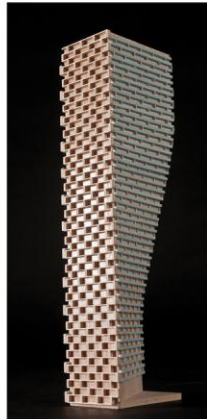


ÉTUDE ÉOLIENNE AU NIVEAU DES PIÉTONS

Ottawa, William, et Saint-Thomas
Montréal, Québec

Rapport: 26-015-PLW R2



1 septembre, 2026

PRÉPARÉ POUR

Tidan Construction
666 Sherbrooke Street West, Suite 2300
Montréal, QC H3A 1E7

PRÉPARÉ PAR

Justin Denne, M.A.Sc, Junior Wind Scientist
David Huitema, M.Eng., P.Eng., CFD Lead Engineer

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Ce rapport résume une étude éolienne au niveau des piétons pour évaluer les conditions éoliennes pour le projet de développement proposé situé entre la rue William, la rue Saint-Thomas, et la rue Ottawa à Montréal, Québec, afin d'identifier les endroits où les conditions éoliennes peuvent compromettre l'utilisation prévue et, le cas échéant, recommander des mesures d'atténuation.

L'étude comprend la simulation de différentes vitesses du vent pour seize (16) directions dans un modèle informatique 3-dimensionnel utilisant la technique de dynamique numérique des fluides (DNF), combinées avec les données météorologiques concernant le lieu, pour évaluer le confort et sécurité des piétons dans et autour du site concerné. Un résumé complet des conditions éoliennes prévus est fourni dans la Section 5 de ce rapport et illustré dans les Figures 3A-5B en annexe. En fonction des résultats des simulations obtenus avec la technique DNF, de notre interprétation et de l'expérience acquise avec des réalisations semblables à Montréal, nous pouvons faire les conclusions suivantes:

- 1) Les critères éoliens de vitesse moyenne et de vitesse de rafale de la Ville de Montréal et de l'arrondissement du Sud-Ouest seront satisfaits dans toutes les aires piétonnes dans et autour du site concerné pendant toute l'année, avant et après la construction du développement proposé, y compris les trottoirs à proximité, les arrêts du bus à proximité, les parcs à proximité, et les entrées principales et secondaires.
- 2) En été, les critères éoliens seront aussi satisfaits sur les terrasses communes. Ce sont des conditions qui sont acceptables.
 - i) Si ces terrasses seront utilisées pendant l'hiver, les mesures d'atténuation recommandées sont fournies dans la Section 5.1, qui peuvent être développées davantage au fur et à mesure que la conception progresse et que la programmation des terrasses est définie.
- 3) Dans le contexte des conditions météorologiques typique, qui exclut les tempêtes irrégulières et localisées comme les tornades et les rafales descendantes, nous avons constaté qu'aucun secteur de l'emplacement étudié serait considéré comme dangereux.



TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. TERMES DE RÉFÉRENCE.....	1
3. OBJECTIFS.....	2
4. MÉTHODOLOGIE.....	2
4.1 Modélisation Informatique du Contexte	2
4.2 Mesures de la Vitesse du Vent	3
4.3 Analyses des Données Météorologiques	3
4.4 Directives de Confort et Sécurité Éolienne	5
5. RESULTATS ET DISCUSSION	5
5.1 Confort Éolien	6
5.2 Applicabilité des Résultats.....	7
6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	8

FIGURES

ANNEXES

ANNEXE A – Simulation of the Atmospheric Boundary Layer (Anglaise)



1. INTRODUCTION

Gradient Wind Engineering Inc. (Gradient Wind) a été retenu par Tidan Construction pour réaliser une étude éolienne quantitative au niveau des piétons pour évaluer les conditions éoliennes pour le projet d'un développement proposé situé entre la rue William, la rue Saint-Thomas, et la rue Ottawa à Montréal, Québec, identifier les régions où les conditions éoliennes peuvent compromettre l'utilisation prévue et, le cas échéant, recommander des mesures d'atténuation.

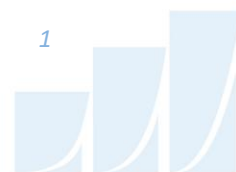
Notre travail se fonde sur les résultats des simulations obtenus avec la technique de dynamique numérique des fluides (DNF) et les procédures d'analyse de données basé sur les normes industrielles, les dessins architecturaux de l'immeuble étudié fournis par Sid Lee Architecture en août 2026, la disposition des rues aux environs du site et l'information de masse des bâtiments existants et approuvé pour l'avenir, ainsi qu'une imagerie de lieu récent. Les résultats de cette étude sont comparés avec les directives pour la vitesse du vent au niveau des piétons.

2. TERMES DE RÉFÉRENCE

Le site concerné est bordé par la rue Ottawa au sud-est, la rue William au nord-ouest, et la rue Saint-Thomas au nord-est. Le développement proposé comprend trois tours de grande hauteur surmontant des basiliaires de 6 à 8 étages (Phases 1-3), situés à l'est, au sud, et au centre, et un bâtiment de 10 étages situé au nord-ouest (Phase 2A). Les phases 1, 2, et 3 atteignent respectivement des hauteurs totales de 33, 27, et 25 étages.

Les Phases 2 et 3 comprennent une conception volumétrique en gradins pour leurs basiliaires, avec des retraits successifs par rapport à la rue Ottawa. Les niveaux au-dessus du rez-de-chaussée comprennent principalement des unités résidentielles, avec quelques espaces communs intérieurs aux niveaux inférieurs du basilaire. Dans la présente étude, toutes les surfaces de toiture ont été considérées comme des terrasses potentielles.

Concernant l'exposition au vent, la zone environnante la plus rapprochée (la zone située dans un rayon de 200 mètres (m) du site concerné) est caractérisée par de bâtiments de faible hauteur à l'ouest, des bâtiments de grande hauteur à l'est et principalement des bâtiments de hauteur moyenne dans les autres directions. Les environs plus éloignés des bâtiments (la zone située en dehors de la zone environnante la



plus rapprochée mais dans un rayon de deux kilomètres (km) du site concerné) incluent des bâtiments de grande hauteur d'ouest en est, dans le sens horaire vers le nord, et un mélange des bâtiments de faible et moyenne hauteur dans les autres directions.

Les régions clés sont les trottoirs autour du site concerné, les entrées des bâtiments, les parcs à proximité, les arrêts du bus à proximité et les terrasses communes. Un plan d'implantation est illustré à la Figure 1. Les Figures 2A-2H montrent le modèle informatique utilisé pour cette étude.

3. OBJECTIFS

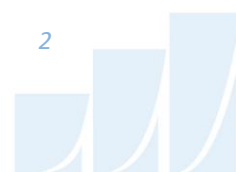
Les objectifs principaux de cette étude sont de (i) déterminer les conditions de confort et sécurité éoliennes dans et autour du développement proposé, (ii) identifier les régions où les conditions éoliennes peuvent compromettre l'utilisation prévue, et (iii) recommander des mesures d'atténuation, le cas échéant.

4. MÉTHODOLOGIE

L'approche suivie dans la présente étude pour prédire des conditions éoliennes au niveau des piétons est basée sur les simulations DNF du vent autour du développement dans un environnement virtuel, l'analyse météorologique du climat du Montréal et les environnants, et la synthèse des données informatiques avec des directives de confort et sécurité éoliennes de la Ville de Montréal. Les sections suivantes décrivent les procédures d'analyse, y compris les directives de confort et sécurité éoliennes.

4.1 Modélisation Informatique du Contexte

Une étude éolienne au niveau des piétons, basée sur les simulations DNF, a été effectuée afin de déterminer l'influence des vents sur le confort des piétons autour du développement proposé. Prédiction du confort des piétons, basées sur les effets mécaniques du vent, ont été faites par la combinaison des données de la vitesse des vents des simulations DNF avec les données météorologiques de l'Aéroport International Pierre Elliott Trudeau.



