



## Bureau de projet du complexe Turcot

Réponses aux questions de la  
commission du BAPE soumises le  
22 mai 2009 (DQ3)

Juin 2009





## PROJET DE RECONSTRUCTION DU COMPLEXE TURCOT

### Réponses aux questions de la commission du BAPE soumises le 22 mai 2009 (DQ3)

Approuvé par :



---

Alain M. Dubé, ing., M.Sc.  
Directeur

## TABLE DES MATIÈRES

ÉCLAIRAGE DES INFRASTRUCTURES.....	1
LES ESPACES VERTS .....	2
INTÉGRATION ARTISTIQUE.....	3
QUALITÉ DE L’AIR .....	3

## ÉCLAIRAGE DES INFRASTRUCTURES

Dans le rapport principal de l'étude d'impact (PR3.1, p. 59) il est précisé que « la reconstruction du complexe Turcot impliquerait la mise en place d'un nouveau système d'éclairage routier ». À cet effet, la commission souhaite obtenir plus d'information sur les points suivants :

- o Sur quels principes seraient basés les choix d'éclairage et des lampadaires?

L'éclairage utilisé sera basé sur les normes et le manuel d'éclairage du MTQ, les normes de l'*Illuminating Engineering Society of North America* (IESNA) et de l'Association des transports du Canada (ATC). Les lampadaires utilisés seront constitués de structure (fût et potence simple ou double) et de luminaires homologués par le Ministère. Pour les rues sous responsabilité municipale, les choix sont faits par les municipalités concernées.

- o Le Ministère prévoit-il privilégier un éclairage de type traditionnel ou compte-t-il avoir recours à certaines innovations (design, technologiques)? Les normes actuellement en vigueur pourraient-elles être revues pour permettre la prise en compte de certaines innovations?

Le Ministère prévoit utiliser un éclairage le plus adapté au contexte du complexe Turcot, c'est-à-dire les produits qui ont répondu aux critères de son programme d'homologation qui vise à préqualifier certains types de produits. Le programme d'homologation a été conçu par le Ministère, dans le but de reconnaître la conformité des luminaires pour l'éclairage routier aux exigences établies par le Ministère. Par exemple, le Ministère a déjà migré des lampes aux halogénures métalliques (HM) aux lampes au sodium haute pression (SHP) permettant ainsi d'économiser 25 % en énergie consommée pour un même niveau d'éclairage. Les nouvelles technologies éprouvées sont, par ce programme, intégrées au réseau d'éclairage.

Effectivement, les normes peuvent changer pour s'adapter à de nouvelles technologies ou pour des innovations. En fait, elles sont en constantes évolutions. Toutefois, la modification de la norme doit suivre un processus rigoureux qui satisfait certains critères telle la sécurité du public.

- o Dans quelle mesure le principe de « ciel noir » (dark sky) est-il pris en compte dans la conception de l'éclairage pour la reconstruction du complexe Turcot?

Les luminaires utilisés pour l'autoroute et les bretelles sont du type « défilé », c'est-à-dire 2.5 % du flux lumineux est au-dessus de 90 ° (horizontal) et 10 % au-dessus de 80 °. Ces luminaires sont très près du principe de « ciel noir » (*dark sky*), mais ils n'y répondent pas à 100 %. Les luminaires utilisés dans les rues sont selon les normes des municipalités concernées.

## LES ESPACES VERTS

Le projet de reconstruction du complexe Turcot prévoit un gain de 30 ha d'espaces verts (DT4, p. 59). La commission aimerait savoir si, par rapport à la superficie d'espaces verts existants dans la zone d'étude, il s'agit d'un gain net en termes d'espaces verts? Notamment, est-ce que les 30 ha incluent une superficie pour compenser la perte de 13 700 m<sup>2</sup> de surface déboisée au pied de la falaise Saint-Jacques (PR3.4, p. 57) ? La perte de superficie de l'écoterritoire serait-elle compensée par un aménagement de qualité équivalente à l'écosystème d'origine?

