l'écoconduite. Dans cet exemple, un conducteur doit se déplacer du point A au point B sur une route où il rencontrera un feu de circulation et un arrêt obligatoire.

Conduite traditionnelle (ligne noire)

1. Il accélère jusqu'à atteindre la limite de vitesse légale, par exemple 50 km/h en ville.
2. Il roule, le feu est au rouge.
3. Il doit s'arrêter.
4. Il patiente le temps que le feu change.
5. Il accélère jusqu'à atteindre 50 km/h.
6. Il roule.
7. Il freine pour l'arrêt obligatoire.



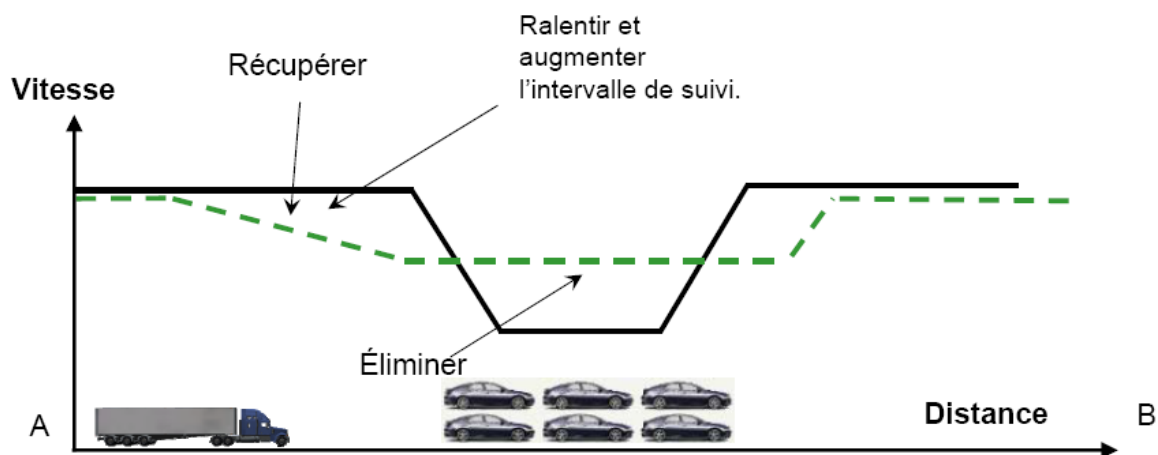
Écoconduite (ligne pointillée verte)

1. Il regarde loin, il anticipe, il voit le feu de circulation au rouge.
2. Il réduit son accélération en adoptant une vitesse qui lui permettra d'arriver au feu de circulation après son passage au vert.
3. Il roule et il arrive au feu de circulation sur le vert. Tout en couvrant le frein, il traverse prudemment sans avoir à s'immobiliser. Il a éliminé le besoin de s'arrêter complètement, éliminé le besoin de réaccélérer.
4. Il regarde loin, il anticipe, il voit l'arrêt.
5. Il réaccélère jusqu'à atteindre 45 km/h. Il réduit son accélération (de 50 km/h à 45 km/h). Il roule.
6. Il relâche tôt en se laissant glisser vers l'arrêt. La force motrice requise est nulle. Il récupère l'énergie cinétique de son véhicule.
7. Il freine en douceur et immobilise son véhicule à l'arrêt.

De la même manière, le conducteur peut économiser lors des ralentissements de la circulation.

Conduite traditionnelle (ligne noire)

1. Il roule à une vitesse adéquate.
2. Il constate que le flot de circulation devant se déplace moins rapidement. Il maintient sa vitesse et le rejoint.
3. Il freine pour ajuster sa vitesse à celle des véhicules devant.
4. Lorsque la circulation redevient fluide, il accélère de nouveau jusqu'à atteindre la vitesse souhaitée.



Écoconduite (ligne pointillée verte)

1. Il regarde loin, il anticipe et prévoit le ralentissement devant. Il augmente son intervalle de suivi.
2. Il retire le pied de l'accélérateur en douceur de façon à ajuster sa vitesse à celle des véhicules devant. Il récupère.
3. Son intervalle de suivi lui sert de tampon en lui donnant l'espace et le temps nécessaires pour ajuster sa vitesse sans difficulté.
4. Le groupe de véhicules a eu le temps de franchir la zone imposant un ralentissement et il reprend sa vitesse.
5. Dès que le ralentissement est passé, il reprend un intervalle de suivi suffisant et regagne sa vitesse. Il a éliminé en partie l'accélération.

