

Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Mont-Laurier par la Régie intermunicipale des déchets de la Lièvre

Étape de recevabilité et de réponses aux questions du
ministère

Cinquième série de questions et commentaires (QC5-1 à
QC5-8)

Régie intermunicipale des déchets de la Lièvre


Octobre 2024

16-02102252.001-0200-EN-R-0300-00



Régie intermunicipale des déchets de la Lièvre

Préparé par .



Guillaume Nachin, M. ing.

Chargé de projet chez **Tetra Tech**
Environnement, Sols contaminés et
changements climatiques



Dominique Grenier, ing.

Directrice de marché chez **Tetra Tech**
Environnement et matières résiduelles

Équipe de réalisation

Régie intermunicipale des déchets de la Lièvre

Directeur général	Jimmy Brisebois
Agente de communication	Mariève Garceau
Consultant	André Simard

Consultant principal ÉIE - Englobe Corp.

Chargé de projet	Hugues Lapierre, ing. f., M. Sc.
------------------	----------------------------------

Partenaire - Tetra Tech

Professionnels	Dominique Grenier, ing. - Directrice de marché, Environnement et matières résiduelles Véronique Fortier, ing. - Étude hydrologique Nazim Chabane Chaouch, CPI - Description technique et suivi, intégration au paysage Cédric Motte, ing. - Description technique et suivi Guillaume Nachin, ing., M. Ing. - Dispersion atmosphérique, émissions de gaz à effet de serre (GES) Georges Côté, ing. - Dispersion atmosphérique, émissions de GES Brigitte Lavoie, géogr., B. Sc. - Intégration au paysage Éric Mailloux, techn. - Concepteur-dessinateur Sabryna Lépine, ing. - Étude hydrologique
----------------	--

Registre des révisions et émissions

N° DE RÉVISION	DATE	DESCRIPTION
00	16 octobre 2024	Émission de la version finale - Réponse à la 5 ^e série de questions

Propriété et confidentialité

« Ce document est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute utilisation du rapport doit prendre en considération l'objet et la portée du mandat en vertu duquel le rapport a été préparé ainsi que les limitations et conditions qui y sont spécifiées et l'état des connaissances scientifiques au moment de l'émission du rapport. Englobe Corp. ne fournit aucune garantie ni ne fait aucune représentation autre que celles expressément contenues dans le rapport.

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe Corp. et de son Client. Pour plus de certitude, l'utilisation d'extraits du rapport est strictement interdite sans l'autorisation écrite d'Englobe Corp. et de son Client, le rapport devant être lu et considéré dans sa forme intégrale.

Aucune information contenue dans ce rapport ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe Corp. et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du rapport.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants d'Englobe Corp. qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment évalués selon la procédure relative aux achats de notre système qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

Table des matières

1	Introduction	1
2	Questions et commentaires (cinquième série de questions)	3
2.1	Volet atmosphère	3

ANNEXE

Annexe A Annexe QC5-4 Étude de dispersion atmosphérique révisée (Annexe sous pli séparé)

Annexe B Annexe QC5-6 Chiffrier de calcul



1 Introduction

En février 2023, la Régie intermunicipale des déchets de la Lièvre (RIDL) a déposé une étude d'impact dans le cadre du projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique (LET) situé à Mont-Laurier. Le 30 septembre 2024, une cinquième série de questions et de commentaires sur l'étude d'impact sur l'environnement a été produite et transmise par la Direction de l'évaluation environnementale des projets terrestres du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) (réf. dossier : 3211-23-091). Le présent document vise à répondre à cette cinquième série de questions et de commentaires soulevés, lesquels sont repris intégralement dans les sections suivantes.



2 Questions et commentaires (cinquième série de questions)

2.1 Volet atmosphère

QC5-1 Le processus de tassement des matériaux CRD décrit à la réponse **QC4-1 a** tend à prendre un certain temps pour se réaliser. La modélisation de la dispersion atmosphérique doit représenter les conditions où les émissions sont maximales, et cette approche semble ainsi sous-estimer les émissions maximales de particules pour cette source.