La superficie de 30 ha représente les espaces qui feront l'objet d'aménagements paysagers à l'intérieur de l'emprise du projet. La réalisation du projet entraînera toutefois la perte d'environ 1,7 hectare dans deux parcs existants (parc localisé au nord du centre Gadbois et parc Selby). Donc, le gain net d'espace vert pour la zone d'étude sera d'environ 28 ha (en excluant la bande verte qui sera aménagée au pied de la falaise).

L'empiètement dans la falaise St-Jacques sera de 13 700 m<sup>2</sup> et il sera compensé par l'aménagement d'une bande verte d'une superficie de 51 000 m<sup>2</sup> au pied de la falaise entre le prolongement du boulevard Ste-Anne de Bellevue et le futur boulevard Pullman. Ainsi, le gain net pour l'écoterritoire de la falaise St-Jacques sera de 37 300 m<sup>2</sup>. L'aménagement de ce territoire sera réalisé selon les orientations que la Ville de Montréal adoptera pour la mise en valeur de cet écoterritoire. Un sentier multifonctionnel y est prévu dans le projet.

En ce qui a trait à l'aménagement des 30 ha d'espaces verts, le Ministère prévoit un budget de 20 M\$. À cet effet, la commission aimerait avoir plus de précision concernant les aspects suivants :

- o Compte tenu de la vaste superficie à aménager et de la grande quantité d'éléments paysagers contenus dans les plans, notamment les arbres, est-ce qu'un budget de 20 M\$ est réaliste?

Ce montant représente l'estimation réalisée à ce stade de l'avancement du projet (avant-projet préliminaire) et elle est fondée sur une évaluation préliminaire des besoins et des principes d'aménagement paysager retenus dans l'étude *complexe Turcot : Intégration et aménagement urbain*.

- o Quels sont les items (préparation du sol, nivellement, terre végétale, engazonnement, plantation) inclus dans ce poste de l'estimation budgétaire des coûts de construction?

Le montant de 20 M\$ comprend le coût des végétaux (arbres, arbustes, ensemencement hydraulique, engazonnement, massifs de végétaux ornementaux, etc.). Il n'inclut pas les coûts imputables à la préparation du site, les coûts d'immobilisation, la protection du public et le phasage.

- o En période d'exploitation, quels seraient les coûts d'entretien annuel pour ces aménagements?

Les coûts d'entretien annuel n'ont pas été estimés à ce stade d'avancement du projet.

## **INTÉGRATION ARTISTIQUE**

Quelle est la politique du Ministère quant à l'intégration des arts dans ses projets comportant des ouvrages d'art? En ce sens, la participation des artistes des quartiers avoisinant l'échangeur et intéressés à s'impliquer dans le réaménagement du paysage urbain est-elle envisagée?

Une position ministérielle est à l'étude actuellement. Plusieurs éléments doivent être pris en compte dans l'élaboration de cette position ministérielle, dont la sécurité des usagers, l'entretien des infrastructures et des œuvres d'art, etc.

Il est trop tôt pour affirmer que la position ministérielle contiendra une indication relative à la participation d'artiste(s) dans le développement d'un projet d'infrastructure de transport comportant un ou des ouvrages d'art.

## **QUALITÉ DE L'AIR**

L'étude d'impact mentionne que l'ozone, un des principaux constituants du smog, peut « se former à une bonne distance du point d'émission des précurseurs » (PR3.3.1, annexe A, p. 17). Pourriez-vous préciser à la commission la dynamique de formation et de transport du smog estival et hivernal une fois que les principaux précurseurs du smog (NOx, COV, poussières, etc.) sont émis dans l'atmosphère? C'est-à-dire le temps nécessaire aux réactions chimiques de se produire et les distances sur lesquelles les constituants du smog se déplacent. En outre, comment le smog peut être transporté en fonction du déplacement des masses d'air, notamment dans le couloir Windsor - Québec.

