

Étude impact éolien pour le projet CUSM Ville de Montréal

Rapport final pour

Daniel Arbour & Associés
Études et services conseils en aménagement urbain et régional

18 mars 2005

Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Table des matières

1.	Sommaire exécutif	3
2.	Description du site	3
3.	Objectifs	5
4.	Méthodologie	5
5.	Analyse des résultats	8
6.	Résultats	11
7.	Sommaire et recommandations	15
	Annexe A Cartes des vents	16

Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

1. Sommaire exécutif

À la demande de la firme Daniel Arbour & Associés, Newmerical Technologies International (NTI) a effectué une étude d'impact éolien sur le nouveau projet CUSM (Centre Universitaire de la Santé de McGill) qui sera construit tout près de l'intersection des autoroutes Décarie et Ville-Marie, sur le site actuel de la gare de triage Glen. L'approche retenue consiste à construire une maquette virtuelle du site, ainsi que des bâtiments environnants, de réaliser des calculs CFD pour 8 directions de vent et de fournir au client une série de visualisations. Cette analyse vise l'étude du niveau de confort des piétons sur une cinquantaine de points de contrôle et ce par l'analyse des champs de vitesse à l'extérieur des bâtiments couplée aux données statistiques météorologiques du site.

2. Description du site

Le campus Glen du CUSM sera situé s'étale sur 17.5 hectares près de l'intersection des autoroutes Décarie et Ville-Marie, à l'extrémité ouest du centre-ville de Montréal. Les soins prodigués au campus Glen incluent : la chirurgie générale, le centre anticancéreux, l'Institut ophtalmologique, la santé des femmes, les soins cardiovasculaires, la transplantation, l'urologie, la santé mentale, la gériatrie, les soins intensifs et les soins intensifs coronariens, le service d'urgence. Le campus Glen comprend une dizaine de bâtiments avec une hauteur moyenne d'environ 33 mètres et culmine à 50 mètres au dessus du niveau du sol.

La Figure 1 montre une maquette du Campus Glen. La Figure 2 montre une vue aérienne de l'emplacement et on voit l'échangeur Turcot dans vers le coin en bas à gauche de la photo. La Figure 3 montre une autre vue aérienne du site ainsi que des structures avoisinantes.

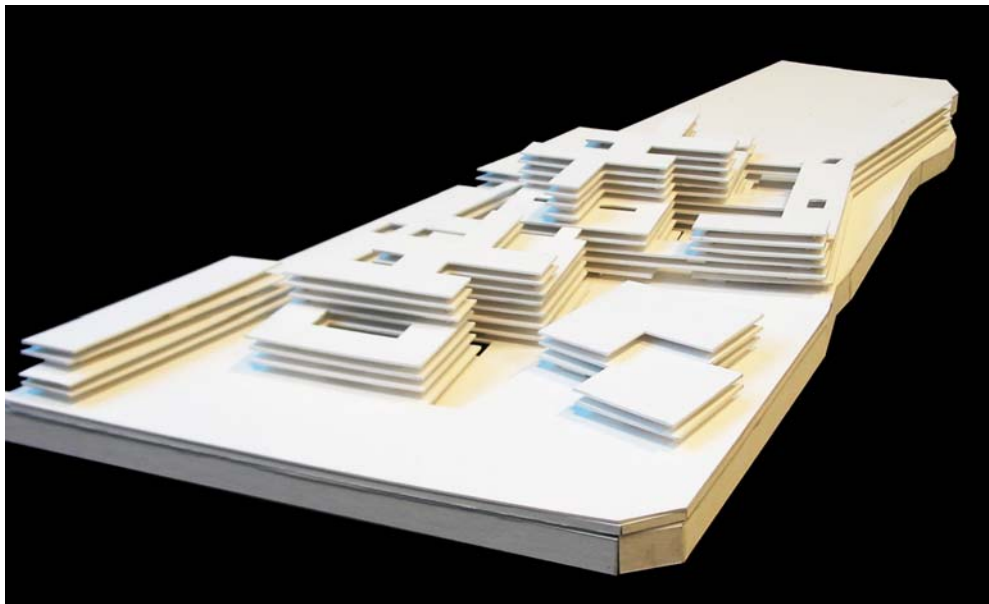


Figure 1 Maquette du Campus Glen du CUSM

Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com



Figure 2 Vue aérienne du campus Glen du CUSM



Figure 3 Vue aérienne du campus Glen et des structures avoisinantes

Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

3. Objectifs

L'objectif principal est d'estimer les vitesses de vent au niveau piétons autour du site en développement, tel que proposé et comparer les résultats avec les règlements d'urbanisme de la Ville de Montréal afin d'identifier des conditions de vent pouvant s'avérer problématique.

4. Méthodologie

L'approche retenue pour quantifier les conditions de vent au niveau piéton sur le site proposé est basée sur des simulations numériques sur un modèle pleine échelle et de faire une synthèse des résultats avec les normes de confort établies par la ville de Montréal.

Lors de la première phase de ce projet, le modèle numérique fut généré à partir d'un modèle 3-D complexe fourni par le client et décrivant les bâtiments principaux ainsi que les édifices environnants. Un deuxième modèle fourni par la Ville de Montréal et contenant le parcours des autoroutes avoisinantes a également été requis afin de produire le modèle final utilisé pour l'étude. Le site et les édifices en périphérie ont été fournis sous forme d'un modèle CAO 3-D qui a nécessité des travaux importants de reconstruction et de nettoyage pour ne garder que l'enveloppe extérieure simplifiée (cf. Figures 4 et 5). De plus, la topologie du terrain était incomplète par endroits, ce qui a aussi nécessité beaucoup d'efforts à reconstituer.

