

**ANNEXE A**  
**PROTOCOLE DE MODÉLISATION**

## TABLE DES MATIÈRES

<b><u>SECTION</u></b>	<b><u>PAGE</u></b>
1 INTRODUCTION.....	1-1
2 DESCRIPTION DU PROJET .....	2-1
2.1 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DES INSTALLATIONS DE GNL .....	2-4
3 DONNÉES GÉOPHYSIQUES, MÉTÉOROLOGIQUES ET SUR L'AIR AMBIANT .....	3-6
3.1 DOMAINES DE MODÉLISATION ET TERRAIN.....	3-6
3.2 UTILISATION DES TERRES .....	3-8
3.3 BASE DE DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES .....	3-12
3.4 DONNÉES DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR.....	3-14
3.5 QUALITÉ DE RÉFÉRENCE DE L'AIR .....	3-16
4 MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR .....	4-1
4.1 CHOIX DU MODÈLE .....	4-1
4.1.1 Principales caractéristiques du CALMET .....	4-2
4.1.2 Principales caractéristiques du CALPUFF.....	4-3
4.2 CONFIGURATION DU DOMAINE DE MODÉLISATION .....	4-5
4.3 MODÉLISATION MÉTÉOROLOGIQUE.....	4-5
4.3.1 Champ hypothétique initial.....	4-5
4.3.2 Champ de l'étape 1 : Effets du terrain .....	4-5
4.3.3 Champ de l'étape 2 : Analyse objective .....	4-6
4.4 DOMAINE DE MODÉLISATION NUMÉRIQUE DU CALPUFF .....	4-6
4.5 MODÉLISATION DE LA DISPERSION AVEC LE CALPUFF .....	4-6
4.6 CALCULS DES AÉROSOLS SECONDAIRES .....	4-7
4.7 CALCULS DES RETOMBÉES .....	4-7
4.8 CALCULS DE L'OZONE.....	4-7
5 PRODUITS DE LA MODÉLISATION .....	5-1
6 CONCLUSION .....	6-1
7 RÉFÉRENCES.....	7-1

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1-1 Liste des sources d'émissions potentielles pendant l'exploitation des installations de GNL.....	2-4
Tableau 2.1-2 Liste des sources d'émissions potentielles pendant la construction des installations de GNL.....	2-5
Tableau 3.2-1 Utilisation des terres et système de classification de la couverture terrestre du service géologique des États-Unis (USGS).....	3-9
Tableau 3.2-2 Catégories d'utilisations des terres par défaut du CALMET et paramètres géophysiques qui y sont associés .....	3-10
Tableau 3.3-1 Sources de données météorologiques et paramètres disponibles.....	3-12
Tableau 3.3-2 Stations d'observation de surface effectuant des relevés horaires .....	3-13

---

Tableau 3.3-3	Station de la haute atmosphère.....	3-13
Tableau 3.3-4	Stations pluviométriques.....	3-14
Tableau 3.4-1	Stations canadiennes du RNSPA.....	3-14
Table 3.4-2	Stations du MENV.....	3-16
Tableau 3.5-1	Liste des valeurs de substitution des émissions pour le Projet Énergie Cacouna.....	3-18
Tableau 4.1-1	Principales caractéristiques du modèle météorologique CALMET .....	4-2
Tableau 4.2-1	Principales caractéristiques du modèle CALPUFF.....	4-3
Tableau 5-1	Modèle de format de tableau résumant les concentrations ambiantes .....	5-1

### LISTE DES FIGURES

Figure 2-1	Emplacement du Projet Énergie Cacouna .....	2-2
Figure 2-2	Diagramme de procédé simplifié des installations de GNL.....	2-3
Figure 3.1-1	Domaines de modélisation numérique des données météorologiques et sur la qualité de l'air .....	3-7
Figure 3.2-1	Données relatives à l'utilisation des terres autour du Projet Énergie Cacouna.....	3-11
Figure 3.4-1	Emplacement des stations météorologiques et de surveillance de l'air ambiant .....	3-15

### LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALPUFF
Annexe B	Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALMET

# 1 INTRODUCTION

En partenariat avec Petro-Canada, TransCanada Pipelines a proposé la construction d'un terminal de gaz naturel liquéfié au port de Gros Cacouna, dans la province de Québec. L'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) du projet est en cours. L'ÉIE devra satisfaire à diverses exigences réglementaires fédérales, provinciales et municipales.