Le smog est une brume jaunâtre, provenant d'un mélange de polluants atmosphériques qui limite la visibilité dans l'atmosphère et peut entraîner des problèmes respiratoires. Il est constitué surtout de particules fines et d'ozone, et peut se former à toute période de l'année. L'été, il est en grande partie constitué d'ozone et de particules fines, alors que l'hiver ce sont surtout ces dernières qui le caractérisent.

### **Mécanismes de formation**

L'ozone se forme au ras du sol lorsque les oxydes d'azote et les composés organiques volatils réagissent aux rayons du soleil. Le monoxyde de carbone ainsi que le radical OH jouent aussi un rôle important dans le processus de formation.

Les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>) résultent de la combinaison de l'oxygène et de l'azote, éléments très répandus dans la troposphère, soit la zone de l'atmosphère comprise entre le sol et une altitude de 10 km; les réactions qui conduisent à ces oxydes d'azote

peuvent être d'origine naturelle (orages, incendies de forêt...), ou induites par les activités humaines (combustion des hydrocarbures, pour le transport ou le chauffage...). Environ 95 % des oxydes d'azote entrant dans la composition du smog proviennent de la combustion du carburant dans les voitures et les camions, dans les moteurs à combustion, les turbines à gaz, les chaudières industrielles et les centrales électriques servant à la production d'énergie. Les oxydes d'azote contribuent également à d'autres problèmes atmosphériques, notamment aux pluies acides.

Les composés organiques volatils entrent également dans la composition du smog; ils proviennent de l'évaporation de combustibles liquides et de solvants tels que les vapeurs d'essence (résultant à la fois du manque d'étanchéité des systèmes d'alimentation en carburant des véhicules et de la combustion incomplète des carburants), les allume-briquettes liquides pour barbecue, les peintures à l'huile, etc.

Les mécanismes de formation de l'ozone dans leur ensemble sont très complexes. La photodissociation du dioxyde d'azote par le rayonnement solaire à des longueurs d'onde comprises entre 210 et 650 nm constitue une source possible d'ozone :

$\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{O}$  (en présence de rayonnement solaire de courte longueur d'onde),

puis  $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$  (en présence d'autres oxydants, sinon  $\text{NO}_2$  se reforme :  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ).

L'oxygène atomique peut aussi réagir avec une molécule d'eau pour donner des radicaux hydroxyles (OH) :

$\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{OH}$

Si la réaction avec l'eau atmosphérique est la principale source de radicaux hydroxyles OH, d'autres substances peuvent également donner naissance à ces radicaux : photolyse de l'acide nitreux, du formaldéhyde ou du peroxyde d'hydrogène.

Vers la fin des années 70, on a découvert une autre espèce radicalaire jouant un rôle important dans la chimie de la troposphère, soit le radical nitrate  $\text{NO}_3$ , formé par la réaction :

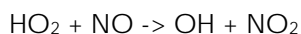
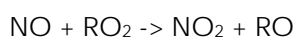
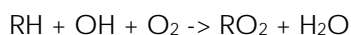
$\text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{O}_2$

$\text{NO}_3$  et  $\text{NO}_2$  sont en équilibre avec l'anhydride nitrique :

$\text{NO}_2 + \text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$

$\text{N}_2\text{O}_5$  est donc un réservoir de  $\text{NO}_3$ . Le radical  $\text{NO}_3$  est facilement photolysable et n'a donc qu'une importance la nuit. Il est la principale cause de transformation des composés organiques durant la nuit. Comme sa formation nécessite de l'ozone qui est produit photochimiquement le jour, on parle de « photochimie différée » et même de « photochimie nocturne ».