Comme cette source est déjà incluse dans le projet autorisé, si le respect de l'article 197 du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (chapitre Q-2, r. 4.1) venait à être démontré, la seule réévaluation du taux de cette source n'aura pas d'impact sur la conclusion de l'étude de modélisation (recevabilité de l'étude). La donnée devra cependant être corrigée au plus tard pour l'analyse de l'acceptabilité environnementale du projet, et dès toute mise à jour de l'étude de dispersion d'ici là.

Réponse QC5-1 : Une source surfacique représentant la pile de matériaux CRD a été ajoutée au modèle de dispersion (voir version 6 à l'annexe QC5-1). Cette source est émettrice de particules (PST, PM_{2.5}) par l'érosion éolienne. Les taux d'émission sont calculés à partir des recommandations du MELCCFP dans son *Guide d'instructions. Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques* (https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/secteur_minier.pdf)

En l'absence de données spécifiques sur la teneur en silt des résidus de CRD, un taux de silt de 3.9% a été considéré, correspondant au matériau « Various limestone products » du tableau 13.2.4-1 de l'U.S. EPA – AP42. Cette approximation est adéquate pour cette application et tend à surévaluer la teneur en silt dans les matériaux entreposés, en particulier en raison du fait que la fraction fine va sédimenter par l'action de la pluie et du vent.

https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-10/documents/13.2.4_aggregate_handling_and_storage_piles.pdf

QC5-2 À la réponse **QC4-1 c**, la teneur de 50 % de méthane dans le biogaz est acceptable, mais les références et calculs permettant d'obtenir ce pourcentage auraient dues être présentés. Le MELCCFP souhaite donc les recevoir avant le début de la période d'information du public qui sera tenue par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE).

Réponse QC5-2 Voici quelques références qui indiquent que le taux de CH₄ dans le biogaz brut d'un LET est proche de 50% en conditions normales :

- GIEC. 2018. *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/5_Waste-1.pdf
“Landfill gas consists mainly of CH₄ and carbon dioxide (CO₂). The CH₄ fraction F is usually taken to be 0.5, but can vary between 0.4 and 0.6, depending on several factors including waste composition (e.g. carbohydrate and cellulose). The concentration of CH₄ in recovered landfill gas may be lower than the actual value because of potential dilution by air, so F values estimated in this way will not necessarily be representative.”
- Duan, Z. et al. 2021. *Trace gas emissions from municipal solid waste landfills: A review*. Waste Management, vol 119, 1 January 2021, pp 39-62
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X20305262>
“Raw landfill gas (LFG) or source gas, normally consisting of 50–60% methane and 40–50% carbon dioxide, is generated from the biodegradation of disposed organic matter inside the landfill.”
- U.S. EPA AP-42, section 2.4 “Final section – August 2024”
https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-08/c2s4_2024_final_0.pdf
“When gas generation reaches steady state conditions, LFG consists of approximately 40% by volume CO₂, 55% CH₄, 5% N₂ (and other gases), and trace amounts of NMOCs.”
- MELCCFP. 2002. *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre*
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/guide-quantification/guide-quantification-ges.pdf>

Tableau 25 : « F représente la fraction en volume de méthane dans le biogaz produit par la décomposition des matières résiduelles. Les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006) recommandent une valeur par défaut de 0,5. »

QC5-3 À la réponse **QC42 a**, l'argument que la terre excavée présente un aspect humide et collant, et ne serait donc pas émettrice de particules, devrait être supporté par plus de détails sur le traitement des piles de sol excavé (mort-terrain). D'après l'information disponible au dossier, le sol est de type silt sableux à un type sable silteux graveleux. L'initiateur doit en outre préciser comment il prévoit limiter l'assèchement de ces piles afin de maintenir ces conditions (humide

et collant) en tout temps, afin de pouvoir juger de l'acceptabilité du projet. Dans le cas contraire, cette source d'émission doit être considérée dans l'étude de dispersion atmosphérique.