Le présent document vise à fournir un protocole d'évaluation des émissions dans l'atmosphère résultant de la construction et de l'exploitation du Projet Énergie Cacouna. Les émissions dans l'atmosphère comprendront notamment des particules (aussi bien  $PM_{10}$  que  $PM_{2,5}$ ), des oxydes d'azote ( $NO_x$ ), de l'anhydride sulfureux ( $SO_2$ ), du monoxyde de carbone (CO) et des composés organiques volatils (COV). Pour déterminer les impacts potentiels des émissions de ces composés, on aura recours à une modélisation numérique de la dispersion.

L'analyse de modélisation évaluera les impacts sur la qualité de l'air et par voie de retombées dans la zone d'étude attribuables au projet, ainsi qu'à d'autres sources locales d'émissions. On ajoutera l'impact du Projet Énergie Cacouna aux niveaux d'émissions préexistants provenant de sources régionales existantes (niveaux de référence). Bien que la modélisation proposée permettra de calculer les concentrations ambiantes et les taux de déposition dans une région plus limitée autour du Projet Énergie Cacouna, les données météorologiques seront déterminées sur un domaine de 75 km sur 75.

Pour évaluer convenablement les impacts sur la qualité de l'air, on doit avoir recours à une approche de modélisation à l'état non stationnaire permettant d'évaluer les effets des variations spatiales dans les caractéristiques météorologiques et de surface (c.-à-d., dans la vallée du fleuve Saint-Laurent). Il est proposé d'utiliser les modèles à l'état non stationnaire CALMET et CALPUFF (Scire et al., 2000a,b) pour l'analyse de modélisation. Le ministère de l'Environnement (MENV) a approuvé l'application du CALPUFF pour la modélisation des émissions et à l'évaluation des impacts (Leduc, 1998). L'Environmental Protection Agency des États-Unis (U.S. EPA) a proposé l'utilisation du système de modélisation CALPUFF comme modèle de référence pour les évaluations d'impacts de classe I et autres applications de transport à grande distance des polluants ou, en fonction de chaque cas, pour les applications en champ proche comportant des courants complexes (U.S. EPA 2000).

Le présent document décrit les techniques et sources de données à utiliser dans les analyses de modélisation de la qualité de l'air. La section 2 renferme une description générale de l'inventaire des émissions et de leurs sources. La

section 3 fournit une description du domaine de modélisation et des bases de données (météorologiques, géophysiques et aérométriques) proposés pour l'analyse. La section 4 présente un aperçu des modèles CALMET et CALPUFF, en plus d'une discussion de l'importance d'évaluer les effets à l'état non stationnaire. La section 5 décrit les produits de l'analyse de modélisation.