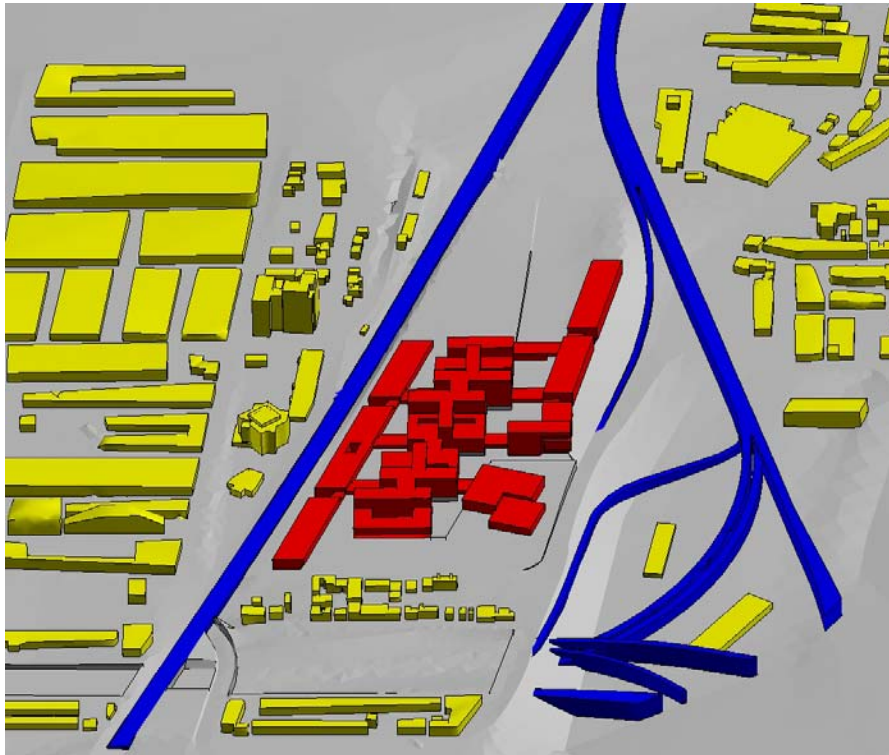


Figure 4 Modèle CAO du site étudié

Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

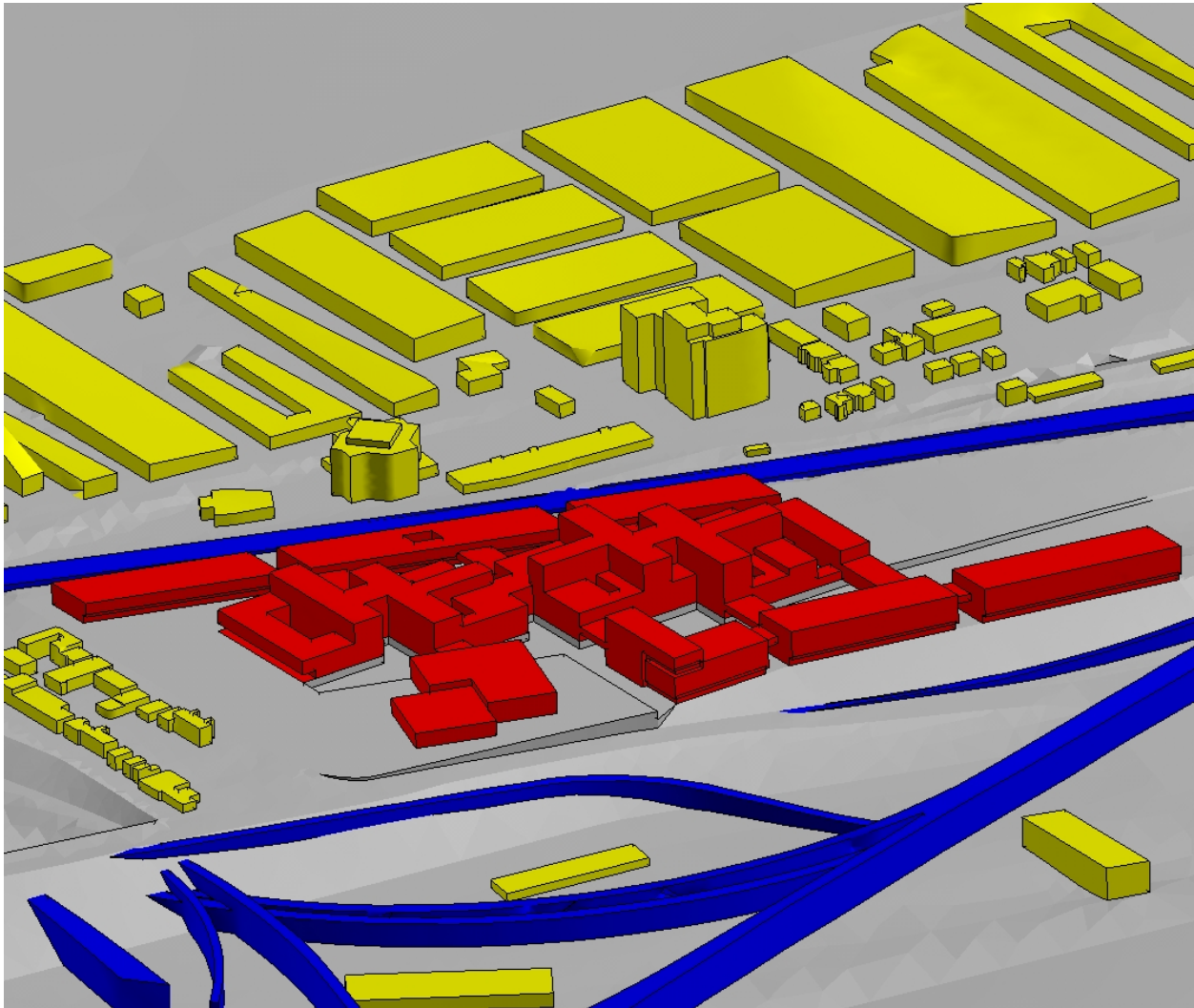


Figure 5 Plan rapproché du campus Glen

La seconde phase du projet est celle de la génération du maillage volumétrique tel que présenté à la Figure 6. Cette discrétisation du volume entourant le site permet la solution des équations de conservation de masse et de quantité de mouvement, et le calcul des champs de vitesses et de pression. La Figure 7 montre une coupe du maillage volumétrique autour du campus Glen.

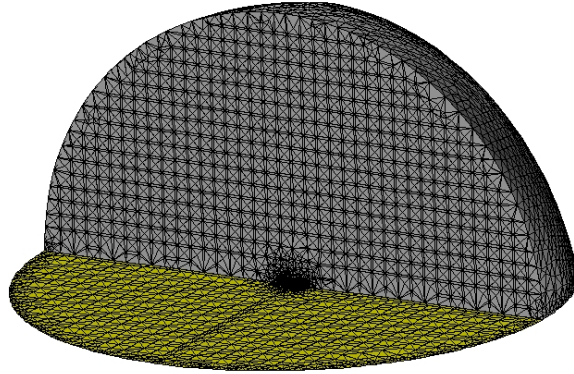


Figure 6 Maillage volumique autour du site étudié

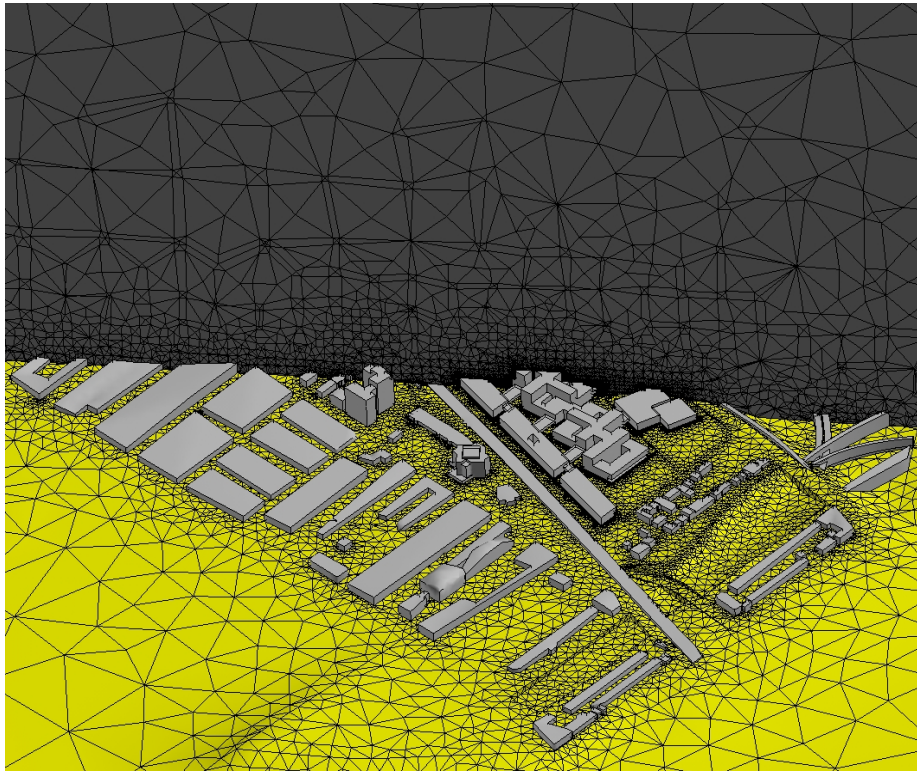


Figure 7 Plan rapproché du maillage volumique autour du site étudié

Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

La troisième phase consiste à résoudre le système d'équations de conservation de masse et de quantité de mouvement sur chacun des noeuds du maillage. Les inconnues que sont la pression et les trois composantes de la vitesse du vent sont alors obtenues en n'importe quel point du domaine. Le calcul est effectué pour 8 directions de vent qui représentent la totalité du modèle statistique météorologique. Un facteur de bourrasque de 2 fois la vitesse moyenne horaire a été utilisé pour produire les résultats.

La dernière étape est un post-traitement des résultats en fonctions des objectifs de ce projet : une série de visualisation de la solution, comprenant contours de vitesse, puis de manière succincte l'analyse du confort de piétons au niveau du sol. Toutes les cartes de vents montrant la répartition des vitesses de vent au niveau piéton pour les 8 directions sont incluses dans l'Annexe A. Le spectre de couleurs indique la vitesse locale du vent.

32 récepteurs ont été sélectionnés afin de calculer les pourcentages d'excéder les normes prescrites par les règlements d'urbanisme de la Ville de Montréal. Une analyse statistique combinant les résultats de l'étude numérique combinés aux données météorologiques historiques pour le site fournit les pourcentages d'excéder les vitesses pour le confort des piétons. La position de ceux-ci est indiquée à la Figure 8. Sur toutes les vues en plan, le Nord pointe vers le coin en haut à droite tel qu'indiqué par la flèche.

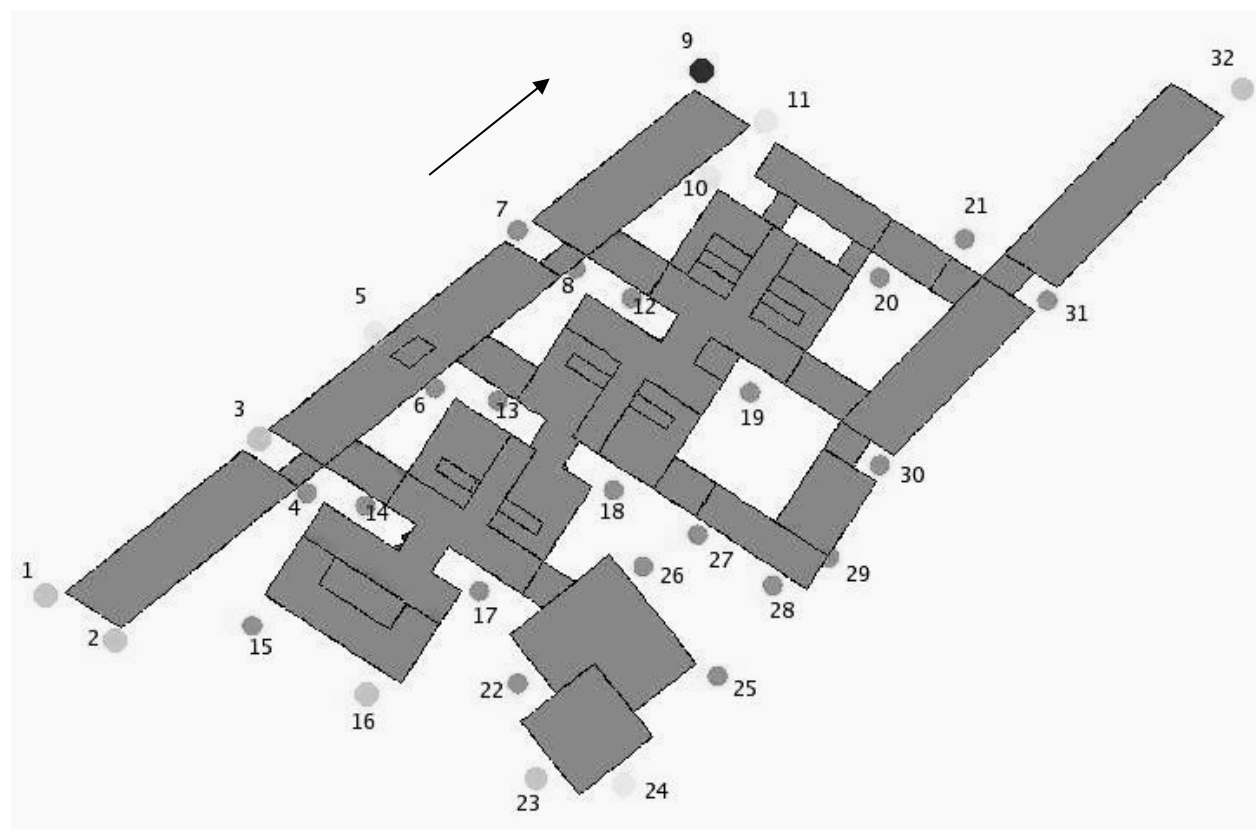


Figure 8 Localisation des récepteurs autour du campus Glen

5. Analyse des résultats

Les vitesses de vent calculées pour tous les récepteurs et les directions sont combinées à un modèle statistique climatologique de la ville de Montréal afin de produire des pourcentages, sur une base saisonnière, où ces vitesses tombent dans la plage d'acceptabilité au niveau du confort piéton.