Réponse QC5-3 La terre excavée sera immédiatement chargée dans des camions et servira de remblai pour l'aménagement de bermes et autres ouvrages nécessitant du matériel. Aucune mise en pile n'est prévue. Advenant que de l'entreposage à plus long terme soit nécessaire, des mesures de contrôle des poussières seront mise en place, tel que végétalisation, installation de toiles, etc.

QC5-4 En lien avec la réponse **QC4-2 b**, relativement aux émissions particulières associées aux moteurs à combustion diesel de la machinerie, le MELCCFP ne disposant pas des données concernant les caractéristiques de performances des équipements de la RIDL, l'initiateur doit fournir un exemple de calcul pour justifier les résultats obtenus.

Réponse QC5-4

Taux d'émission de particules fines (PM2.5) à la surface des chemins d'accès : 23,3 g/km (route non pavée, avec contrôle des émissions par arrosage – voir Annexe F du rapport d'étude de dispersion pour détails - joint à l'annexe QC5-4)

Taux d'émission de PM2.5 à l'échappement des camions de transport :

- Standard d'émission : 0.01 g/bhp.h (U.S. EPA « Heavy-Duty Highway Compression-Ignition Engines and Urban Buses: Exhaust Emission Standards »);
- Puissance : 380 bhp (Cummins ISL 8.9L);
- Facteur de charge : 22% (I.C. Runge : « Mining Economics and Strategy ». SME (1998), tableau 8.8);
- Vitesse : 30 km/h;
- Taux d'émission : $0.01 \text{ g/bhp.h} \times 380 \text{ bhp} \times 22\% / 30 \text{ km/h} = 0,0279 \text{ g/km}$.

Taux d'émission des chemins / taux d'émission à l'échappement = $23,3/0,0279 = 835 \approx 10^3$

Les émissions de particules fines à l'échappement sont inférieures de 3 ordres de grandeur aux émissions des surfaces de chemins. Les émissions de particules à l'échappement sont négligeables.

QC5-5 Relativement aux taux d'émission de 1,1,2,2-Tétrachloroéthane et de Bromodichlorométhane dans le biogaz, une mise à jour du chapitre 2.4 de l'AP-42 a été effectuée en août 2024 (<https://www.epa.gov/airemissions-factors-and-quantification/ap-42-fifth-edition-volume-i-chapter-2-solid-waste-0>) et le document DRAFT d'octobre 2008 (<https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch02/>), suggérant des taux plus faibles d'émission pour ces contaminants que dans le document de 1998, a été abandonné. Dans la version précédente du rapport de modélisation, des dépassements pour ces contaminants avaient été enregistrés en utilisant les taux de l'AP-42 suggérés dans le document produit en 1998. L'initiateur utilise désormais des taux d'émission pour ces contaminants enregistrés au lieu d'enfouissement technique (LET) de CEC Terrebonne (pas de dépassement). Comme il ne s'agit pas de mesures sur le site actuel, des analyses de contrôle devront être réalisées au LET de Mont-Laurier pour valider, voire corriger ces taux.

Réponse QC5-5 a) Un échantillonnage de ces paramètres sera réalisé. Il est proposé de prélever un échantillon ponctuel en volume suffisant à l'entrée de la torchère. Comme le biogaz collecté

à cet endroit est dilué par rapport au biogaz brut, une correction basée sur les concentrations de méthane sera appliquée pour fins d'interprétation. Les échantillons seront analysés par le laboratoire ALS Environmental.

Des analyses de contrôle devront également être effectuées pour les émissions de chlorure de vinyle, dont les taux d'émission sont plus élevés que dans la version précédente du rapport de modélisation. Dans le cas où les concentrations mesurées seraient supérieures à celles présentes dans la modélisation, une mise à jour de celle-ci devra être faite et des mesures d'atténuation devront être mises en place en cas de non-respect de l'article 197. L'initiateur doit réviser les données actuellement produites ou planifier des analyses de contrôle d'ici l'étape d'analyse de l'acceptabilité environnementale du projet.