---

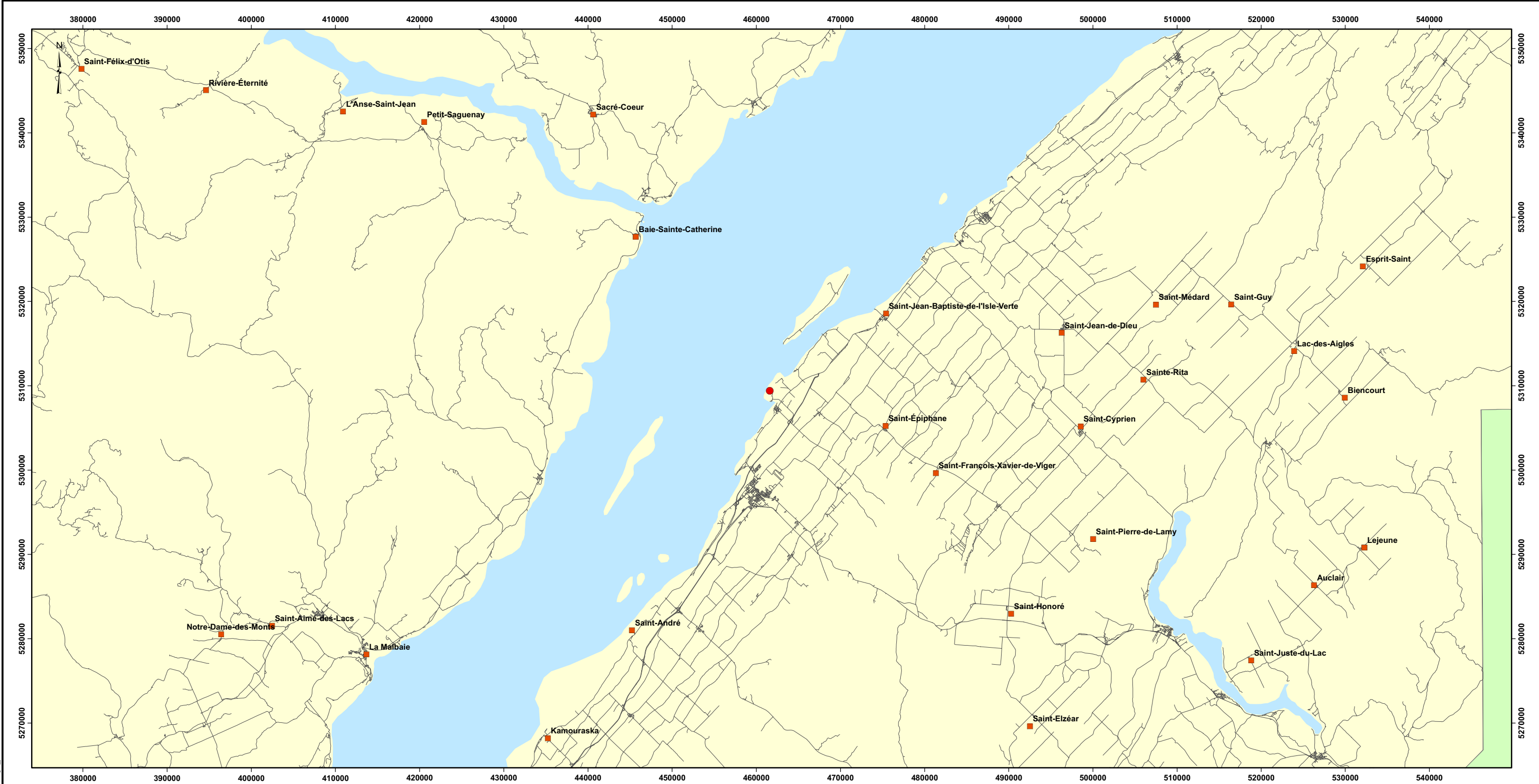
## 2 DESCRIPTION DU PROJET

TransCanada Pipelines Limited et Petro-Canada proposent conjointement de développer et de construire le terminal d'importation de gaz naturel liquéfié (GNL) d'Énergie Cacouna à Gros Cacouna (Québec). Les installations de GNL comprennent des réservoirs de stockage, de l'équipement de pompage et de vaporisation, des bureaux et des bâtiments d'entretien et de sécurité. Un poste d'amarrage destiné à accueillir et décharger les méthaniers contenant le GNL s'avancera sur une distance approximative de 350 m dans le fleuve Saint-Laurent au site du terminal. Les installations de GNL d'Énergie Cacouna seront situées sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, au Port de Gros Cacouna (figure 2-1).

Sous réserve de confirmation suivant les études techniques détaillées, la planification actuelle du Projet Énergie Cacouna comporte les éléments suivants :

- un terminal d'arrivée comprenant un poste d'amarrage avec bras de déchargement articulés et de ducs d'albe d'amarrage au quai et à distance du quai, s'avancent sur une distance approximative de 350 m dans le fleuve Saint-Laurent depuis la rive;
- deux réservoirs de stockage de GNL d'une capacité approximative de 160 000 m<sup>3</sup> chacun, soit une capacité totale d'environ 320 000 m<sup>3</sup>;
- des installations de départ constituées de pompes de GNL, d'unités de vaporisation destinées à réchauffer et transformer le GNL en phase gazeuse, de même que les canalisations et l'équipement connexe capables d'expédier une quantité moyenne annuelle de 500 mmcf/d (14,2 Mm<sup>3</sup>/j) de gaz naturel, ce qui est suffisant pour chauffer environ 2 millions de maisons types pendant une année complète;
- les bâtiments, routes et aires de stationnement du terminal.