L'approche générale du modélisation DNF est de modéliser les bâtiments et les détails topographiques en les environnants immédiats du développement proposé et de créer des profils du vent atmosphériques appropriés aux limites du modèle. Ces profils ont des propriétés du vitesse moyenne et turbulence similaires à le site actuel.

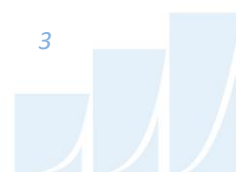
Une norme industrielle est d'omettre les arbres, végétation, et autres éléments du paysage existants et planifié, à cause de la difficulté de représenter la végétation pendant toutes les saisons. Il en résulte que les prédictions sont quelque peu prudentes (plus venteux).

4.2 Mesures de la Vitesse du Vent

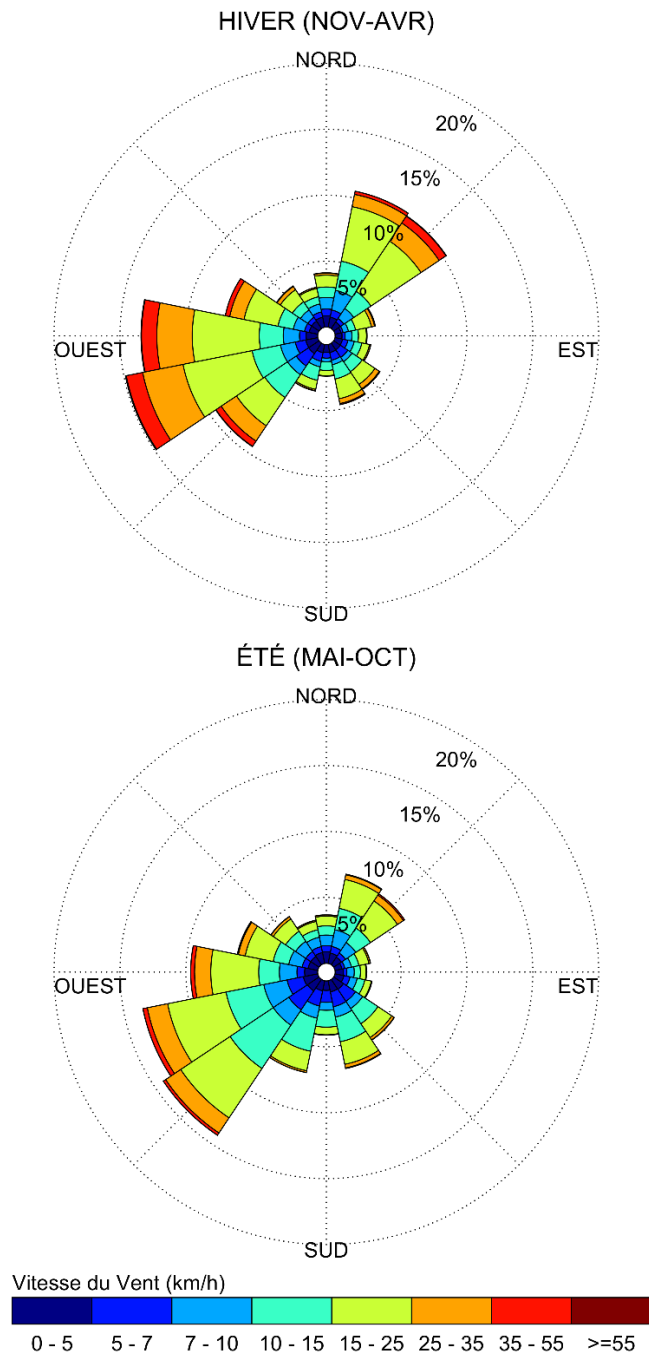
L'étude éolienne au niveau des piétons a été réalisée sur la base des simulations DNF d'un modèle du site pour 16 directions du vent. Le modèle DNF était centré sur le site concerné, avec les bâtiments environnant dans un rayon d'environ 555 m. Les vitesses du vent moyennes et maximales autour du développement proposé sont interpolées à 36 directions du vent à intervalles de 10°. Les vitesses à une hauteur de 1.5 m au-dessus du niveau du sol, et au-dessus des terrasses communes, sont référencés à la hauteur de gradient pour générées des ratios des vitesses moyennes et maximales, que sont utilisées pour calculer les valeurs finales. La hauteur de gradient représente la profondeur théorique de la couche limite atmosphérique au-dessus duquel la vitesse du vent est constante. L'Annexe A renferme des renseignements supplémentaires sur la modélisation de la couche limite atmosphérique.

4.3 Analyses des Données Météorologiques

Un modèle statistique des conditions éoliennes à Montréal a été développé d'environ 40 ans de données météorologiques horaires enregistrée à l'Aéroport Internationale Pierre Elliott Trudeau et fournis par Environnement et Changement Climatique Canada. La vitesse et direction du vent ont été analysées pour l'été et l'hiver afin de déterminer les directions les plus communes et les vitesses correspondantes. Le modèle statistique des conditions éoliennes à Montréal est illustré sur la page suivante; il indique le caractère directionnel du vent local pour l'été et l'hiver. Les diagrammes représentent les distributions saisonnières de la vitesse et direction du vent en kilomètres par heure (km/h). Les probabilités d'occurrence des différentes vitesses du vent sont représentées par les barres des histogrammes empilés. Pour Montréal, les directions les plus communs sont le sud-ouest, suivi par le nord-est. Les vents de l'été sont relativement calmes, en comparaison avec l'hiver.



**DISTRIBUTION SAISONNIÈRE DES VENTS
AÉROPORT INTERNATIONAL MONTRÉAL-PIERRE ELLIOTT TRUDEAU**



Notes:

1. Les distances radiales indiquent la fréquence des événements du vent.
2. Les vitesses sont calculées sur une base horaire en kilomètres par heure (km/h), mesurées à une hauteur de 10 m sur le niveau du sol.



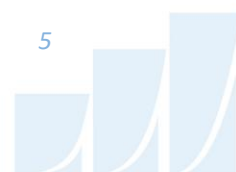
4.4 Directives de Confort et Sécurité Éolienne

Les critères de confort et de sécurité des piétons concernant le vent sont décrits dans le Codification Administrative du Règlement d'Urbanisme de l'Arrondissement de Sud-Ouest¹. Ces critères précisent que les vitesses moyennes des vents horaires ne peuvent dépasser 4 m/s (15 km/h) pendant la saison hivernale et ne doivent pas dépasser 6 m/s (22 km/h) pendant la saison d'été, ce qui doit être atteint pour divers pourcentages de temps en fonction de l'emplacement et de l'utilisation. Plus précisément, les plages de vitesse du vent doivent être acceptables pendant au moins 90 % du temps dans les parcs et les espaces publics, tandis que les voies de circulation publiques doivent respecter les plages de vitesse du vent prescrites pendant au moins 75 % du temps. Concernant la sécurité au vent, les critères exigent également que les rafales de vent ne dépassent pas 21 m/s (75 km/h) pendant plus de 1 % du temps sur une base annuelle.

5. RESULTATS ET DISCUSSION

La discussion suivante est accompagnée par les Figures 3A-4B (après le corps du texte) qui illustrent les conditions éoliennes saisonnières prévues pour le site concerné au niveau du sol. Les Figures 5A à 5B illustrent les conditions éoliennes prévues sur les terrasses communes. Les conditions sont illustrées par des contours continus du confort éolien dans et autour du site concerné. Les couleurs représentent les aires où les directives sont satisfaites; le bleu représente les aires où la vitesse moyenne du vent est conforme aux critères des parcs, des lieux publics et des aires de détente; le vert représente les aires conformes aux critères des rues d'ambiance; l'orange représente les aires aux critères des voies de circulation publique. Le magenta indique que la fréquence de dépassement est plus que 25%.