Réponse QC5-5 b) Les taux d'émission n'ont pas été modifiés dans les dernières révisions de l'étude. Les résultats ont quelque peu changé, ceci peut s'expliquer par le fait que le prétraitement des données météo a été modifié à la suite de la DI4. Des changements dans les résultats pourraient aussi être observables dans la version de l'étude qui vient d'être produite à la suite de la DI5, encore une fois en raison de modifications dans le prétraitement de données météo.

QC5-6 À la réponse **QC4-6 b**, l'initiateur a fourni une copie de la feuille de calculs utilisée pour établir les caractéristiques de surface par secteur. Les routes y ont été associées à la classe « *Commercial/Industrial/Transport (Not an Airport)* », pour laquelle une longueur de rugosité de 0,7 m est fixée. Or elles sont normalement associées à la catégorie « *Bare Rock/Sand/Clay (Non-arid Region)* », dont la longueur de rugosité est beaucoup plus faible, de l'ordre de 0,05 m.

Réponse QC5-6 a) Les caractéristiques de surface ont été révisées conformément aux préconisations de QC5-6 et de la documentation de l'U.S. EPA pour les routes (10% Barren Land, 90% High Density Residential/Industrial/Commercial) et l'aéroport (90% Barren Land, 10% High Density Residential/Industrial/Commercial). Une copie révisée du chiffrier utilisé par Tetra Tech est jointe à l'annexe QC5-6.

De plus, pour estimer les longueurs de rugosité, l'initiateur a utilisé une méthode de calcul par centroïde, qui ne correspond pas à la méthode employée par le préprocesseur AERSURFACE de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (U.S. EPA). La méthode à utiliser est décrite à la section 2.4.1.1 du document « *User's Guide for AERSURFACE Tool* », joint par l'initiateur à l'annexe **QC4-6**. L'initiateur qui développe ses propres outils doit demeurer conforme aux méthodes prescrites par l'U.S. EPA et produire des résultats équivalents aux outils officiels.

Selon nos estimations, ces écarts méthodologiques engendreraient une surestimation de la longueur de rugosité, allant jusqu'à environ 25 % pour le secteur 2. Étant donné l'importance de la longueur de rugosité sur les résultats de calculs de dispersion, cette surestimation mènerait à une sous-estimation appréciable des concentrations maximales modélisées, pouvant atteindre plus de 20 % sur de courtes périodes.

Afin de permettre au MELCCFP de juger de l'acceptabilité environnementale du projet, l'initiateur doit corriger ses estimations de la longueur de rugosité, en utilisant le préprocesseur AERSURFACE ou un outil interne équivalent dont les caractéristiques devront être décrites, et mettre à jour les résultats de modélisation.

Réponse QC5-6 b) La méthode de calcul appliquée par Tetra Tech est adéquate et correspond à celle prescrite par l'U.S. EPA : « distance-weighted geometric mean ». Aucune correction n'est nécessaire.

À ce sujet, nous avons procédé à une vérification manuelle des calculs (équation U.S. EPA vs. chiffrier Tetra Tech) et les deux équations renvoient le même exact résultat pour la rugosité. Veuillez trouver dans le chiffrier fourni en annexe de la présente réponse, une page détaillant les calculs de la rugosité moyenne pour un secteur donné (Secteur 1 : 5° à 205° en hiver) en reprenant la nomenclature et la formule préconisée par l'U.S. EPA dans le guide d'AERSURFACE. La valeur ainsi obtenue arrive au résultat déterminé dans le chiffrier de Tetra Tech.

QC5-7 En réponse à la question **QC4-7 a**, la description bonifiée des opérations de compostage permet de constater que 7 andains de matières organiques et 1 andain de boues de fosses septiques, de 225 m² chacun, sont considérés dans la modélisation de façon constante tout au long de l'année. Alors que tester la pire situation de façon constante sur l'ensemble de l'année est convenable, les renseignements fournis ne permettent pas de confirmer que ce scénario représente bien le pire cas : les dimensions de l'andain de boues de fosses septiques semblent sous-estimées par comparaison avec le volume de 4 564 m³ traité annuellement (tableau « Émissions d'odeurs associées à la réception des boues de fosses septiques », annexe F), ainsi qu'à partir des images satellites disponibles (par exemple sur la carte « Localisation des sources d'émission » de l'annexe E). Puisque les émissions d'odeurs dépendent de la surface occupée par l'andain, l'initiateur doit justifier les dimensions de l'andain de compostage des boues de fosses septiques considérées dans son scénario de modélisation, et corriger le tout si nécessaire.