La figure 2-2 présente un diagramme de procédé simplifié des installations.

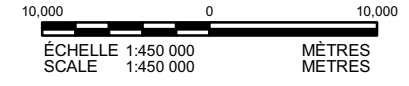


**LÉGENDE/LEGEND**

- Emplacement du site
- Municipalité
- Communauté
- Routes
- Eau
- Province de Québec
- Province du Nouveau-Brunswick

**RÉFÉRENCE/REFERENCE**

Référence/Datum: NAD 83 Projection: UTM Zone 19



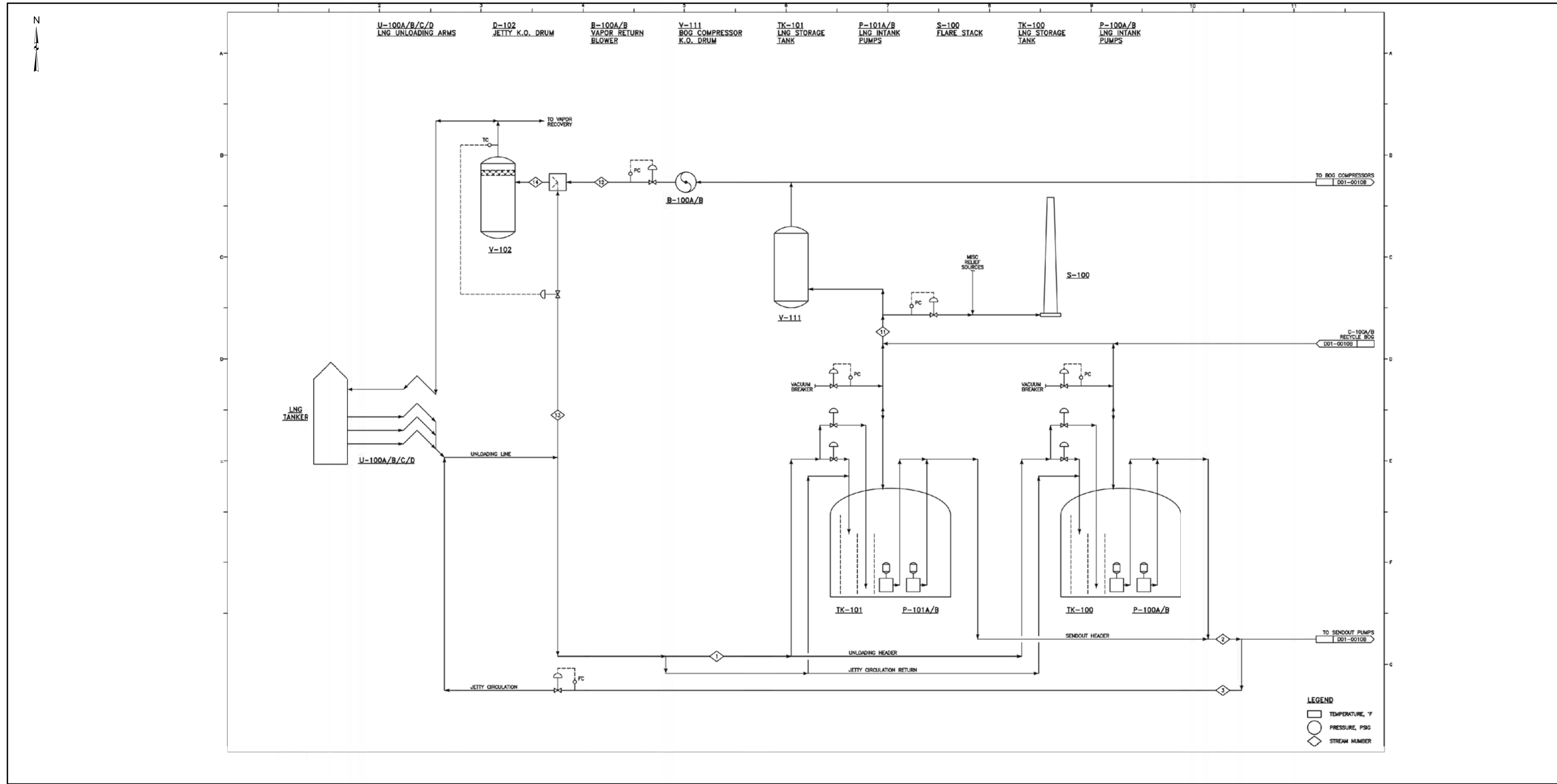
PROJET/PROJECT  
 PROJET LNG/LNG PROJECT