¹ Règlement D'Urbanisme De L'Arrondissement du Sud-Ouest, 01-280, Titre II, Chapitre II, Section V, Sous-Section 3 (Articles 31-33), Impacts Éoliens.



5.1 Confort Éolien

Basée sur l'analyse des simulations DNF et considérant les données météorologiques pour Montréal, la section suivante résume les résultats pour cette étude éolienne au niveau des piétons:

- 1) Cette étude éolienne au niveau des piétons a été réalisée en déterminant le confort et la sécurité éolienne des piétons sur le site concerné, tel qu'illustré par des Figures 3A-5B pour l'été et l'hiver, et selon les critères d'impact éolien de la Ville de Montréal et de l'arrondissement du Sud-Ouest.
- 2) Les critères de confort seraient satisfaits pour tous les aires au niveau du sol dans et autour du site concerné en été. En particulier, la vitesse du vent aura une fréquence de dépassement de moins que 10% sur tous les aires au niveau du sol dans et autour du site concerné, y compris les trottoirs à proximité, les arrêts du bus à proximité, les parcs à proximité, ainsi que proche des entrées des bâtiments. Ce sont des conditions qui sont acceptables.
- 3) En hiver, il est prévu que toutes les conditions dans et autour du site concerné satisferont le critère de vitesse moyenne du vent, à savoir moins de 4 m/s en hiver au moins 75% du temps. En particulier, les critères de confort seraient satisfaits sur les trottoirs à proximité, les arrêts du bus à proximité, ainsi que les entrées du bâtiment. Ce sont des conditions qui sont acceptables.
- 4) Les conditions éoliennes sont illustrées respectivement dans Figures 5A à 5B en annexe pour les terrasses communes.
 - i. Il est prévu que les conditions éoliennes sur des terrasses communes seront calmes en été. En particulier, les conditions satisferont le critère d'une vitesse moyenne du vent qui est moins de 6 m/s en été, au moins 90% du temps. C'est le même critère utilisé pour les parcs publics (représenté par la couleur bleue dans la Figure 5A).



- ii. En hiver, il est prévu que les conditions éoliennes sur certaines terrasses seront plus fortes. Si ces terrasses sont utilisées durant cette saison, il est recommandé de rehausser les garde-corps périmétriques à 1.8 m et, là où les conditions sont inconfortables, d'installer des paravents et des auvents prolongeant les façades des bâtiments au-dessus des terrasses. Des mesures d'atténuation sont également recommandées, notamment autour des zones sensibles à l'hiver, telles que les plantations de conifères, les paravents et les cabanes abritées à parois verticales.
- 5) L'introduction du développement proposé devrait produire des conditions éoliennes similaires sur les régions voisines au niveau du sol pendant l'été par rapport à celles prévues dans le scénario existant. Bien qu'il soit prévu que les conditions éoliennes au niveau du sol seront plus venteuses pendant la saison hivernale, les conditions prévues à ce niveau sont néanmoins considérées comme acceptables.
- 6) Dans le contexte des conditions météorologiques typiques, qui exclut les tempêtes irrégulières et localisées comme les tornades et les rafales descendantes, nous avons constaté qu'aucun secteur de l'emplacement étudié serait considéré comme dangereux.

5.2 Applicabilité des Résultats

Le confort éolien et la sécurité des piétons ont été quantifiés pour la configuration spécifiques des constructions existantes et prévues autour du site concerné. Des modifications futures (la construction ou la démolition) de ces environs peuvent modifier les effets du vent de deux manières: (i) des changements au-delà du voisinage immédiat du site concerné modifieraient le profil du vent à l'approche du site; et (ii) le développement à proximité du site entraînerait des changements dans les modèles d'écoulement locaux. Par exemple, le développement dans les centres urbains entraîne généralement une réduction des vitesses moyennes du vent et des augmentations localisées des rafales de vent.

Les prédictions des conditions éoliennes proche aux entrées des bâtiments sont applicables seulement au confort et sécurité des piétons. Ils ne fournissent pas l'information en ce qui concerne les charges du vent sur les portes.



6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Un résumé complet des conditions éoliennes prévus est fourni dans Section 5 de ce rapport et illustré dans les Figures 3A-5B en annexe. En fonction des résultats des simulations obtenus avec la technique de dynamique numérique des fluides (DNF), de notre interprétation et de l'expérience acquise avec des réalisations semblables à Montréal, nous pouvons faire les conclusions suivantes:

- 1) Les critères éoliens de vitesse moyenne et de vitesse de rafale de la Ville de Montréal et de l'arrondissement du Sud-Ouest seront satisfaits dans toutes les aires piétonnes dans et autour du site concerné pendant toute l'année, avant et après la construction du développement proposé, y compris les trottoirs à proximité, les arrêts du bus à proximité, les parcs à proximité, et les entrées principales et secondaires.
- 2) En été, les critères éoliens seront aussi satisfaits sur les terrasses communes. Ce sont des conditions qui sont acceptables.
 - i) Si ces terrasses seront utilisées pendant l'hiver, les mesures d'atténuation recommandées sont fournies dans la Section 5.1, qui peuvent être développées davantage au fur et à mesure que la conception progresse et que la programmation des terrasses est définie.
- 3) Dans le contexte des conditions météorologiques typique, qui exclut les tempêtes irrégulières et localisées comme les tornades et les rafales descendantes, nous avons constaté qu'aucun secteur de l'emplacement étudié serait considéré comme dangereux.

Cordialement,

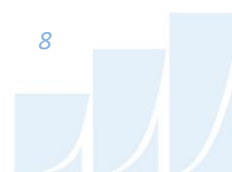
Gradient Wind Engineering Inc.