Réponse QC5-7 Les boues de fosses septiques brutes reçues au site totalisent un volume de 4 564 m³. Celles-ci sont pressées afin d'en augmenter la siccité avant d'être traitées par compostage. En portant la siccité de 3% à 30% environ (valeurs approximatives pour fins de discussion), le volume des boues est réduit de 4 564 m³ à 456 m³ environ, ce qui est cohérent avec la dimension de la pile dédiée sur la plateforme de compostage.

Par ailleurs à des fins d'optimisation du modèle nous avons vérifié les dimensions des andains. Ci-dessous une photo aérienne montrant les andains en place au site :

- Les andains de compost mature ne sont pas une source d'odeurs;
- Les andains de compost en traitement totalisent 882 m², ce qui est inférieur aux superficies modélisées (4 x 225 m² = 900 m²), le modèle est donc réaliste;
- L'andain de BFS mesure 700 m², la source correspondante dans le modèle de dispersion a été agrandie pour représenter cette dimension (CPST_BFS).

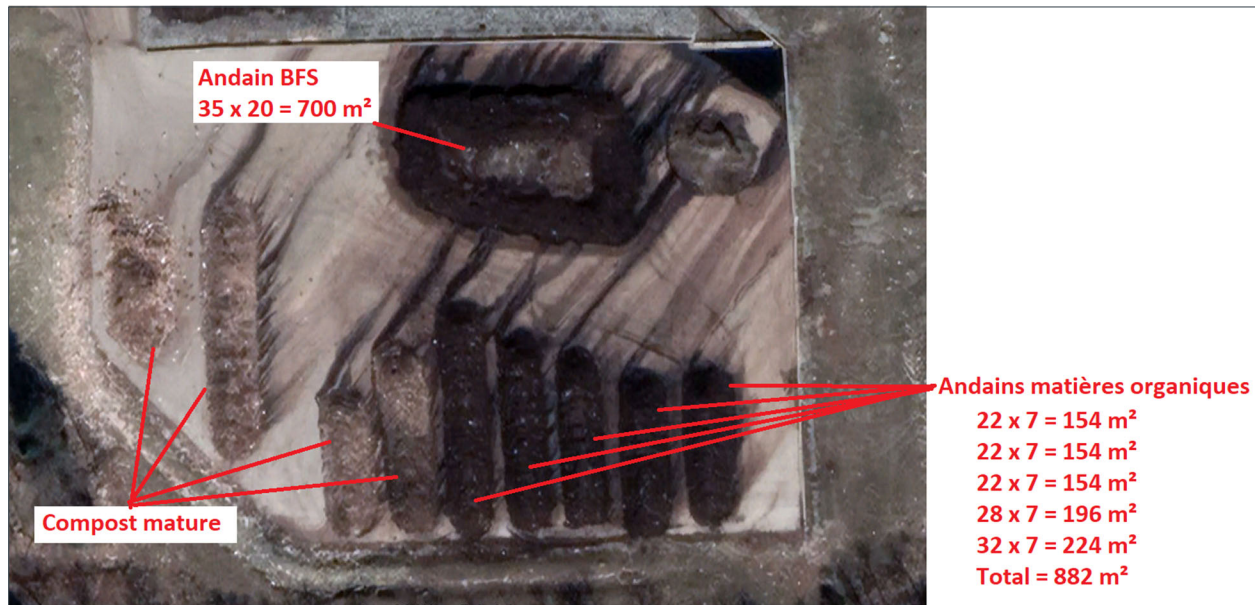


Figure QC5-7 – Estimation des surfaces d’andain de compostage présentes au site de la RIDL