TITRE/TITLE  
**EMPLACEMENT DU PROJET ÉNERGIE CACOUNA**

	PROJET/PROJECT No. 04-1222-3071-7000		ÉCHELLE TELLE QU'ILLUSTREE / SCALE AS SHOWN	REV. 0
	PROJETÉ PAR / DESIGN	A.B.	30 nov. 2005	<b>FIGURE 2-1</b>
	GIS	V.G.	30 nov. 2005	
	VÉRIFIÉ PAR / CHECK	AC	4 jul. 2005	
APPROUVÉ PAR / REVIEW	KF	4 jul. 2005		

G:\Projects\2004\04-1222-3071\MXD\Air\_7000\French\_Sep1205\Fig2\_1.mxd

G:\Projects\2004\04-1222-3071\MXD\Air\_7000\French\_Sep1205\Fig2\_2.mxd



**LÉGENDE/LEGEND**

**RÉFÉRENCE/REFERENCE**

Référence/Datum: NAD 83 Projection: UTM Zone 19

PROJET/PROJECT		PROJET LNG/LNG PROJECT	
TITRE/TITLE		<b>SCHÉMA DE TRAITEMENT SIMPLIFIÉ DES INSTALLATIONS DE GNL</b>	
	PROJET/PROJECT No. 04-1222-3071-7000	ECHELLE TITRE ILLUSTRÉE SCALE AS SHOWN	REV. 0
	PROJETÉ PAR DESIGN	A.B. 30 nov. 2005	<b>FIGURE 2-2</b>
	VERIFIÉ PAR CHECK	V.G. 30 nov. 2005	
	APPROUVÉ PAR REVIEW	AC 4 juil. 2005	



## 2.1 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DES INSTALLATIONS DE GNL

On s'attend à ce que les installations de GNL de Cacouna produisent des émissions atmosphériques pendant les phases de la construction et de l'exploitation. En cours d'exploitation des installations, diverses activités entraîneront des émissions dans le bassin atmosphérique. Ces émissions peuvent se produire tant dans des conditions normales qu'en situation d'urgence. Le tableau 2.1-1 présente la liste initiale des équipements et les émissions prévues.

La construction des installations de GNL produira des émissions attribuables à diverses opérations de terrassement, dont l'utilisation de bulldozers, de niveleuses, de camions de transport, de pelles rétrocaveuses, ainsi qu'au dynamitage, au forage et à la préparation des matériaux. Il est prévu qu'une usine temporaire de production de béton sera en service sur le site pendant la phase de construction du projet. Le tableau 2.1-2 présente la liste des activités qui se dérouleront pendant la phase de construction.

Pendant l'exploitation et la construction, les émissions atmosphériques seront calculées à l'aide des spécifications des fabricants ou encore des coefficients d'émissions publiés par le U.S. EPA (1995).

**Tableau 2.1-1 Liste des sources d'émissions potentielles pendant l'exploitation des installations de GNL**

Exploitation	Type d'équipement ou d'activité	Description	Émissions
Normale	Quatre vaporisateurs par combustion submergée pour la gazéification du GNL	Apport thermique ~75 MMBTU/h/unité	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Normale	Réchauffeurs de gaz naturel pour le chauffage ambiant	Apport thermique 20 MMBTU/h	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Normale	Pertes de stockage et de manutention	Pertes par les brides et pertes de chargement	Gaz naturel
Normale	Deux réservoirs de stockage de GNL	160 000 m <sup>3</sup> Rétention totale avec toit en béton	Négligeable
Normale	Véhicules du personnel	50 véhicules	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Normale	Méthaniers à quai	Un navire tous les quatre à sept jours	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Urgence	Génératrice de secours au diesel	1 000 kW	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Urgence	Pompe d'incendie au diesel	400 kW	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Urgence	Évent		NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42