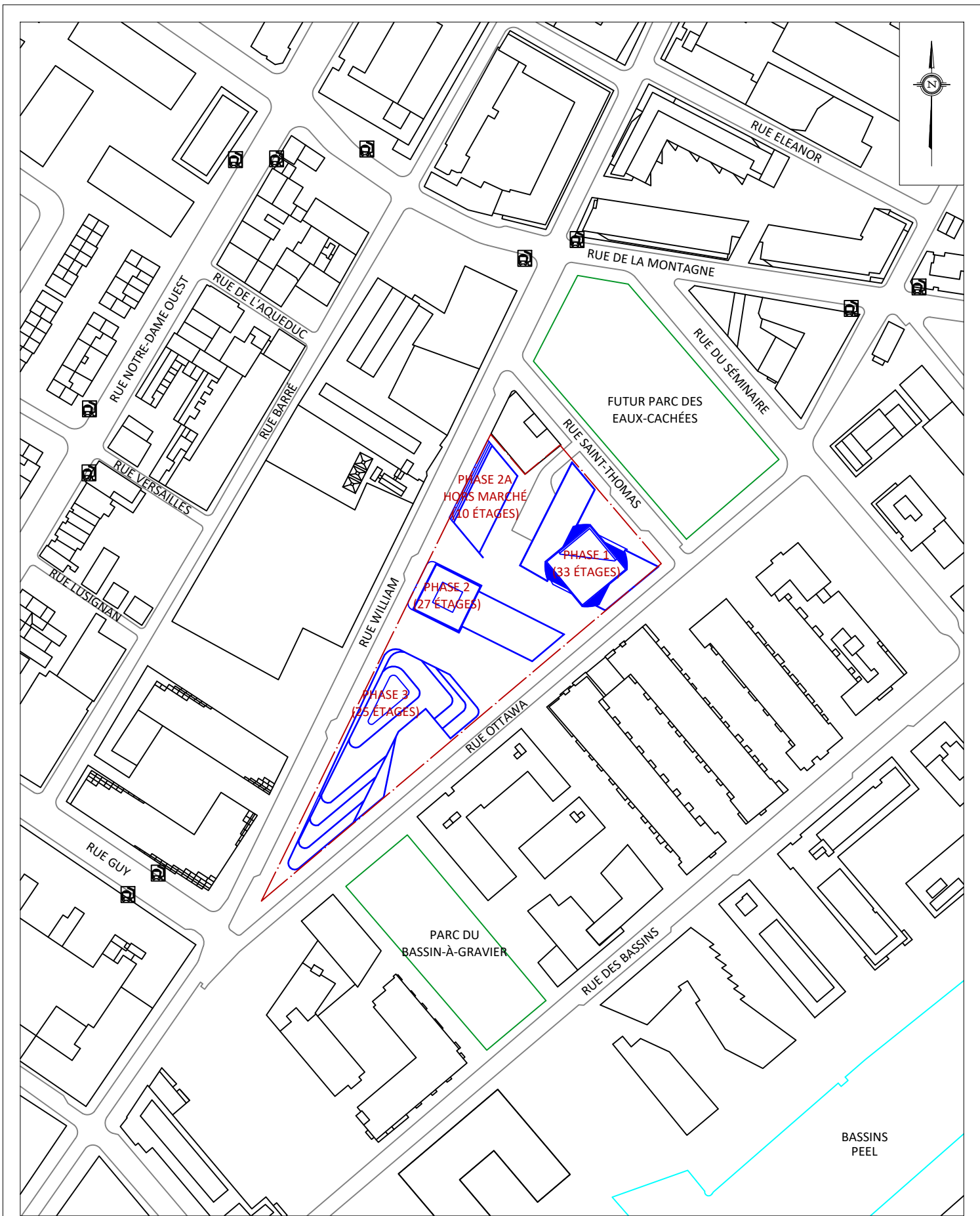


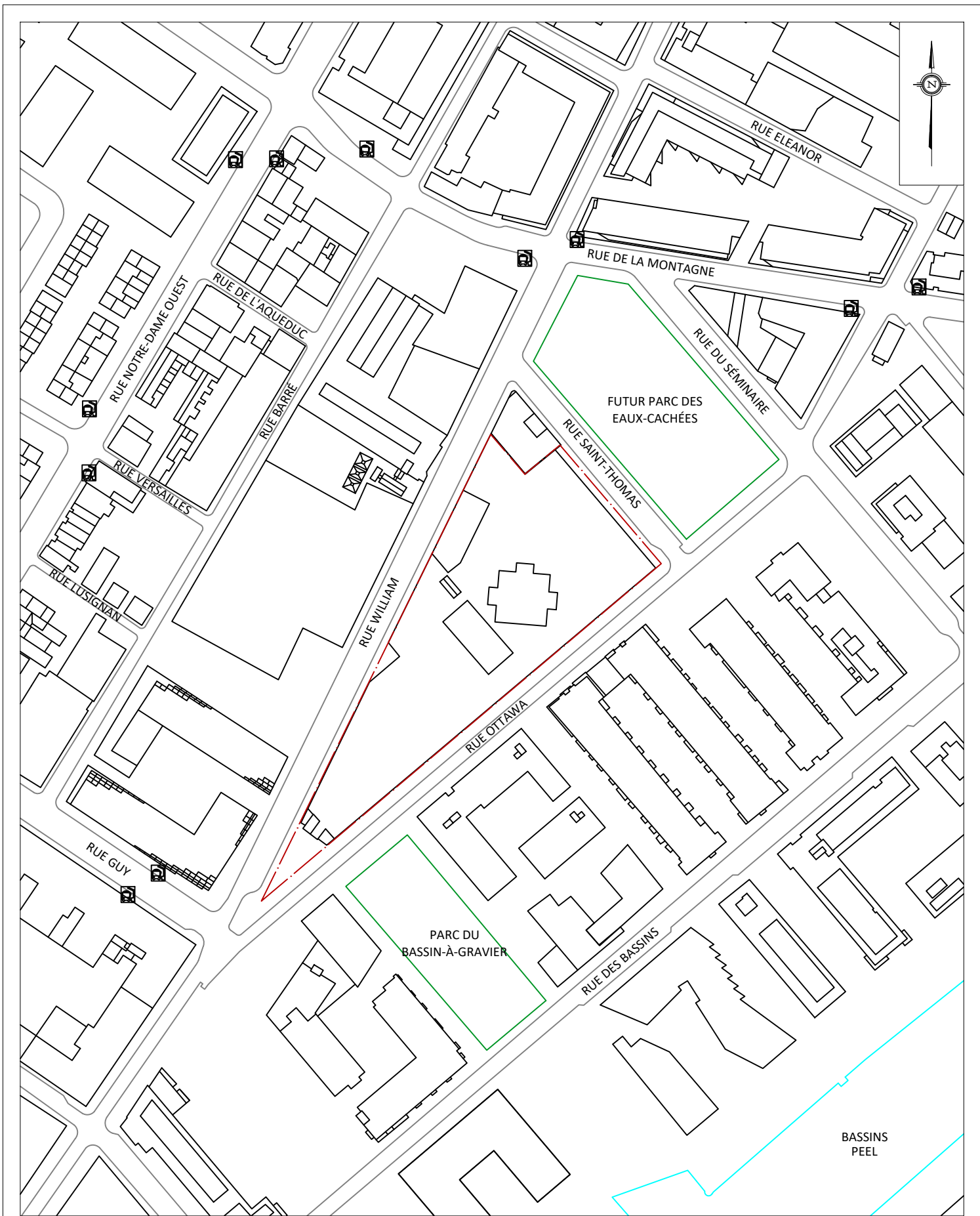
Justin Denne, M.A.Sc.
Junior Wind Scientist