Les radicaux hydroxyles (OH) peuvent attaquer un composé organique volatil (RH); le monoxyde d'azote est transformé en dioxyde d'azote et le radical hydroxyle (OH) est régénéré; le processus peut alors recommencer :



Le dioxyde d'azote peut alors subir une nouvelle photolyse menant à la production d'ozone. Chaque espèce radicalaire créée par une réaction est consommée à la suivante et la dernière réaction régénère le radical OH qui peut continuer le processus en chaîne. Ces réactions participent à la conversion de NO en NO<sub>2</sub>. Le schéma de réaction perturbe l'équilibre entre la production et la destruction d'ozone, en consommant du monoxyde d'azote (diminution de la destruction) et en produisant du dioxyde d'azote (augmentation de la production d'ozone). La photolyse d'une seule molécule de NO<sub>2</sub>, en donnant deux radicaux hydroxyles, entraîne la production de 2 molécules de NO<sub>2</sub> pouvant donner naissance à 2 molécules d'ozone.

Tous les radicaux décrits ont une durée de vie excessivement courte; ils naissent et meurent pratiquement au même endroit. Leurs concentrations restent très faibles (de 1 à 2x10<sup>6</sup> cm<sup>-3</sup> pour les hydroxyles).

Les mécanismes réactionnels seront différents suivant la teneur en NO : aux hautes teneurs, la photooxydation des COV produit de l'ozone; par contre, aux faibles concentrations en NO, un mécanisme consommant de l'ozone peut se développer.

Une même chaîne carbonée peut subir plusieurs décompositions sous l'influence des radicaux OH suivant sa structure. Tous les composés carbonés n'ont pas la même réactivité vis-à-vis des radicaux hydroxyles et tous n'auront donc pas le même effet sur les concentrations en ozone. En règle générale, on considère que les composés insaturés (alcènes, aromatiques...) ont une réactivité supérieure et un impact plus grand sur l'ozone.

Le monoxyde de carbone (CO), qui résulte pour une large part des activités humaines (combustion des hydrocarbures...), en présence du radical OH, peut aussi apporter la contribution nécessaire à la formation d'ozone. Si l'atmosphère contient assez d'oxydes d'azote, on peut grossièrement schématiser la production d'ozone par l'équation de réaction suivante :



On voit donc que les sites de forte activité industrielle et de circulation automobile intense, où la production d'oxydes d'azote, de composés organiques volatils et d'oxydes de carbone est importante, sont propices à la formation de l'ozone. Ceci est accentué lorsque des conditions anticycloniques persistent durant plusieurs jours, car la stabilité de la masse d'air limite toute dispersion des polluants.

### Smog estival



En été, lorsque les journées sont chaudes et ensoleillées, l'air stagnant empêche les polluants de se dissiper; ces derniers s'accumulent et réagissent alors au rayonnement solaire, entraînant des niveaux inacceptables d'ozone au ras du sol. Étant donné que les concentrations d'ozone au sol sont en général les plus élevées lorsque le soleil est à son plus haut dans le ciel, les niveaux de smog atteignent leur maximum au milieu de l'après-midi, puis diminuent rapidement en soirée à mesure que le soleil baisse.

### **Smog hivernal**

Le smog hivernal se définit par des concentrations de particules fines très élevées dans l'air ambiant. Celles-ci s'accumulent au niveau du sol lors de conditions météorologiques particulières telles que des températures très froides, des vents faibles et des inversions de température qui ont pour effet de retenir les polluants près du sol pendant plusieurs heures.

Les principales activités à l'origine des particules fines ( $PM_{2.5}$ ) sont le transport (véhicules automobiles, camions et à diesel), les industries et tous les types de chauffage (résidentiel, industriel et commercial). Parmi les types de chauffage résidentiel, le chauffage au bois est le plus polluant. En effet, près de 100 % des particules émises par le chauffage au bois ont un diamètre inférieur à 1 micron ( $\mu m$ ). Ces particules fines sont donc respirables puisque toutes les particules inférieures à  $2,5 \mu m$  de diamètre pénètrent dans les poumons. En plus de toutes ces sources de pollution, des particules fines secondaires formées à partir de polluants gazeux, comme le dioxyde de soufre ( $SO_2$ ) et les oxydes d'azote ( $NO_x$ ), viennent s'ajouter en très grande quantité aux particules fines déjà présentes dans l'air ambiant. Finalement, une partie des  $PM_{2.5}$  nous provient des agglomérations industrielles du nord-est des États-Unis et du sud de l'Ontario.