**Tableau 2.1-2 Liste des sources d'émissions potentielles pendant la construction des installations de GNL**

Exploitation	Type d'équipement ou d'activité	Description	Émissions
Normale	Bulldozers, grues, pelles rétrocaveuses et niveleuses, compacteurs	A.D.	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Normale	Usine à béton	A.D.	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Normale	Tas de granulats	A.D.	MP
Normale	Forage et dynamitage	A.D.	MP
Normale	Véhicules de transport	A.D.	NO <sub>x</sub> , CO, COV, SO <sub>2</sub> , particules et autres selon AP-42
Normale	Livraison par transporteur maritime	A.D.	

A.D. – À déterminer.

Trois scénarios d'émissions seront modélisés, soit la construction, l'exploitation et les conditions exceptionnelles. Dans l'analyse, on utilisera des paramètres sources additionnels, notamment la configuration des bâtiments et les caractéristiques des cheminées et événements (diamètre, hauteur, température et vitesse d'évacuation). On s'attend à ce que les installations fonctionnent 24 heures par jour, sept jours sur sept.

Comme beaucoup de cheminées sont courtes et assez proches des bâtiments ou d'autres structures, il y aura des effets de rabattement du panache sur les bâtiments. Lorsque le vent souffle sur de grands bâtiments et structures, il se forme des sillages sur le côté de la structure. Si les émissions sont rejetées dans la zone des sillages, le panache risque d'être « pris » dans cette zone et de retomber au sol près du bâtiment. Cela peut entraîner des concentrations élevées au sol. Une analyse intégrale du rabattement sur les bâtiments sera effectuée afin de calculer, en fonction de la direction des vents, les dimensions efficaces des bâtiments qui seront utilisées dans l'analyse de modélisation. On se servira du Building Profile Input Program (BPIP) (U.S. EPA 1993) dans l'analyse des bâtiments.

### **3 DONNÉES GÉOPHYSIQUES, MÉTÉOROLOGIQUES ET SUR L'AIR AMBIANT**

Le système de modélisation à l'état non stationnaire CALPUFF/CALMET servira à calculer les concentrations ambiantes et les modèles de retombées des polluants dans la zone entourant le Projet Énergie Cacouna. Il est proposé d'utiliser un domaine de modélisation numérique à grilles emboîtées (« nested computational domain ») pour évaluer les impacts sur la qualité de l'air associés au Projet Énergie Cacouna. Les coordonnées de modélisation proposées seront basées sur le système de coordonnées de projection transversale universelle de Mercator (UTM), qui suppose un système à « plan uni ».