David Huitema, M.Eng., P.Eng.
CFD Lead Engineer







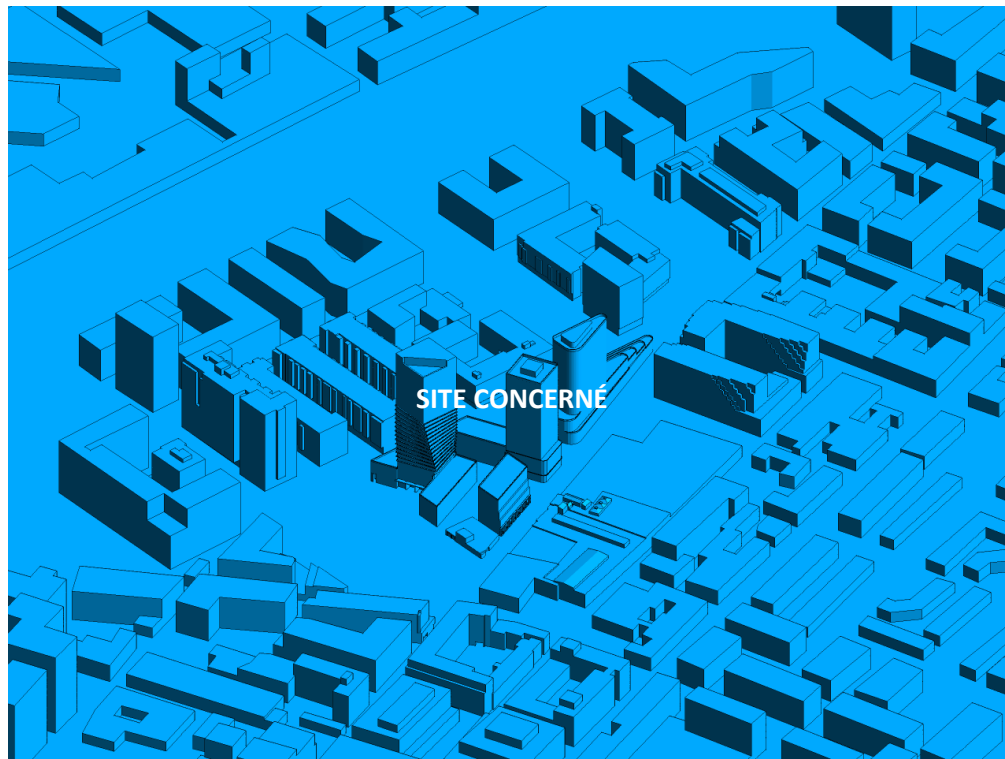


FIGURE 2A: MODÈLE INFORMATIQUE, SCÉNARIO FUTUR, VUE DEPUIS LE NORD

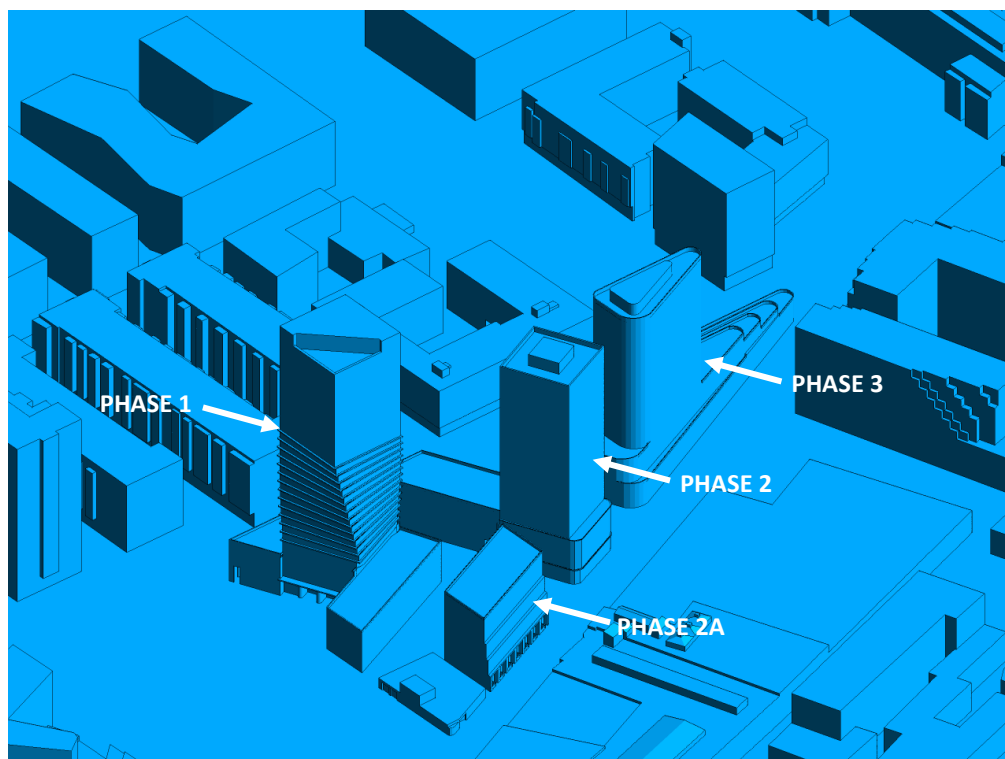
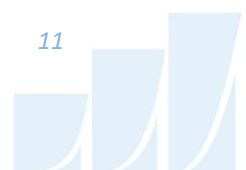