Le modèle statistique climatologique pour la ville de Montréal a été développé à partir de 25 années de données météorologiques recueillies à l'aéroport Trudeau et sont fournies par le Service Météorologique du Canada, une branche d'Environnement Canada. La magnitude et la direction du vent sont analysées afin de déterminer les directions dominantes sur une base saisonnière et annuelle. Les Figures 9 et 10 illustrent le modèle statistique et les caractéristiques directionnelles du vent sur une base saisonnière.

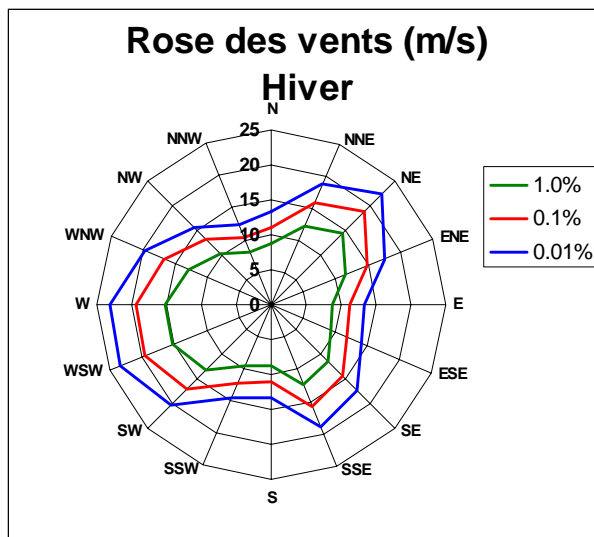


Figure 9 Rose des vents en hiver

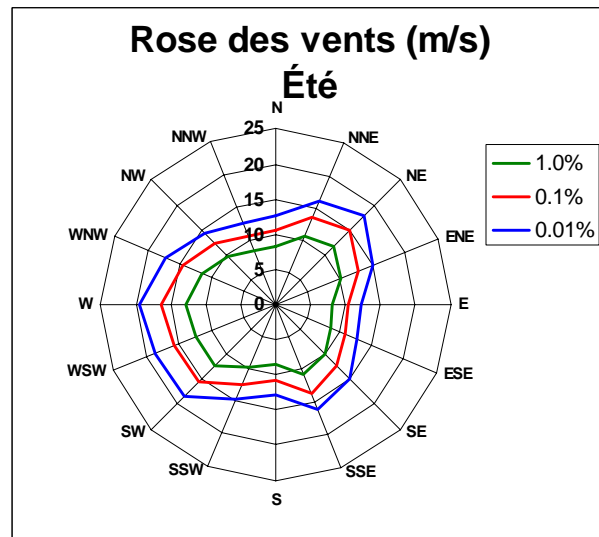


Figure 10 Rose des vents en été

Les directions de vent dominantes sont indiquées par les positions angulaires dont le contour est positionné aux plus grandes distances radiales du centre. La convention précise que la direction de vent se réfère à la direction d'origine, e.g. un vent du nord souffle du nord au sud.

5.1 Critères de confort piéton

Les règlements d'urbanisme de la Ville de Montréal définissent dans la Section V trois critères de confort piéton pour les saisons d'hiver et d'été :

- Pour un espace parc, les vents ne doivent pas excéder 4 m/s en hiver (6 m/s en été) plus de 10% du temps. Ce niveau de confort est dénoté comme P dans les tableaux résultat.

- Pour les artères passantes, les vents ne doivent pas excéder 4 m/s en hiver (6 m/s en été) plus de 15% du temps. Ce niveau de confort est dénoté comme T dans les tableaux résultat.
- Généralement, les vents ne doivent pas excéder 4 m/s en hiver (6 m/s en été) plus de 25% du temps. Ce niveau de confort est dénoté comme G dans les tableaux résultat.

S'ajoute un critère d'acceptation supplémentaire qui est dénoté comme dangereux lorsque la vitesse de vent maximale excède 20 m/s 0.01% du temps, ou une fois aux 10 ans. Ce niveau de confort est dénoté comme D dans les tableaux résultat.

De plus, un récepteur qui ne répond à aucun des trois premiers mais qui ne s'avère pas dangereux sera dénoté comme F.

Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

6. Résultats

Les conditions de vent au niveau piéton, basées sur les statistiques annuelles météorologiques, sont présentées par le Tableau 1 et la Figure 11 qui montre les récepteurs dont la couleur de l'annotation dénote le niveau de confort. Les niveaux P, T, G et F sont dénotés par les couleurs verte, jaune, magenta et rouge respectivement.

Tableau 1 Conditions de vent au niveau piéton

Récepteur	< 4 m/s (Hiver) %	< 6 m/s (Été) %	0.01% m/s	Niveau de confort Activités permises
1	83,2	92,0	12,59	G
2	75,3	89,7	17,74	G
3	81,3	91,7	13,62	G
4	92,1	92,0	11,30	G,T,P
5	85,4	92,0	13,91	G,T
6	92,3	92,0	8,24	G,T,P
7	90,5	92,0	10,09	G,T,P
8	92,3	92,0	8,38	G,T,P
9	72,4	90,4	16,96	F
10	89,5	92,0	12,32	G,T
11	87,1	92,0	14,33	G,T
12	92,3	92,0	2,41	G,T,P
13	92,3	92,0	2,90	G,T,P
14	92,3	92,0	2,74	G,T,P
15	90,4	92,0	9,73	G,T,P
16	83,1	91,8	13,93	G
17	92,3	92,0	2,65	G,T,P
18	92,3	92,0	2,03	G,T,P
19	92,3	92,0	1,91	G,T,P
20	92,3	92,0	9,39	G,T,P
21	90,1	92,0	13,58	G,T,P
22	92,3	92,0	6,51	G,T,P
23	82,6	91,8	14,13	G
24	86,1	92,0	13,97	G,T
25	90,2	92,0	10,93	G,T,P
26	92,3	92,0	5,68	G,T,P
27	92,3	92,0	3,22	G,T,P
28	92,3	92,0	7,36	G,T,P
29	90,6	92,0	11,53	G,T,P
30	91,8	92,0	8,96	G,T,P
31	92,3	92,0	8,66	G,T,P
32	79,7	90,4	19,25	G

Dans le Tableau 1, les pourcentages du temps ou les vitesses sont inférieures aux valeurs de 4 et 6 m/s en hiver et été respectivement sont indiqués pour chaque récepteur. De plus, la vitesse maximale pour chaque récepteur avec une probabilité de 0.01% ou une fois aux dix ans est également listée. Selon les pourcentages, le niveau de confort, ce qui détermine le type d'activité permise, est listé dans la colonne de droite.

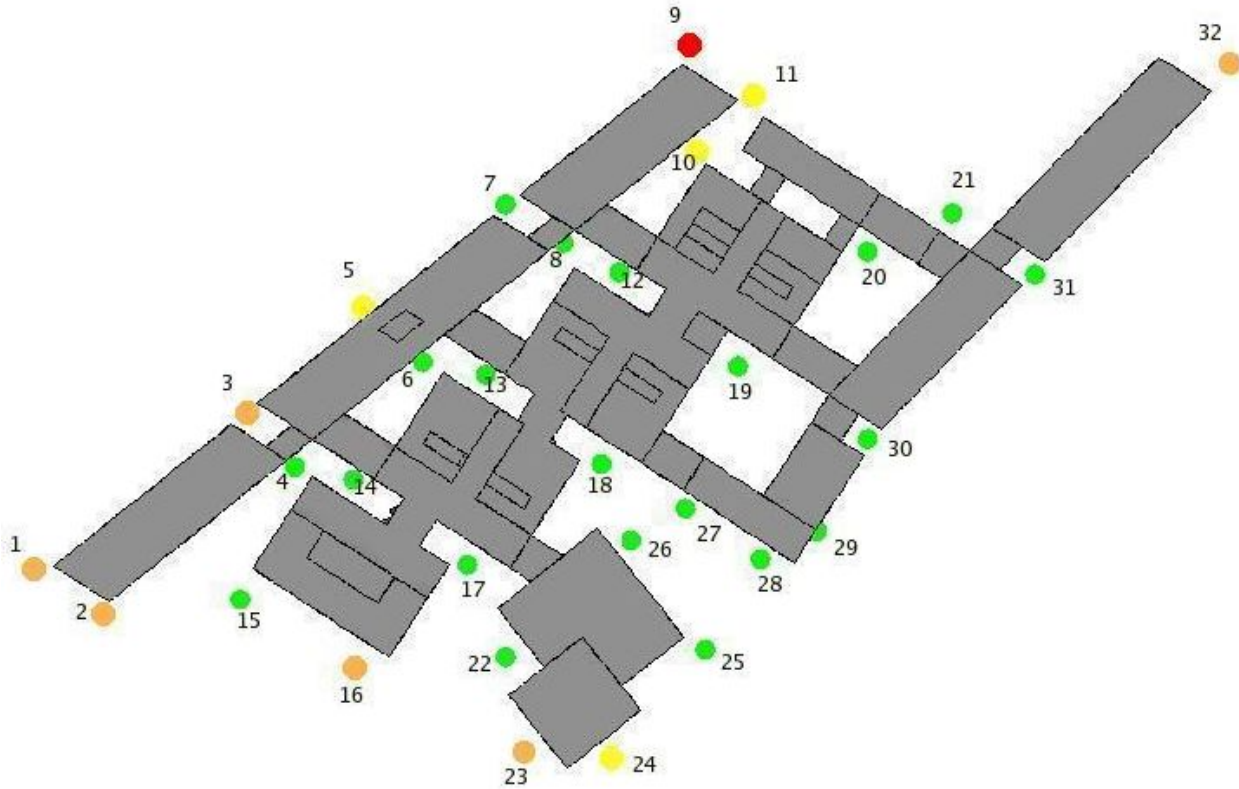


Figure 11 Qualification des récepteurs selon leur niveau de confort piéton

On note que les niveaux de vent sont très acceptables en général en hiver. En été, tous les niveaux sont beaucoup plus bas. Les seuls récepteurs qui ne répondent pas au critère parc, c'est-à-dire pour s'asseoir sont situés autour du périmètre du campus Glen. Tous les récepteurs intérieurs sont bien abrités et ne voient que des vitesses très modérées la plupart du temps.