QC5-8 Pour démontrer le respect de la norme prescrite pour le 1,1,2,2-tétrachloroéthane (CAS 79-34-5) et du critère pour le bromodichlorométhane (CAS 75-27-4), l’initiateur utilise pour ces contaminants des concentrations mesurées dans le biogaz du LET de Lachenaie. L’initiateur doit démontrer la validité de cette hypothèse à l’aide d’une caractérisation du biogaz généré sur son site. Ces données devront être fournies à l’étape de l’analyse environnementale du projet afin de déterminer l’acceptabilité environnementale du projet. L’initiateur doit s’engager à procéder à ces analyses.

Dans le cas où les concentrations mesurées dans le biogaz seraient supérieures aux concentrations utilisées pour démontrer le respect des valeurs limites, les mesures d’atténuation nécessaires devront être proposées afin de démontrer le respect des valeurs limites prescrites pour ces contaminants, et l’étude de dispersion atmosphérique devra être mise à jour.

Réponse QC5-8 Voir réponse à la question QC5-5.

Annexe A

Annexe QC5-4 Étude de

dispersion atmosphérique révisée

(Annexe sous pli séparé)

Annexe B

Annexe QC5-6 - Chiffrier de calcul

Outils de calcul des paramètres ALBEDO, BOWEN et SURFACE ROUGHNESS pour AERMET selon la révision EPA 2013/01/16

	Albedo	Bowen Ratios	Surface roughness
Open water			
Winter	0.1	0.1	0.001
Spring	0.1	0.1	0.001
Summer	0.1	0.1	0.001
Autumn	0.1	0.1	0.001
LOW intensity residential			
Winter	0.45	0.5	0.3
Spring	0.15	0.8	0.4
Summer	0.15	0.8	0.4
Autumn	0.15	1	0.3
HIGH intensity residential			
Winter	0.35	0.5	1
Spring	0.15	1.5	1
Summer	0.15	1.5	1
Autumn	0.15	1.5	1
Commercial/Industrial/Transport (Not an Airport)			
Winter	0.15	0.5	0.7
Spring	0.15	1.5	0.7
Summer	0.15	1.5	0.7
Autumn	0.15	1.5	0.7
Commercial/Industrial/Transport (Airport)			
Winter	0.15	0.5	0.07
Spring	0.15	1.5	0.07
Summer	0.15	1.5	0.07
Autumn	0.15	1.5	0.07
Deciduous forest			
Winter	0.15	0.5	0.5
Spring	0.15	0.7	1
Summer	0.15	0.3	1.3
Autumn	0.15	1	0.6
Evergreen forest			
Winter	0.35	0.5	1.3
Spring	0.12	0.7	1.3
Summer	0.12	0.3	1.3
Autumn	0.12	0.8	1.3
Mixed forest			
Winter	0.42	0.5	0.8
Spring	0.14	0.7	1.1
Summer	0.14	0.3	1.3
Autumn	0.14	0.9	0.9
Agriculture (Small Grains)			
Winter	0.6	0.5	0.01
Spring	0.4	1.5	0.01
Summer	0.2	0.5	0.15
Autumn	0.18	0.7	0.02
Fallow			
Winter	0.6	0.5	0.01
Spring	0.4	0.3	0.03
Summer	0.2	0.5	0.15
Autumn	0.18	0.7	0.02
Shrubland (Non-arid Region)			
Winter	0.5	0.5	0.15
Spring	0.18	1	0.3
Summer	0.18	1.5	0.3
Autumn	0.18	1.5	0.3
Class 11 Transportation / Barren Land (Non-Grass/Clay (Non-arid Region))			
Winter	0.6	0.5	0.01
Spring	0.2	1.5	0.05
Summer	0.2	1.5	0.05
Autumn	0.2	1.5	0.05
Class 22 High Density Residential (Commercial/Industrial)			
Winter	0.35	0.5	1
Spring	0.15	1.5	1
Summer	0.15	1.5	1
Autumn	0.15	1.5	1