FIGURE 2B: VUE RAPPROCHÉE DE FIGURE 2A



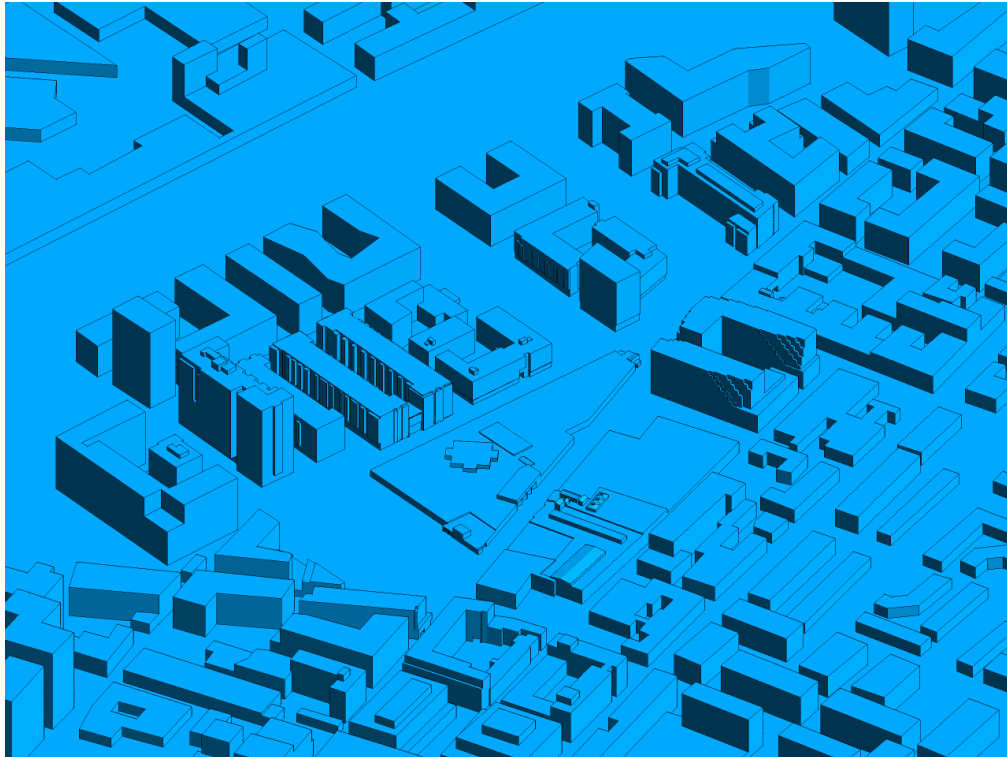


FIGURE 2C: MODÈLE INFORMATIQUE, SCÉNARIO EXISTANT, VUE DEPUIS LE NORD

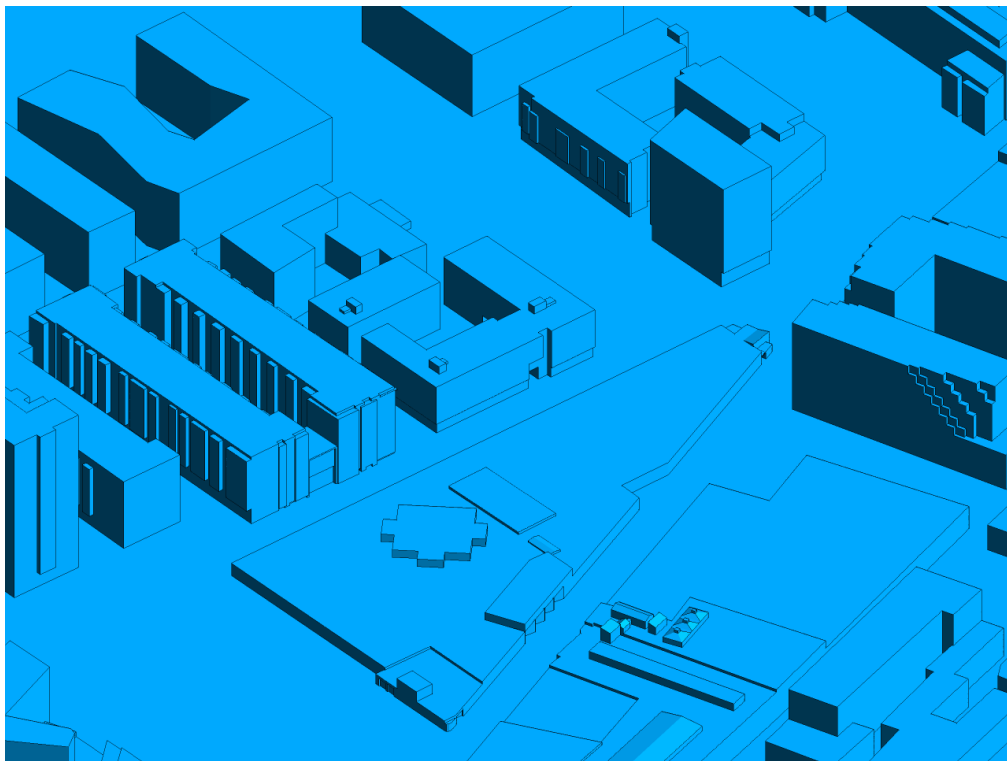


FIGURE 2D: VUE RAPPROCHÉE DE FIGURE 2C





FIGURE 2E: MODÈLE INFORMATIQUE, SCÉNARIO FUTUR, VUE DEPUIS LE SUD

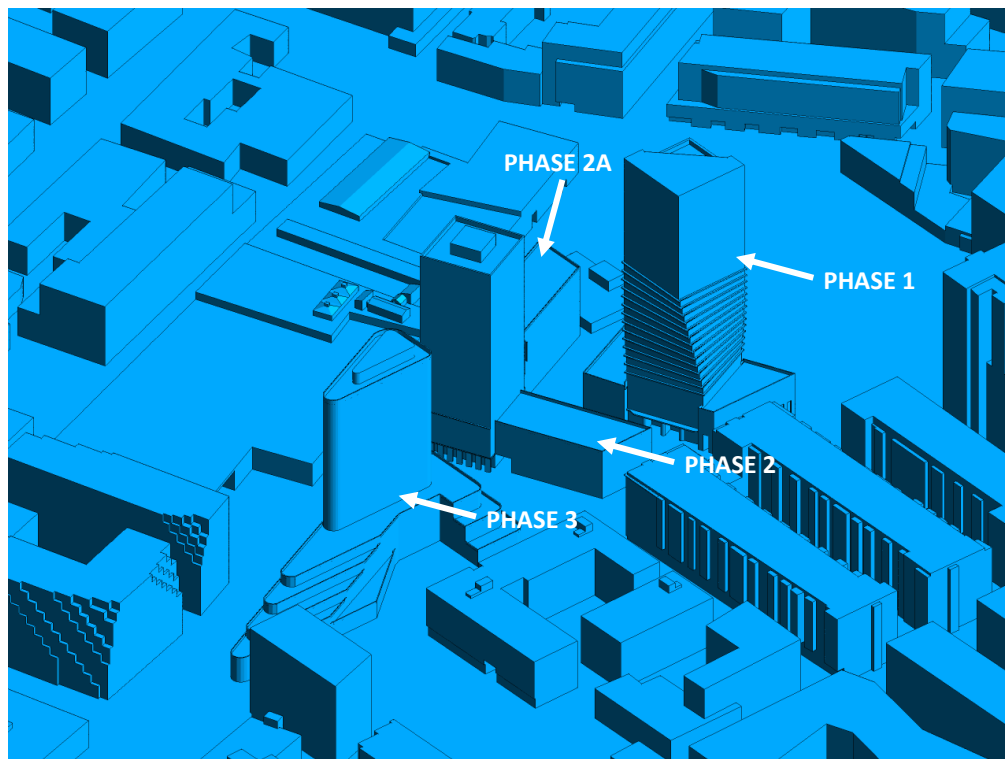


FIGURE 2F: VUE RAPPROCHÉE DE FIGURE 2E



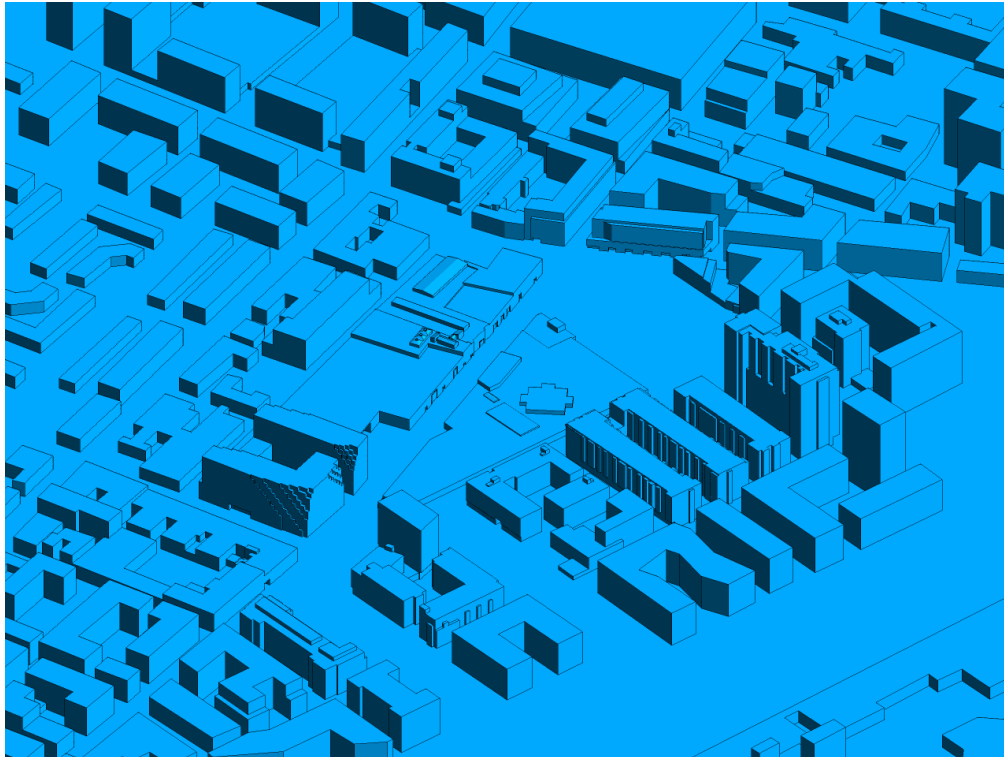


FIGURE 2G: MODÈLE INFORMATIQUE, SCÉNARIO EXISTANT, VUE DEPUIS LE SUD

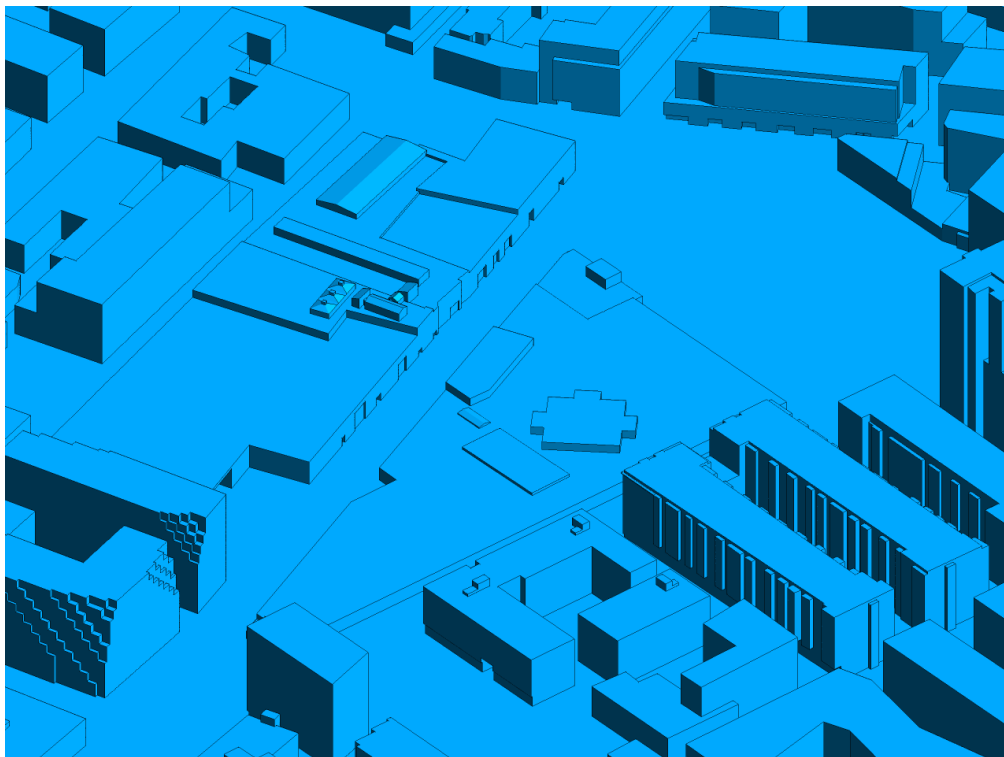


FIGURE 2H: VUE RAPPROCHÉE DE FIGURE 2G



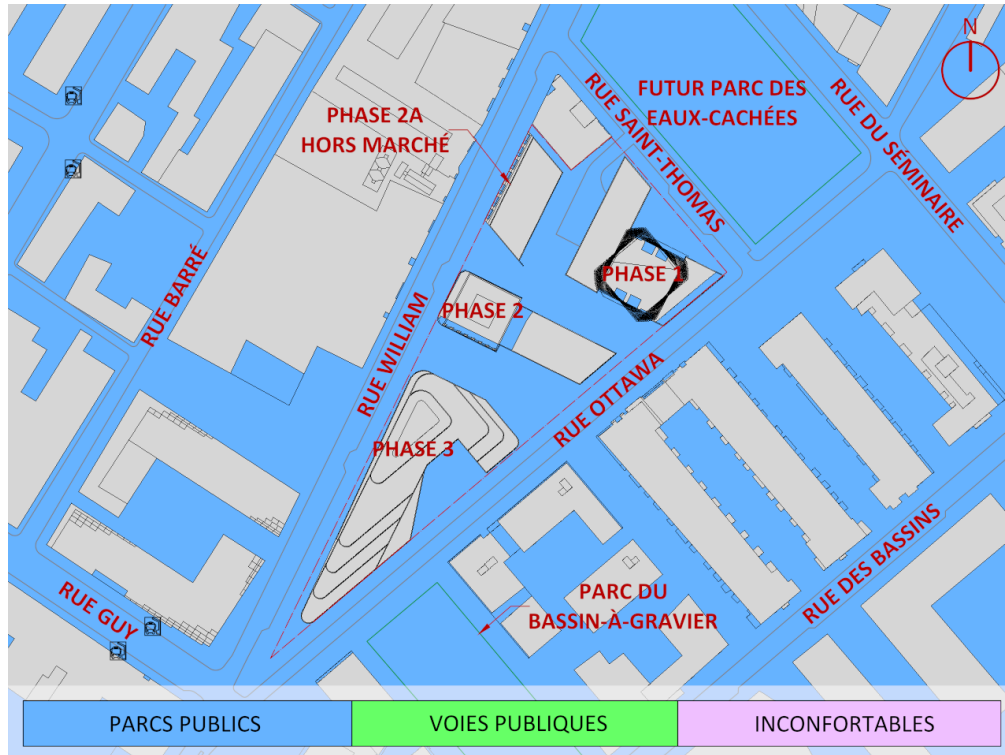


FIGURE 3A: L'ÉTÉ – CONDITIONS AU NIVEAU DU SOL, SCÉNARIO FUTUR



FIGURE 3B: L'ÉTÉ – CONDITIONS AU NIVEAU DU SOL, SCÉNARIO EXISTANT



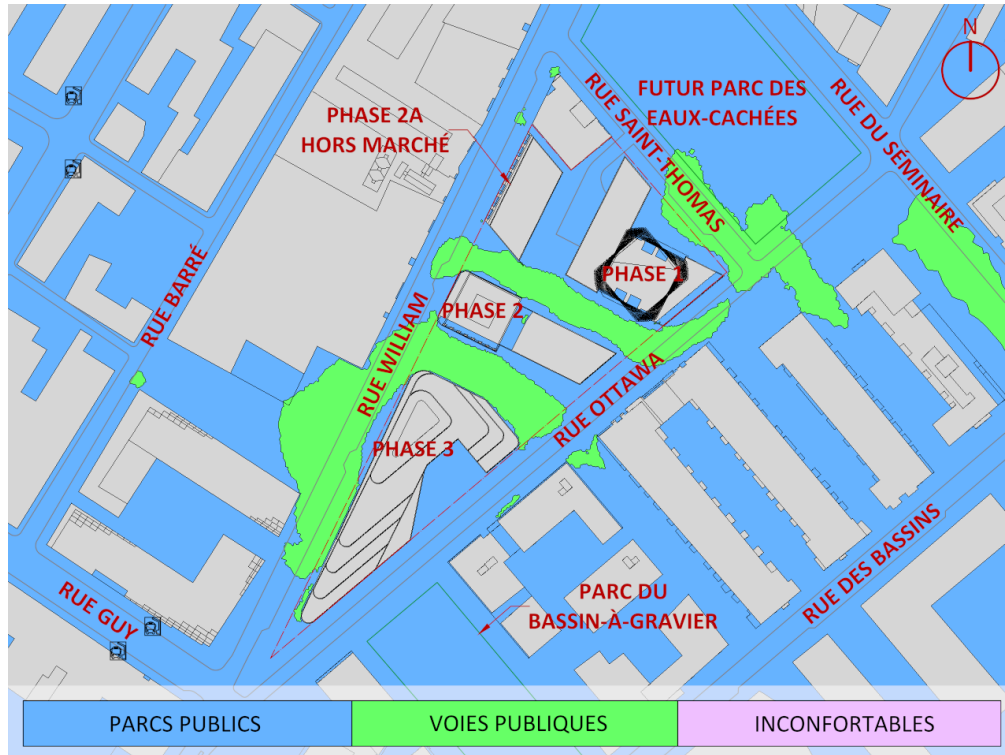


FIGURE 4A: L'HIVER – CONDITIONS AU NIVEAU DU SOL, SCÉNARIO FUTUR



FIGURE 4B: L'HIVER – CONDITIONS AU NIVEAU DU SOL, SCÉNARIO EXISTANT



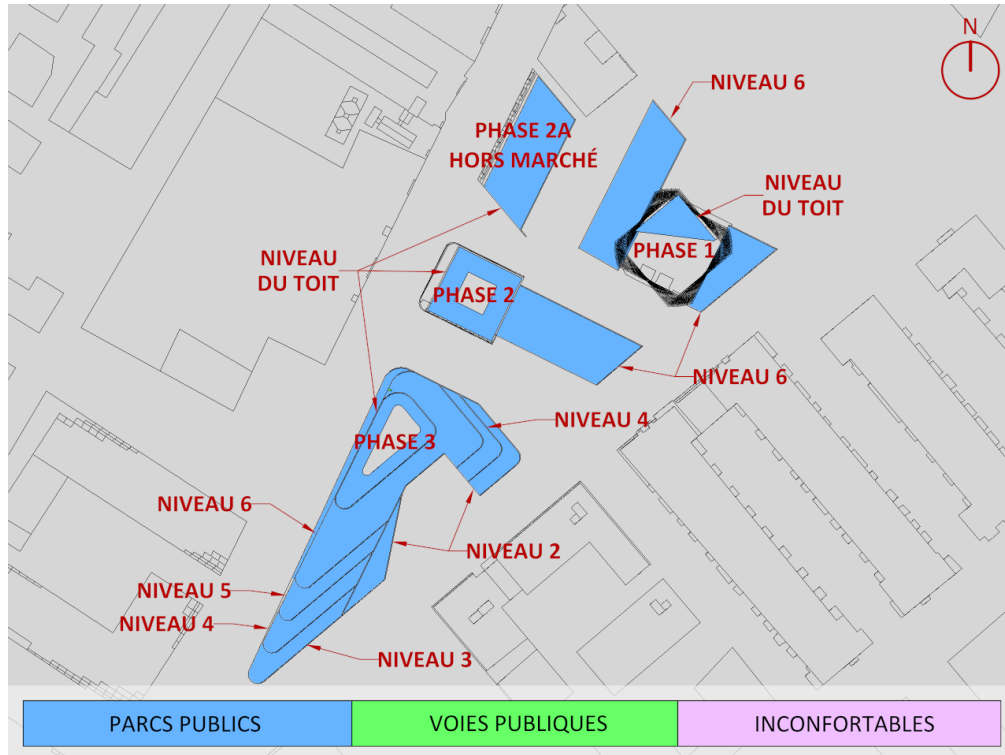


FIGURE 5A: L'ÉTÉ – CONDITIONS SUR LES TERRASSES COMMUNES

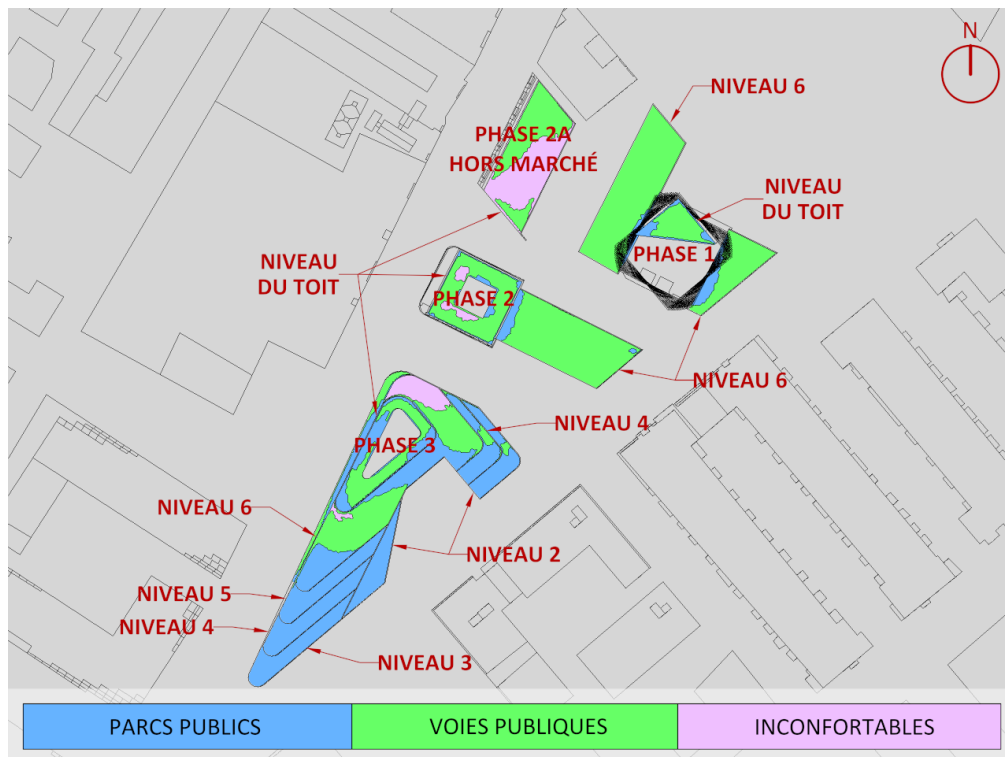


FIGURE 5B: L'HIVER – CONDITIONS SUR LES TERRASSES COMMUNES



GRADIENTWIND

ENGINEERS & SCIENTISTS



ANNEXE A

SIMULATION OF THE ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER

SIMULATION OF THE ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER

The atmospheric boundary layer (ABL) is defined by the velocity and turbulence profiles according to industry standard practices. The mean wind profile can be represented, to a good approximation, by a power law relation, Equation (1), giving height above ground versus wind speed [1], [2].

$$U = U_g \left(\frac{Z}{Z_g} \right)^\alpha \quad \text{Equation (1)}$$