### **Transport longue distance**

Comme on peut le voir, les polluants qui favorisent le smog peuvent donc être d'origine locale ou transfrontalière. Les vents amènent au Québec des polluants précurseurs et de l'ozone depuis le sud de l'Ontario et le centre des États-Unis. S'ajoute à ces sources la contribution des milieux urbanisés québécois qui occasionnent, dans certaines conditions, une augmentation des concentrations d'ozone et des particules fines en aval des grandes zones urbaines. La combinaison de la présence de ces précurseurs et des conditions météorologiques requises entraîne les épisodes de formation de smog. Les régions les plus touchées par le smog transfrontalier sont situées dans le sud-ouest du Québec, y incluant la région métropolitaine de Montréal. Plus on s'éloigne de la région des Grands Lacs, plus les sources de smog sont attribuables aux émissions québécoises.

Une étude (Brook et al, 2002) sur l'analyse des rétrotrajectoires indique que, à mesure que les concentrations ambiantes de particules fines ( $PM_{2.5}$ ) dans le site récepteur augmentent, l'origine des polluants se déplace du Québec pour passer en Ontario et aux États-Unis. Lorsque les concentrations de  $PM_{2.5}$  diminuent, l'origine des polluants retourne principalement au Québec. On note également que, lors d'épisodes de smog, le pourcentage des émissions locales a tendance à augmenter en fonction de la durée des épisodes de smog.

## Références

Brook, J.R., Lillyman, C.D., Shepherd, M.F., and Mamedov, A. 2002. Regional transport and urban contributions to fine particulate concentrations in Southeastern Canada. Journal of the Air and Waste Management Association. 52 : 855-866

New Source of Hydroxyl Radicals May Help Explain Smog Formation (<http://www.eponline.com/articles/60147/>)

Info-smog (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/info-smog/index.htm>) et (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/AIR/INFO-SMOG/smog.htm>)

Le Smog - Qu'est-ce que le smog? ([http://www.atl.ec.gc.ca/weather/smog\\_faq\\_f.html](http://www.atl.ec.gc.ca/weather/smog_faq_f.html))

La réduction du smog ([http://www.atl.ec.gc.ca/epb/ccme/smog\\_f.html](http://www.atl.ec.gc.ca/epb/ccme/smog_f.html))

Ville de Montréal — RSQA — Info-Smog hivernal ([http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?\\_pageid=4537,7191212&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=4537,7191212&_dad=portal&_schema=PORTAL))

Smog Photochemistry Modeling (<http://www.shodor.org/master/environmental/air/photochem/smogapplication.html>)

Formation de l'ozone dans la troposphère (<http://www.meteo.education.fr/atmosph/ozone/html/ozo21.htm>)

D'où vient le smog? (<http://www.qualitedelairontario.com/science/transboundary.cfm>)

Ozone : interactions avec d'autres polluants (<http://environnement.wallonie.be/rapports/dpa/2004/O3/ozo16.html>)

Extra reaction may add to urban smog formation (<http://environmentalresearchweb.org/cws/article/research/33475>)

Formation, destruction, transport de l'ozone (<http://www.buldair.org/Definition/Ozone.htm>)



**Bureau de projet du complexe Turcot**

500, boul. René-Lévesque Ouest, bureau 13.70  
Montréal (Québec)  
H2Z 1W7

Téléphone : 514 873-3838

Télécopieur : 514 873-3815

[www.mtq.gouv.qc.ca/turcot](http://www.mtq.gouv.qc.ca/turcot)