Les récepteurs 5, 10, 11 et 24 sont acceptables pour des artères passantes.

Les récepteurs 1, 2, 3, 16, 23 et 32 sont généralement acceptables.

Seul le récepteur 9, situé sur le coin nord du campus, montre des probabilités de vent plus élevé que 4 m/s en hiver plus de 25% du temps. Pour la saison estivale, il montre des probabilités de moins de 10%, ce qui est acceptable pour un parc.

Aucune condition dangereuse de vent est prédite sur le site.

Une analyse plus approfondie de la région avoisinante du récepteur 9 montre que l'effet d'accélération est localisé autour d'un coin comme le montrent les Figures 12 à 14 pour les directions NE, SO et OSO respectivement.

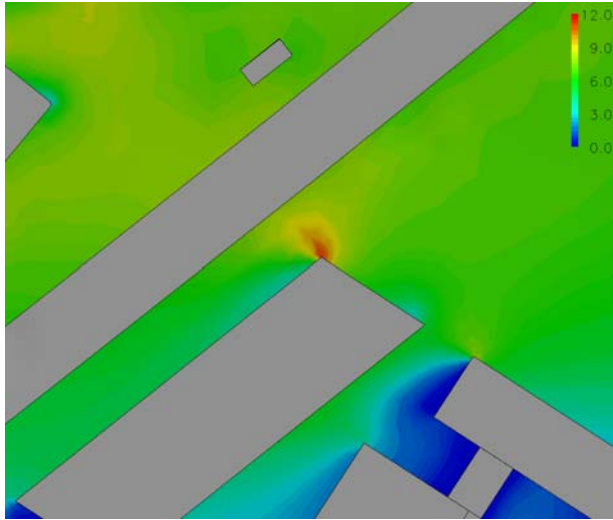


Figure 12 Carte des vents autour du point 9 NE

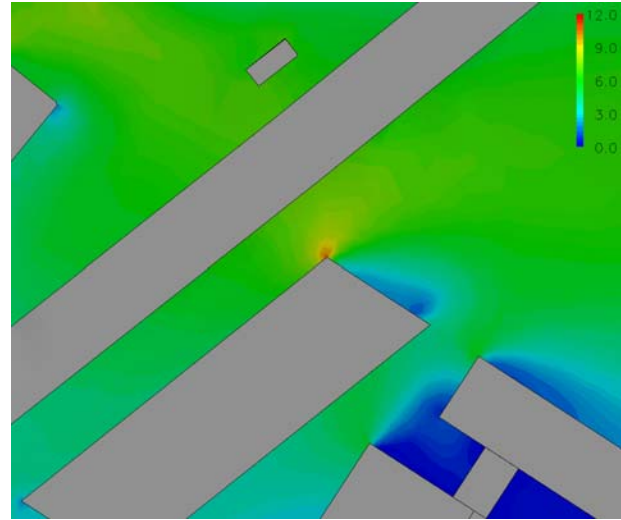


Figure 13 Carte des vents autour du point 9 SO

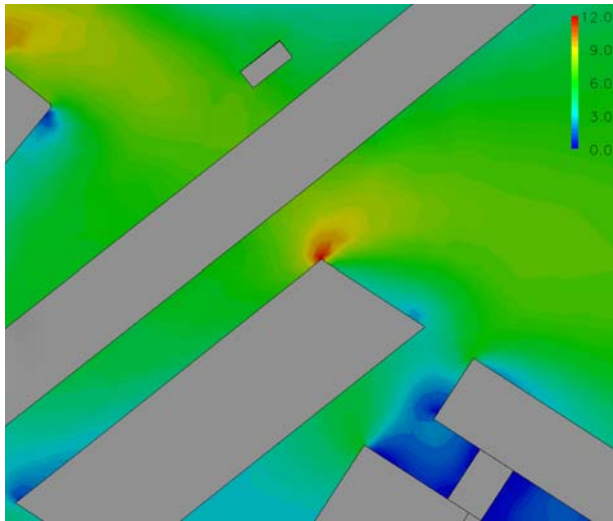


Figure 14 Carte des vents autour du point 9 OSO

Les Figures 15 et 16 montrent la rose des vents pour le récepteur 9 pour toutes conditions de vent en hiver, en été et aussi pour des conditions de vent au probabilité de 0.01% (une fois aux dix ans).

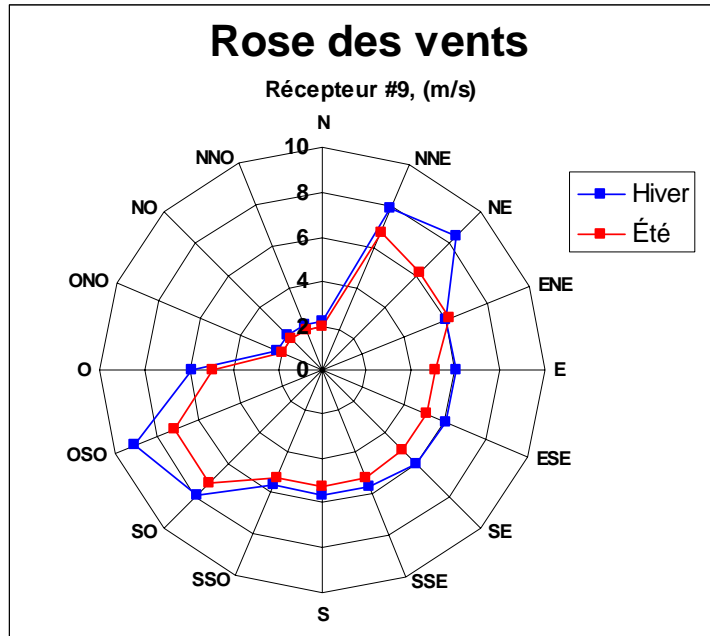


Figure 14 Rose des vents pour le récepteur #9 – toutes conditions

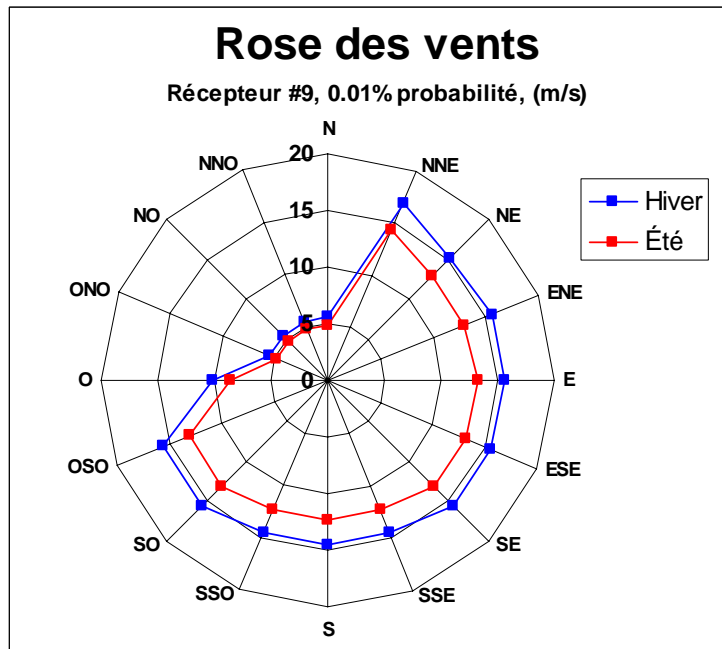


Figure 15 Rose des vents pour le récepteur #9 – vent avec probabilité de 0.01%

7. Sommaire et recommandations

Les prédictions sur une base annuelle indique que les conditions de vent sur le site du campus Glen du CUSM sont généralement acceptables et permettent tous types d'activités la majorité du temps. Aucune condition dangereuse de vent n'a été prédite sur le site. Toute condition adverse de vent peut être mitigée, en fonction de l'utilisation ciblée de l'espace, en plantant des conifères ou avec des coupe-vents architecturaux appropriés. Ces décisions pourront être prises lors du développement du design final avec les architectes.

Le niveau de confort piéton est beaucoup plus élevé en été qu'en hiver parce que les conditions météorologiques indiquent des vents moins forts ainsi qu'un critère moins strict. En été, le site peut pratiquement être utilisé pour tout type d'activité.

Ceci conclut notre étude et évaluation de l'impact éolien du campus Glen du CUSM tel que proposé. N'hésitez pas à nous contacter pour toute clarification ou discussion de nos conclusions. Nous vous remercions d'avoir retenu nos services.