where U = mean wind speed, U_g = gradient wind speed, Z = height above ground, Z_g = depth of the boundary layer (gradient height), and α is the power law exponent.

For the model, U_g is set to 6.5 metres per second (m/s), which approximately corresponds to the 50% mean wind speed for Montréal based on historical climate data and statistical analyses. When the results are normalized by this velocity, they are relatively insensitive to the selection of gradient wind speed.

Z_g is set to 540 m. The selection of gradient height is relatively unimportant, so long as it exceeds the building heights surrounding the subject site. The value has been selected to correspond to our physical wind tunnel reference value.

α is determined based on the upstream exposure of the far-field surroundings (i.e., the area that is not captured within the simulation model).

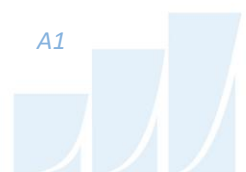


Table 1 presents the values of α used in this study, while Table 2 presents several reference values of α . When the upstream exposure of the far-field surroundings is a mixture of multiple types of terrain, the α values are a weighted average with terrain that is closer to the subject site given greater weight.

TABLE 1: UPSTREAM EXPOSURE (ALPHA VALUE) VS TRUE WIND DIRECTION

Wind Direction (Degrees True)	Alpha Value (α)
0	0.29
22.5	0.27
45	0.25
67.5	0.23
90	0.21
112.5	0.20
135	0.22
157.5	0.23
180	0.25
202.5	0.24
225	0.26
247.5	0.25
270	0.26
292.5	0.28
315	0.30
337.5	0.31

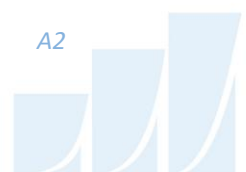


TABLE 2: DEFINITION OF UPSTREAM EXPOSURE (ALPHA VALUE)

Upstream Exposure Type	Alpha Value (α)
Open Water	0.14-0.15
Open Field	0.16-0.19
Light Suburban	0.21-0.24
Heavy Suburban	0.24-0.27
Light Urban	0.28-0.30
Heavy Urban	0.31-0.33