La clé d'une bonne gestion des accélérations est d'apprendre à mieux anticiper la route, les feux de circulation et les mouvements de la circulation avec un intervalle de suivi composé d'un intervalle sécuritaire et d'un intervalle tampon. L'intervalle tampon est utilisé pour adapter la vitesse en douceur selon la circulation et les conditions anticipées.

TECHNIQUES DE CONDUITE	
Augmenter l'intervalle de suivi avec le véhicule qui précède.	> Évaluez le type de ralentissement devant vous (minime, partiel ou total) avant de freiner. > Changez de voie ou décélérez sans freiner lors d'un ralentissement important.
Ajuster la vitesse du véhicule selon l'état anticipé des feux de circulation.	> Repérez à l'avance le rythme de synchronisation de deux et même de trois feux de circulation. > Mémorisez le temps d'alternance des feux de circulation. > Servez-vous seulement de l'accélérateur pour ajuster tôt la vitesse du véhicule afin d'arriver à l'intersection lorsque le feu est vert ou de diminuer l'attente à l'intersection.
Ajuster la conduite du véhicule selon l'état anticipé de la circulation.	> Repérez à l'avance les ralentissements et les arrêts causés par les arrêts d'autobus, les stationnements sur rue, les virages à gauche sans priorité et les bretelles d'autoroute. > Choisissez la voie la plus fluide et servez-vous seulement de l'accélérateur pour ajuster tôt la conduite du véhicule afin de limiter le freinage prévisible.
Maintenir une vitesse constante.	> Maintenez une position stable de l'accélérateur une fois que la vitesse désirée du véhicule est atteinte. > Utilisez le régulateur de vitesse, seulement sur les routes sans pente et lorsqu'il n'y a pas de ralentissement prévisible.
Diminuer la vitesse maximale du véhicule entre les arrêts rapprochés.	> Accélérez de 0 à 40 km/h plutôt que de 0 à 50 km/h sachant qu'un arrêt complet devra être effectué sous peu.
Relâcher tôt l'accélérateur pour ralentir.	> Choisissez la meilleure voie pour décélérer sur une grande distance sans pression à l'arrière ou faites-le partiellement si cela est impossible.

6. LA FORCE DE FREINAGE

Définition

La force de freinage permet d'absorber le surplus d'énergie généré par la force d'inertie en la convertissant en chaleur.



Elle est étroitement liée à la force d'inertie.

Explication

Freinage mécanique

Le freinage mécanique est directement lié à l'utilisation de la pédale de frein. L'utilisation brusque et répétée du freinage mécanique est un indicateur de niveaux d'accélération trop élevés, d'un manque d'anticipation ou d'intervalles de suivi trop petits.

Autres types de freinage

Le freinage moteur appliqué par le ralentisseur hydraulique et celui de type « Jacob » constituent, tout comme le freinage mécanique, un gaspillage de l'énergie accumulée en accélération qui ne sert pas à déplacer le véhicule.

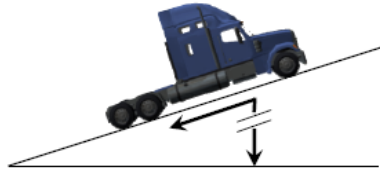
CONSEIL

> Gérez bien les accélérations avec les principes éliminer, réduire et récupérer.

7. LA FORCE DE GRAVITÉ

Définition

La force de gravité est à considérer dans les pentes. Elle retient le véhicule dans les montées et le pousse dans les descentes.



Comme pour la force d'inertie, ce que l'on « dépense » pendant les montées peut être récupéré en bonne partie dans les descentes.

Explication

Montées

L'optimisation des montées requiert du moteur qu'il soit en charge c'est-à-dire à bas régime moteur et à couple élevé (voir la section 8). Plus le moteur est en charge pendant les montées, plus il est efficace.

Descentes

Tout en respectant les limites de vitesse, le conducteur peut tirer profit des descentes en les utilisant comme une propulsion gratuite.