Pascal Tran
Newmerical Technologies International

Nabil Ben Abdallah
Newmerical Technologies International

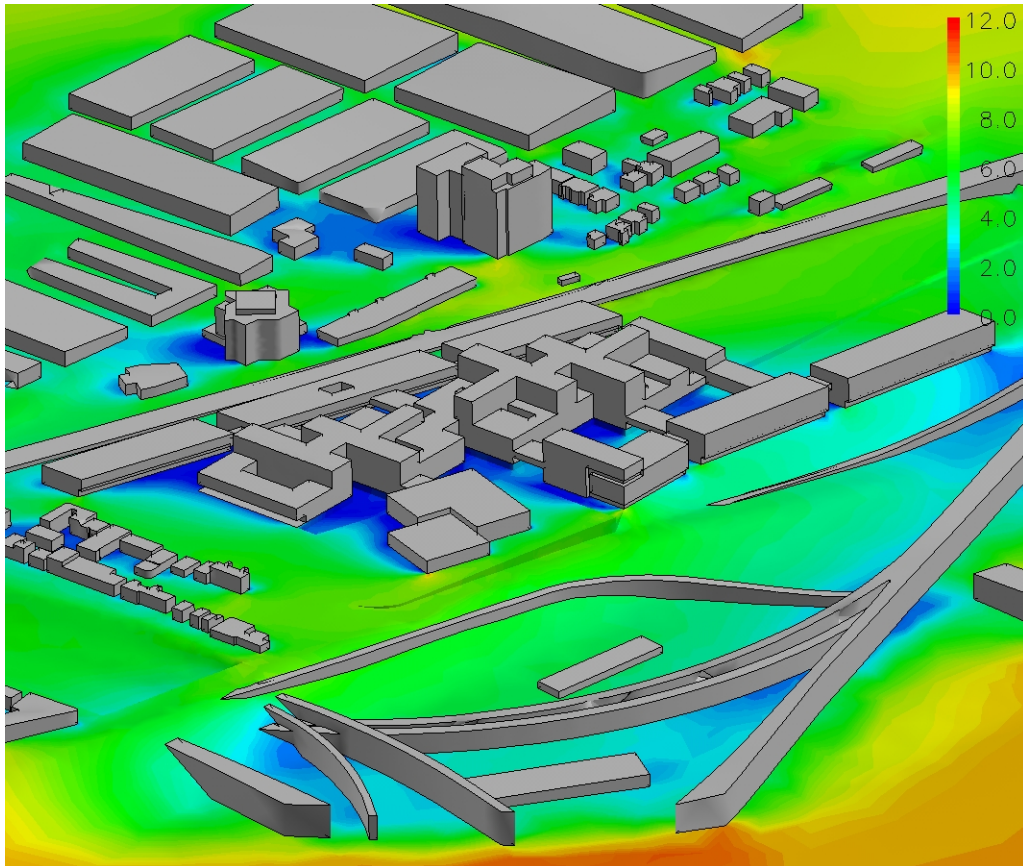
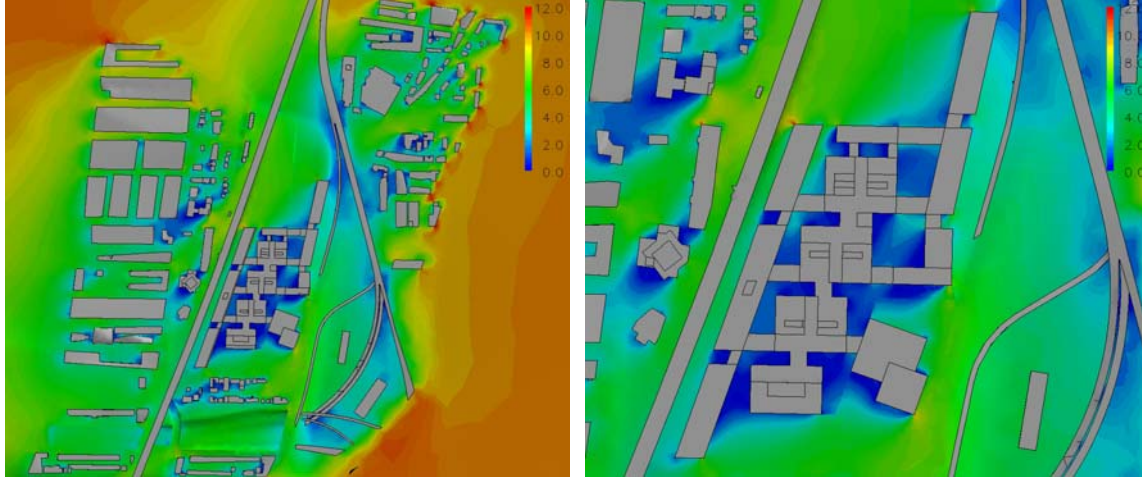
Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Annexe A Cartes des vents

Direction Nord-Est

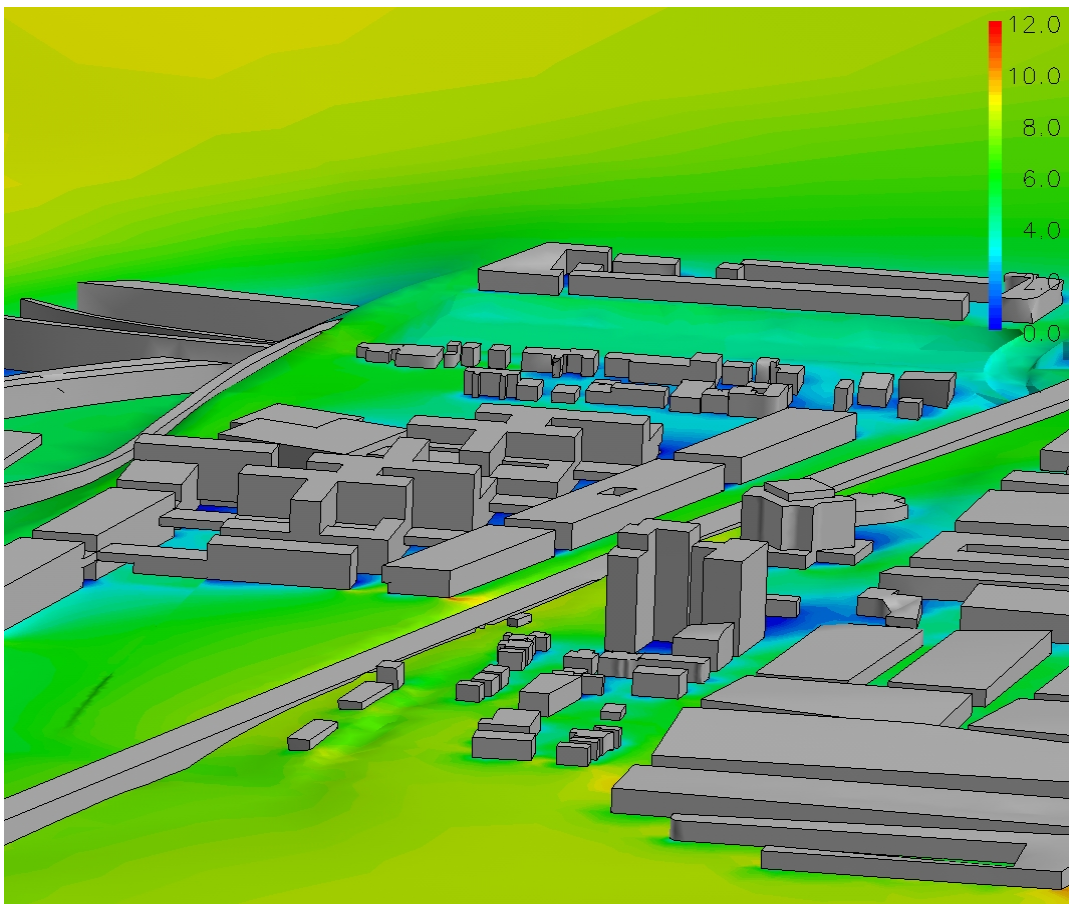
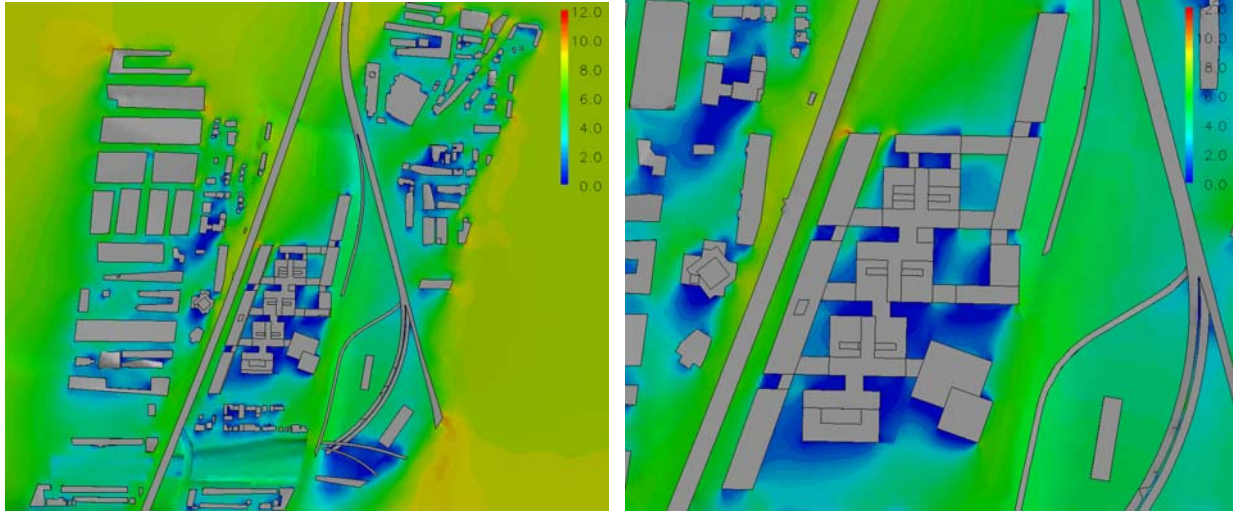


Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Direction Nord-Nord-Est

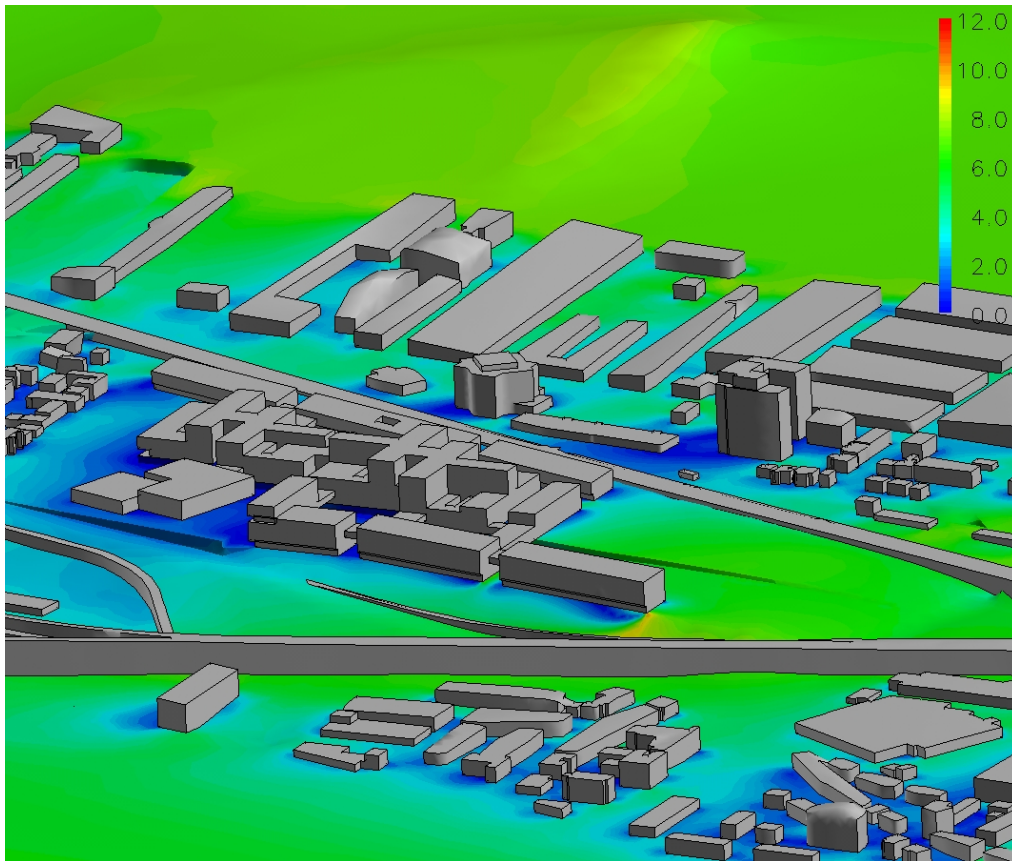
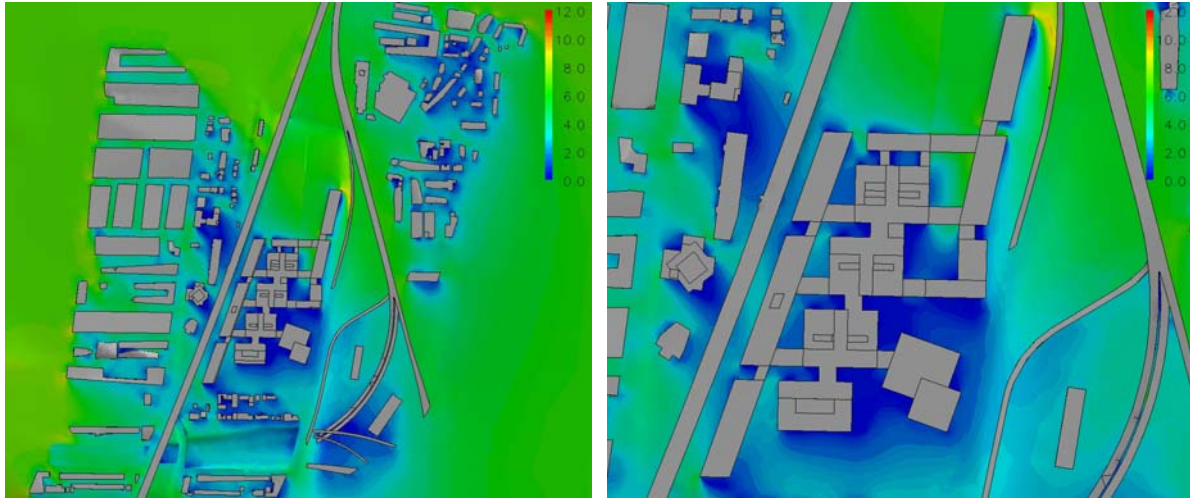


Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Direction Nord-Ouest

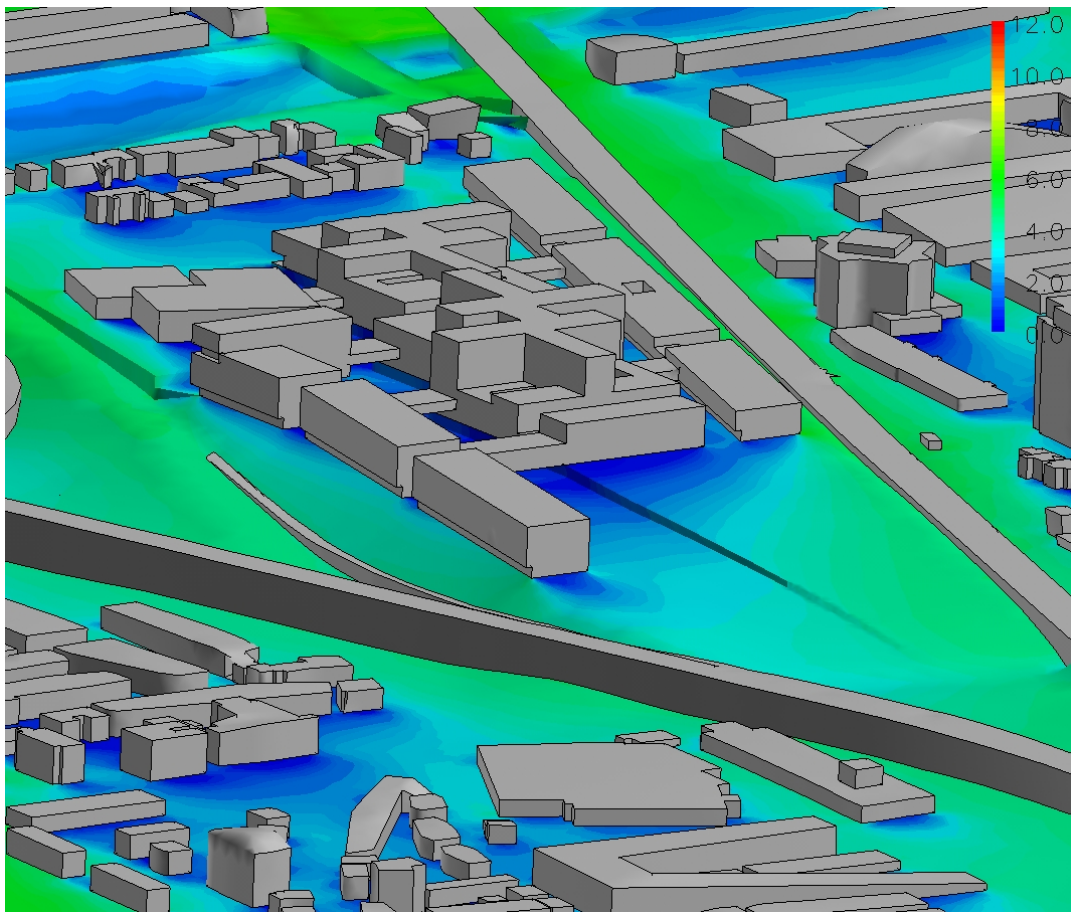
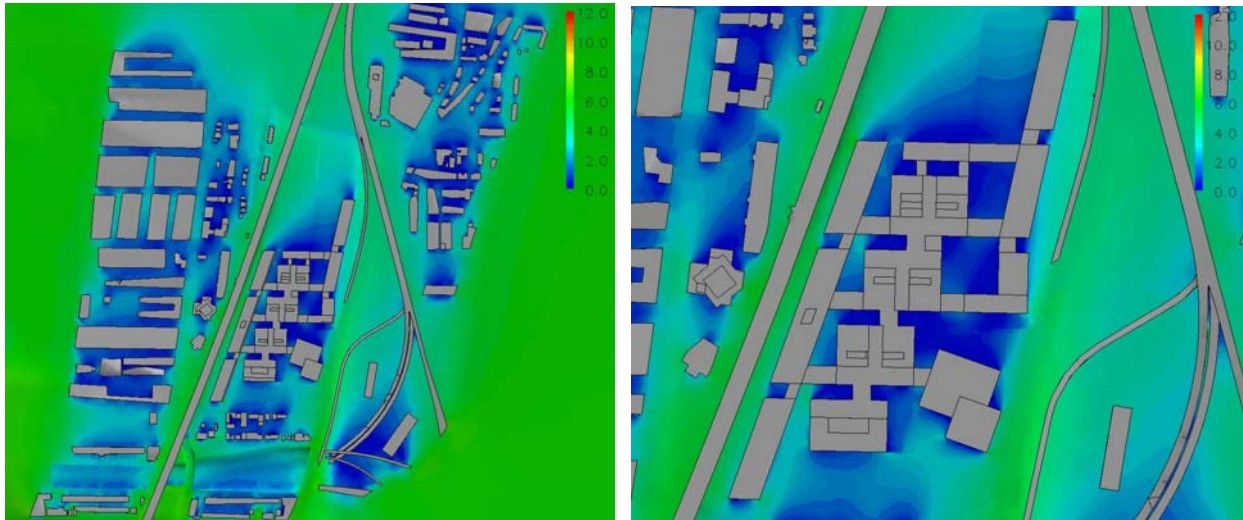


Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Direction Sud

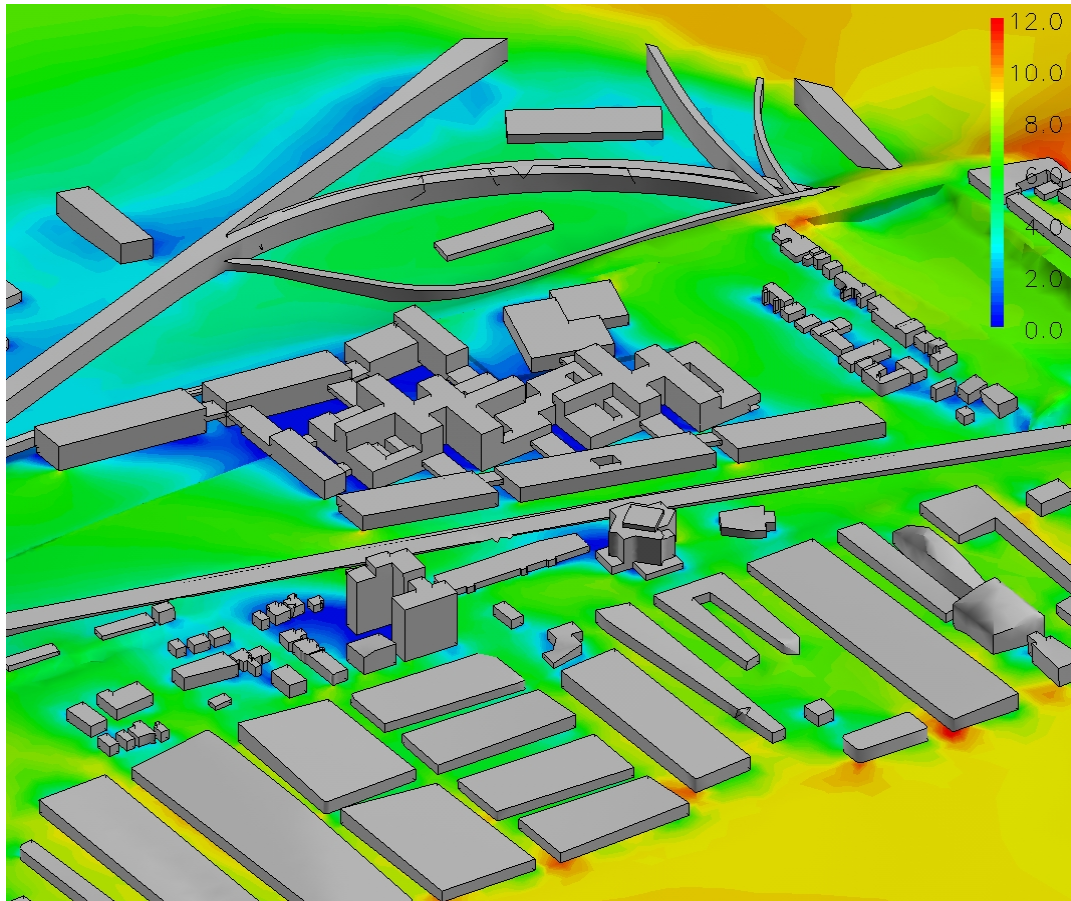
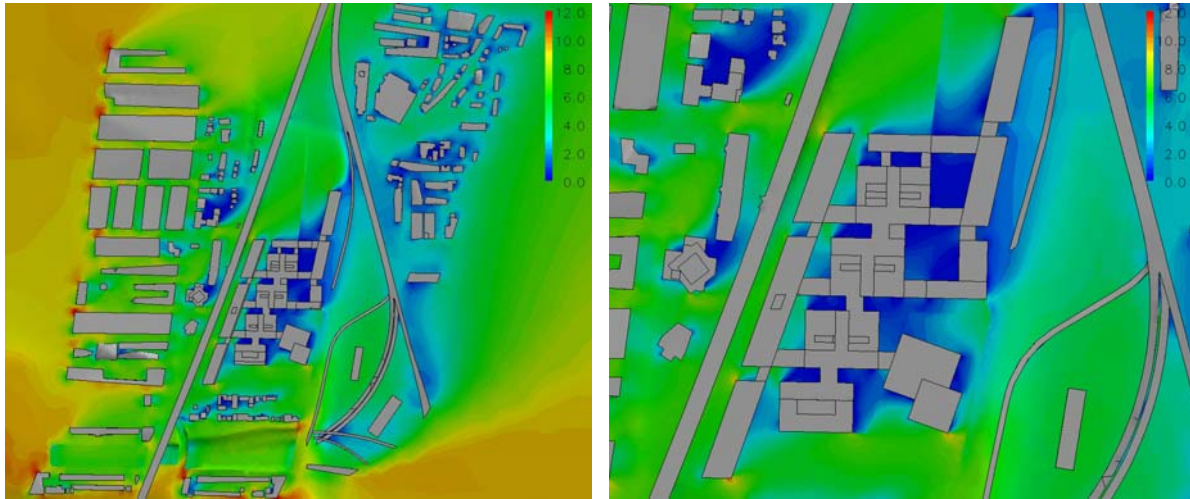


Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Direction Sud-Ouest

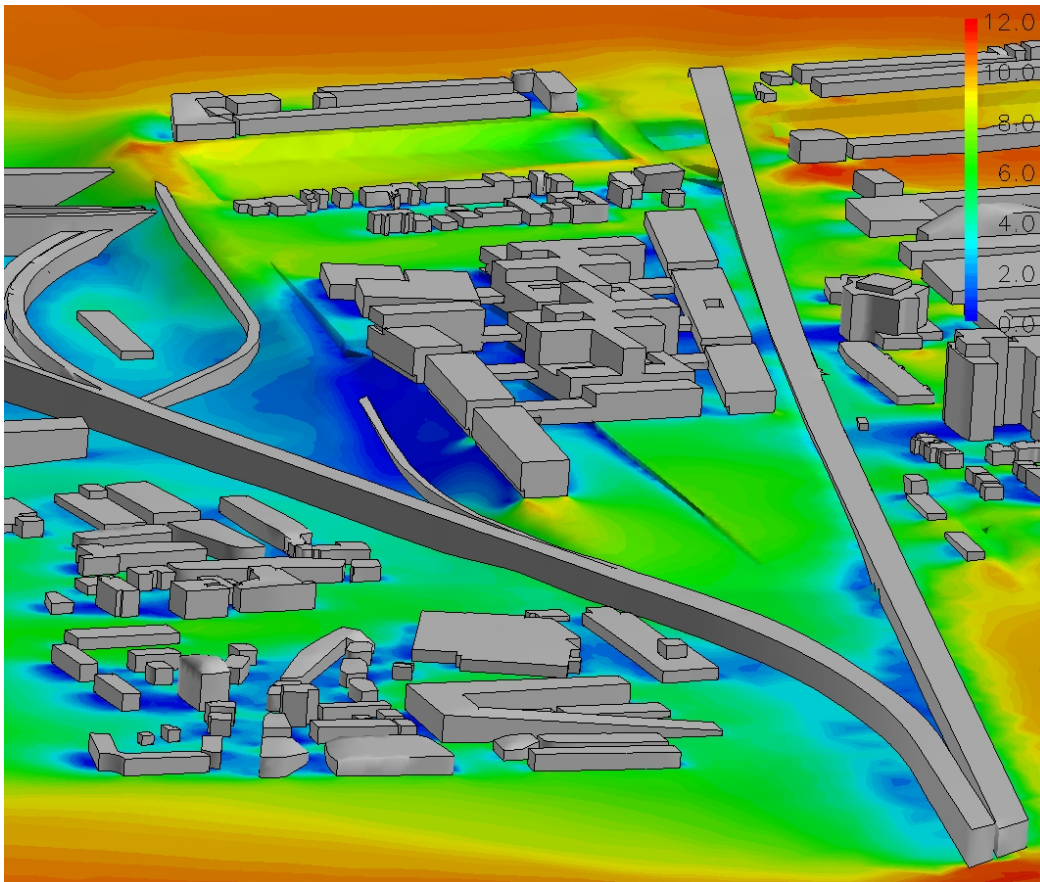
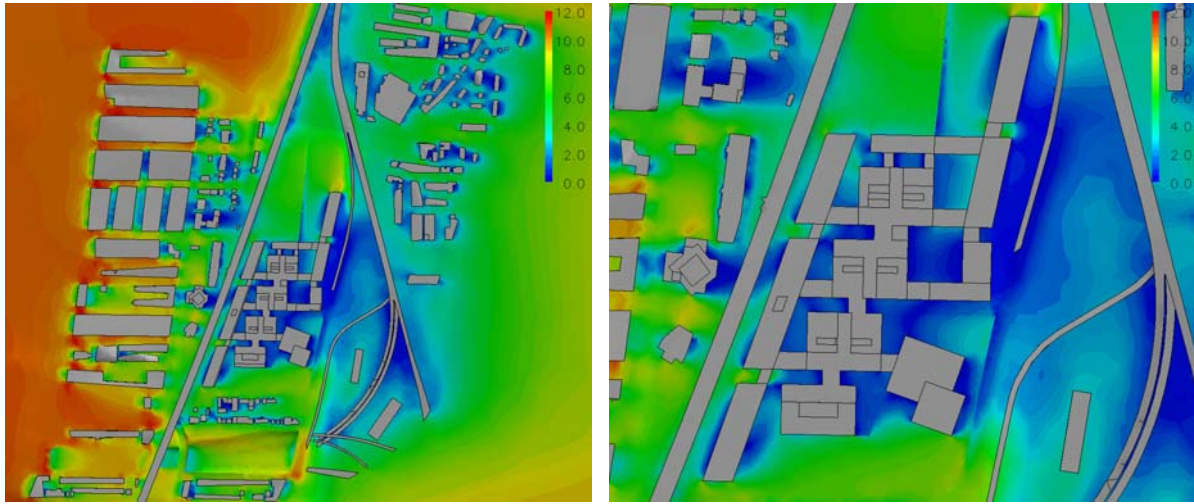


Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Direction Ouest

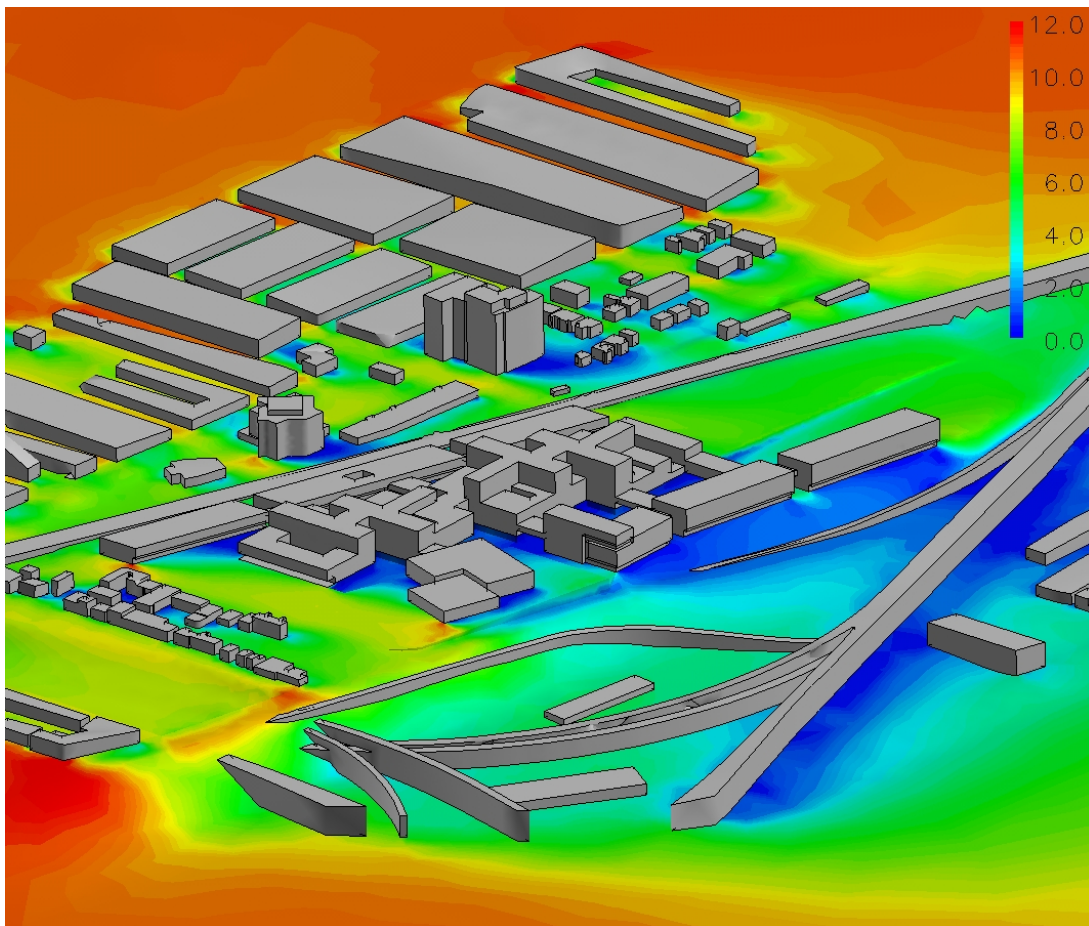
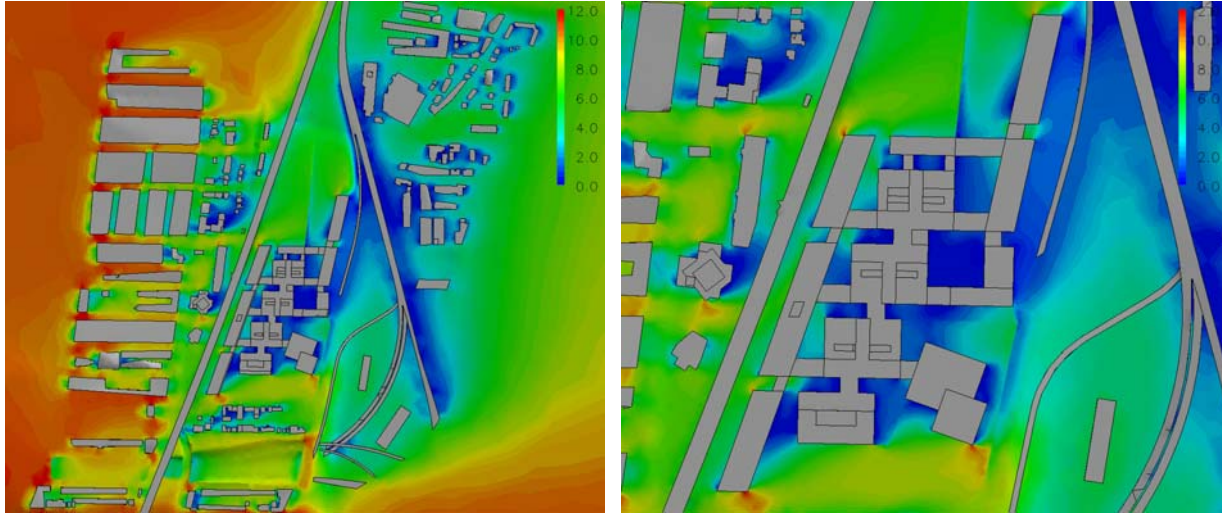


Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Direction Ouest-Sud-Ouest

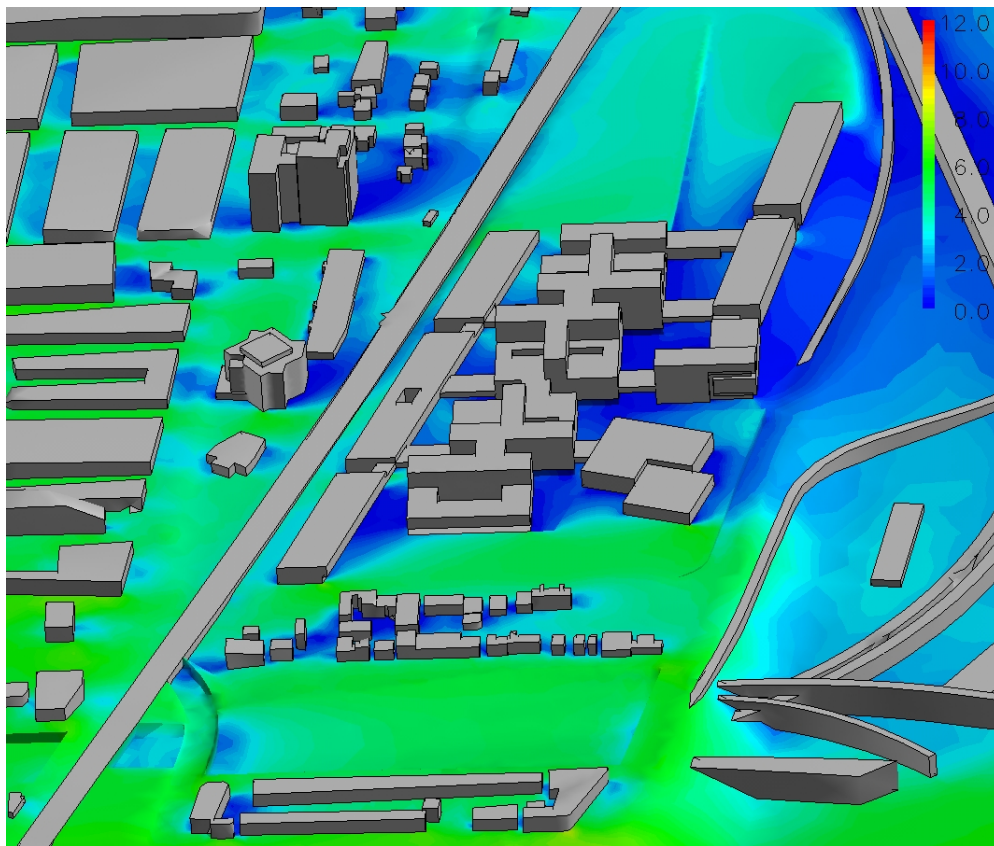
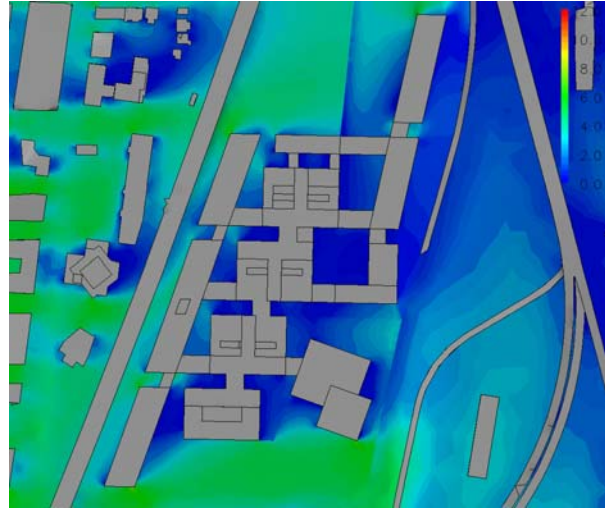
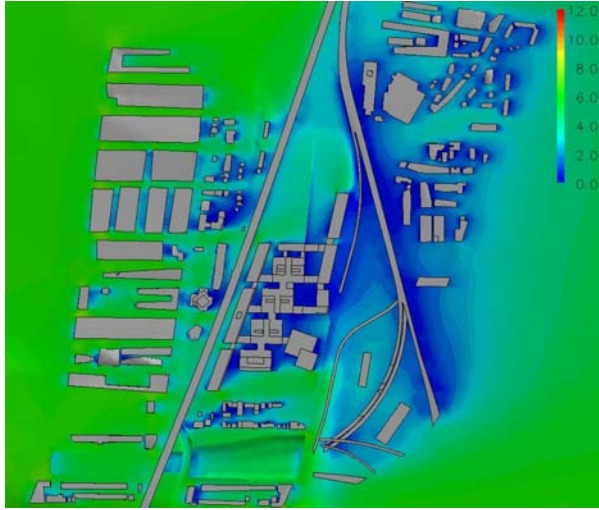


Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com

Direction Est-Sud-Est



Newmerical Technologies International
www.newmerical.com

Canada
680 Sherbrooke Street West, 7th floor
Montreal, Quebec, Canada H3A 2M7
Tel: +1(514) 398-2671, Fax: +1(514) 398-8454
e-mail: NTI@Newmerical.com

USA
1229 Cedar Lake Road South
Minneapolis, MN 55416, USA
Tel: +1(612) 374-3495, Fax: +1(612) 374-3519
e-mail: NTIUSA@Newmerical.com