The turbulence model in the computational fluid dynamics (CFD) simulations is a two-equation shear-stress transport (SST) model, and thus the ABL turbulence profile requires that two parameters be defined at the inlet of the domain. The turbulence profile is defined following the recommendations of the Architectural Institute of Japan for flat terrain [3].

$$I(Z) = \begin{cases} 0.1 \left(\frac{Z}{Z_g} \right)^{-\alpha-0.05}, & Z > 10 \text{ m} \\ 0.1 \left(\frac{10}{Z_g} \right)^{-\alpha-0.05}, & Z \leq 10 \text{ m} \end{cases} \quad \text{Equation (2)}$$

$$L_t(Z) = \begin{cases} 100 \text{ m} \sqrt{\frac{Z}{30}}, & Z > 30 \text{ m} \\ 100 \text{ m}, & Z \leq 30 \text{ m} \end{cases} \quad \text{Equation (3)}$$

where I = turbulence intensity, L_t = turbulence length scale, Z = height above ground, and α is the power law exponent used for the velocity profile in Equation (1).

Boundary conditions on all other domain boundaries are defined as follows: the ground is a no-slip surface; the side walls of the domain have a symmetry boundary condition; the top of the domain has a specified shear, which maintains a constant wind speed at gradient height; and the outlet has a static pressure boundary condition.



REFERENCES

- [1] P. Arya, "Chapter 10: Near-neutral Boundary Layers," in *Introduction to Micrometeorology*, San Diego, California, Academic Press, 2001.
- [2] S. A. Hsu, E. A. Meindl and D. B. Gilhousen, "Determining the Power-Law Wind Profile Exponent under Near-neutral Stability Conditions at Sea," vol. 33, no. 6, 1994.
- [3] Y. Tamura, H. Kawai, Y. Uematsu, K. Kondo, and T. Okhuma, "Revision of AIJ Recommendations for Wind Loads on Buildings," in *The International Wind Engineering Symposium, IWES 2003*, Taiwan, 2003.