TECHNIQUES DE CONDUITE	
Conserver le moteur en charge dans les montées.	> Commencez les montées dans le rapport de vitesse le plus élevé possible et évitez de rétrograder, quitte à diminuer la vitesse du véhicule. > Relâchez momentanément l'accélérateur dans les montées pour passer au rapport de vitesse supérieur (automatique).
Relâcher tôt l'accélérateur avant les descentes.	> Augmentez l'intervalle de suivi et laissez le véhicule reprendre sa vitesse sans intervenir.

8. LA FORCE MOTRICE

DÉFINITION

La force motrice est contrôlée par l'accélérateur. Elle est le résultat de la combustion contrôlée du carburant fourni au moteur.



La consommation de carburant est proportionnelle à cette force qui doit compenser toutes les autres forces précédentes, sauf la gravité.

EXPLICATION

Efficacité du moteur

Pour une puissance requise, le moteur diesel est plus économique à bas régime et à couple élevé (en charge). Pour cette raison, plus le rapport de vitesse est élevé, moins grande est la consommation de carburant. L'économie maximale d'un moteur diesel en charge se situe autour de 1 300-1 500 r/min.

TECHNIQUES DE CONDUITE	
Accélérer franchement.	> Évitez les forts taux d'accélération caractérisés par un régime moteur au-dessus de 1 500 tours par minute. > Évitez les faibles taux d'accélération prolongés dans les premiers rapports de vitesse.
Utiliser le rapport de vitesse le plus élevé possible.	> Maintenez le régime moteur entre 1 300 et 1 500 r/min. > Augmentez légèrement et temporairement la vitesse du véhicule pour permettre le passage vers les rapports de vitesse supérieurs (automatique). > Passez plus rapidement les rapports de vitesse et rétrogradez tardivement.

9. LES AUTRES POINTS À CONSIDÉRER

LA MARCHE AU RALENTI

La marche au ralenti représente une consommation de 3 à 4 litres par heure pour un moteur diesel de 300 à 400 HP. En mode « hôtel », elle peut utiliser jusqu'à 7 800 litres par année. En plus d'être énergivore, elle contribue à l'usure prématurée du moteur et au bruit inutile pour l'environnement à proximité.

Pour diminuer la marche au ralenti pendant le travail et économiser du carburant, il est recommandé :

- > de couper le moteur durant les pauses et les repas, au quai de chargement et lors de la vérification de l'arrimage;
- > d'optimiser la vérification avant départ pour limiter le temps de marche au ralenti;
- > de privilégier un système d'appoint pour alimenter les accessoires, le chauffage et la climatisation tel qu'une génératrice embarquée ou un système électrique auxiliaire.

LES COMPORTEMENTS À ÉVITER

Les comportements suivants sont à éviter dans une optique de réduction de la consommation de carburant :

- > Répéter une manœuvre de recul.
- > Appuyer sur l'accélérateur pour démarrer le moteur.
- > Appuyer sur l'accélérateur pour mettre le véhicule en mouvement plutôt qu'utiliser le ralenti.
- > Faire tourner le moteur à haut régime pour le réchauffer.



10. EN RÉSUMÉ

Les moyens que le conducteur peut prendre pour appliquer l'écoconduite sont, par ordre d'importance, les suivants :

1. Éliminer les accélérations.
 - a. Augmenter l'intervalle de suivi avec le véhicule qui précède
 - b. Ajuster la vitesse du véhicule selon l'état anticipé des feux de circulation (également pour réduire et récupérer)
 - c. Ajuster la conduite du véhicule selon l'état anticipé de la circulation (également pour réduire et récupérer)
 - d. Maintenir une vitesse constante
2. Réduire les accélérations.
 - a. Diminuer la vitesse maximale du véhicule entre les arrêts rapprochés
3. Récupérer les accélérations.
 - a. Relâcher tôt l'accélérateur pour ralentir
4. Diminuer la vitesse du véhicule.
5. Utiliser le rapport de vitesse le plus élevé possible.
6. Surveiller et régler régulièrement la pression des pneus.

Il est possible de déterminer, pour chaque situation, les comportements les plus susceptibles de vous faire économiser du carburant. Appliquée même partiellement, l'écoconduite aura un effet positif sur la consommation de carburant.



NOTES

[illegible]



POUR PLUS D'INFORMATION :

Quebec.ca/Écoconduite

**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 