Note : Les aéroports sont représentés par 90% Transportation/10% Commercial/Industrial
Les routes sont représentées par 90% Commercial/Industrial / 10% Transportation
U.S. EPA User's Guide for AERSCREEN Tool, 2020

Type de terrain	Taux d'utilisation (%)
Open water	7.8%
LOW intensity residential	2.1%
HIGH intensity residential	19.2%
Commercial/Industrial/Transport (Not an Airport)	13.5%
Deciduous forest	45.1%
Evergreen forest	10.9%
Mixed forest	1.5%
Agriculture (Small Grains)	0.5%
Fallow	0.4%
Shrubland (Non-arid Region)	0.4%
Transportation / Barren Land	0.4%
High Density Residential/Commercial/Industrial	0.4%

Four Albedo et Bowen seulement
Répartition sur tout le périmètre de 10m x 10m centré autour du site
Total = 100%

Type de terrain	Surface (m²)	Taux d'utilisation (%)
Open water	7 875 550	7.8%
LOW intensity residential	2 107 450	2.1%
HIGH intensity residential	19 205 149	19.2%
Commercial/Industrial/Transport (Not an Airport)	11 513 101	11.5%
Deciduous forest	46 092 400	46.1%
Evergreen forest	10 875 800	10.9%
Mixed forest	1 468 130	1.5%
Agriculture (Small Grains)	457 258	0.5%
Fallow	391 148	0.4%
Shrubland (Non-arid Region)	400 000 000	0.4%
Transportation / Barren Land	400 000 000	0.4%
High Density Residential/Commercial/Industrial	400 000 000	0.4%
Total des surfaces agricoles	100 000 000	100.00%
Total des surfaces non agricoles	100 000 000	100.00%



Références

Echelle de la carte 1 km x 1 km = 1:1000 (mètre / km)

	Albedo	Bowen Ratios	Surface roughness
Plage de degrés			
Winter	0.434	0.440	0.516
Spring	0.145	0.335	0.276
Summer	0.145	0.335	0.274
Autumn	0.147	0.732	0.567

0.56 1 743 329 m² / px

Type de terrain	Taux d'utilisation (%)	Distance du centre (pixels)	Distance du centre (m)	Weighting (Taux/Dist)	Sz * Wt (Winter)	Sz * Wt (Spring)	Sz * Wt (Summer)	Sz * Wt (Autumn)
Open water	0.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Open water	0.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LOW intensity residential	2.1%	431	0.431	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004
LOW intensity residential	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
HIGH intensity residential	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
HIGH intensity residential	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial/Industrial/Transport (Not an Airport)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial/Industrial/Transport (Not an Airport)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial/Industrial/Transport (Airport)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial/Industrial/Transport (Airport)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Deciduous forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Deciduous forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Evergreen forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Evergreen forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mixed forest	0.3%	500	0.500	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001
Mixed forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Agriculture (Small Grains)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Agriculture (Small Grains)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fallow	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fallow	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Shrubland (Non-arid Region)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Shrubland (Non-arid Region)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Transportation (Barren Land) 1	0.1%	350	0.350	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Transportation (Barren Land) 1	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
High Density Residential/Commercial/Industrial 1	0.0%	350	0.350	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
High Density Residential/Commercial/Industrial 1	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
High Density Residential/Commercial/Industrial 2	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
High Density Residential/Commercial/Industrial 2	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	100%	2,842	2,842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

← Pour Surface Roughness seulement, Répartition sur le premier kilomètre du rayon autour du site pour cette plage de degrés seulement

	Moyenne de 2	Somme Wt
Winter	0.247	2.114
Spring	0.185	2.114
Summer	0.753	2.114
Autumn	0.425	2.114

	Albedo	Bowen Ratios	Surface roughness
Plage de degrés			
Winter	0.424	0.440	0.111
Spring	0.145	0.335	0.249
Summer	0.145	0.335	0.256
Autumn	0.147	0.732	0.228

0.26 881 391 m² / px

Type de terrain	Taux d'utilisation (%)	Distance du centre (pixels)	Distance du centre (m)	Weighting (Taux/Dist)	Sz * Wt (Winter)	Sz * Wt (Spring)	Sz * Wt (Summer)	Sz * Wt (Autumn)
Open water	0.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Open water	0.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LOW intensity residential	1.8%	770	0.770	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003
LOW intensity residential	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
HIGH intensity residential	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
HIGH intensity residential	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial/Industrial/Transport (Not an Airport)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial/Industrial/Transport (Not an Airport)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial/Industrial/Transport (Airport)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial/Industrial/Transport (Airport)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Deciduous forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Deciduous forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Evergreen forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Evergreen forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mixed forest	23.3%	400	0.400	0.006	0.001	0.001	0.001	0.001
Mixed forest	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Agriculture (Small Grains)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Agriculture (Small Grains)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fallow	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fallow	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Shrubland (Non-arid Region)	13.5%	780	0.780	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008
Shrubland (Non-arid Region)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Transportation (Barren Land) 1	0.3%	640	0.640	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Transportation (Barren Land) 1	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
High Density Residential/Commercial/Industrial 1	0.3%	390	0.390	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
High Density Residential/Commercial/Industrial 1	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
High Density Residential/Commercial/Industrial 2	0.0%	390	0.390	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
High Density Residential/Commercial/Industrial 2	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	100%	2,822	2,822	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

← Pour Surface Roughness seulement, Répartition sur le premier kilomètre du rayon autour du site pour cette plage de degrés seulement

	Moyenne de 2	Somme Wt
Winter	0.089	1.821
Spring	0.089	1.821
Summer	0.090	1.821
Autumn	0.058	1.821

	Albedo	Bowen Ratios	Surface roughness
Plage de degrés			
Winter	0.424	0.440	0.069
Spring	0.145	0.335	0.128
Summer	0.145	0.335	0.131
Autumn	0.147	0.732	0.140

0.16 514 872 m² / px

Type de terrain	Taux d'utilisation (%)	Distance du centre (pixels)	Distance du centre (m)	Weighting (Taux/Dist)	Sz * Wt (Winter)	Sz * Wt (Spring)	Sz * Wt (Summer)	Sz * Wt (Aut
-----------------	------------------------	-----------------------------	------------------------	-----------------------	------------------	------------------	------------------	--------------

U.S. EPA. 2020. *User's Guide for AERSURFACE Tool*
 Section 2.4.1.1 ZORAD - Default Method for Determining Roughness Length

$$\bar{Z}_0 = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^p} * \ln(Z_{0i})\right)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}}\right) \quad /$$

where: n is the total number of grid cells over which the geometric mean is computed, i is one of n grid cells, d is the distance between the center of the grid cell and the meteorological tower, p is 1, and Z_0 is the surface roughness length for individual grid cell i .

Validation manuelle du calcul de rugosité de surface
 Secteur 1 (5° à 205°) - hiver

Paramètre	Type d'usage					Valeur pondérée
	LOW intensity residential	Mixed forest	Shrubland (Non-arid Region)	Transportation (Barren Land) 1	High Density Residential/Commercial/Industrial 1	
i	1	2	3	4	5	
n	5	5	5	5	5	
d (km)	0.433	0.550	0.260	0.350	0.350	
p	1	1	1	1	1	
Z_0 (m)	0.3	0.8	0.15	0.01	1	
fraction surface	2.2%	83.3%	13.5%	0.1%	0.9%	
A $1/d^p * \ln(Z_0)$	-2.78	-0.41	-7.30	-13.16	0.00	
B $1/d^p$	2.31	1.82	3.85	2.86	2.86	
A x fraction	-0.061	-0.338	-0.985	-0.014	0.000	-1.40
B x fraction	0.051	1.514	0.519	0.003	0.027	2.11
	-1.204	-0.223	-1.897	-4.605	0.000	-0.66
Z_0 (m)	0.3	0.8	0.15	0.01	1	0.516

Selon calculateur (feuille "Calculs") : **0.516**
 Écart relatif : **0.00%**