#### **3.1 DOMAINES DE MODÉLISATION ET TERRAIN**

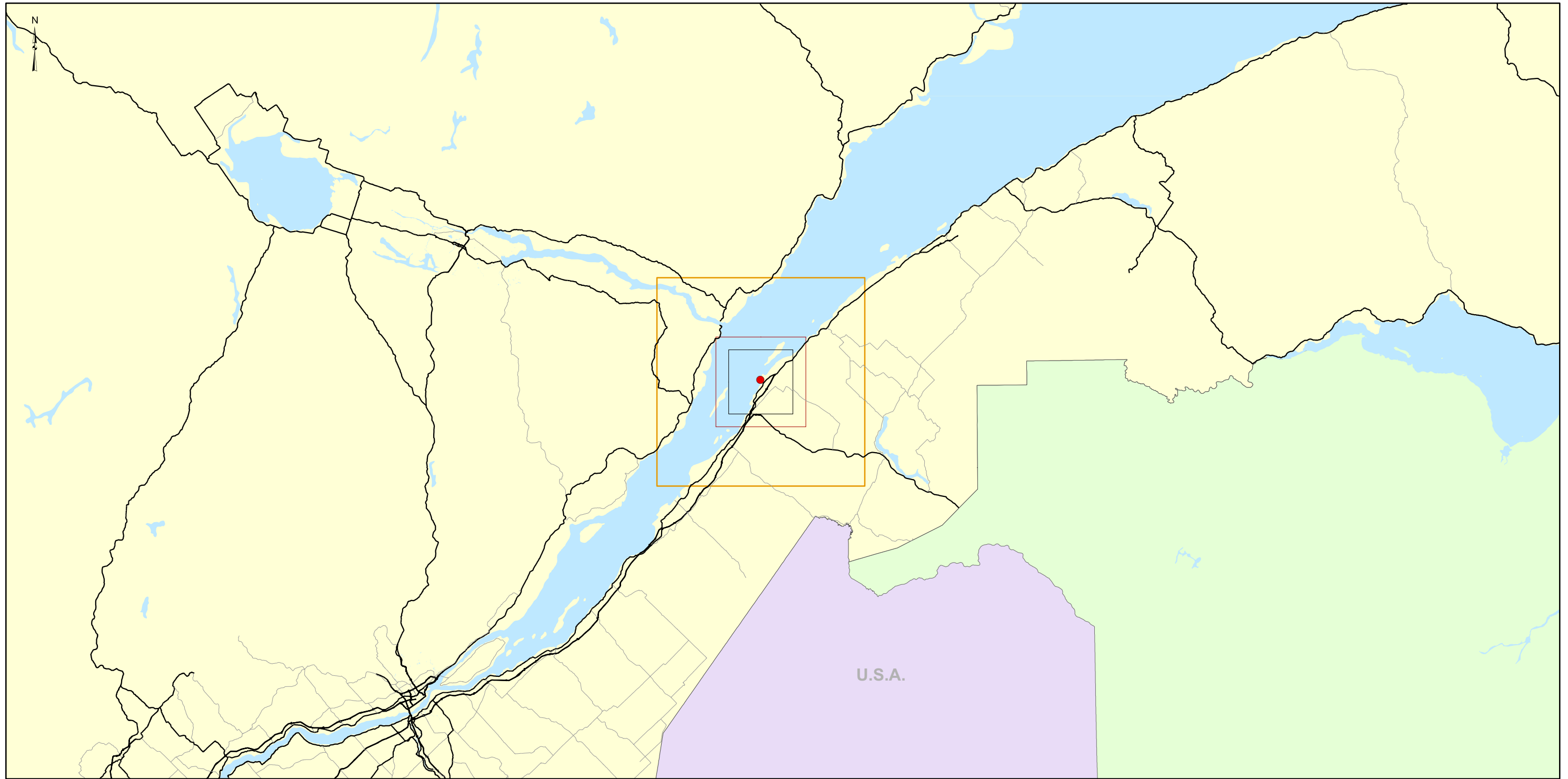
Le domaine de modélisation météorologique proposé couvre une superficie de 75 km sur 75 (voir la figure 3.1-1). Cela devrait suffire à reproduire les effets des caractéristiques topographiques de la vallée du Saint-Laurent qui ont une incidence sur le vent, les modèles de précipitations et autres variables météorologiques.

Les altitudes des terrains quadrillés pour le domaine de modélisation météorologique proposé sont tirées de modèles altimétriques numériques (MAN) à 3 arcs-secondes produits par le service géologique des États-Unis (United States Geological Survey ou USGS). Les données sont fournies dans des dossiers couvrant des blocs de latitude et longitude de 1 degré sur 1.

Les données MAN à 1 degré comprennent un ensemble de 1 201 altitudes sur 1 201 référencées sur le système de coordonnées géographiques (latitude/longitude) du Système Géodésique Mondial 1972. Les altitudes sont indiquées en mètres par rapport au niveau moyen de la mer et l'espacement des altitudes le long de chacun des profils est de 3 arcs-secondes. Cela correspond à un espacement de 90 m environ.

Pour résoudre les variations d'altitude du terrain dans la région, il est proposé d'utiliser une résolution de 1 km à l'horizontale. On fait la moyenne des consignations d'altitude de l'USGS dans chaque cellule de quadrillage du domaine de modélisation numérique de façon à obtenir une altitude moyenne à chaque point du quadrillage. Avec une résolution de 1 km, on obtient un nombre raisonnable de cellules (75 x 75) et une bonne représentation des caractéristiques importantes de terrain.

G:\Projects\2004\04-1222-3071\MXD\Air\_7000\French\_Sept1205\Fig\_3\_1\_1.mxd

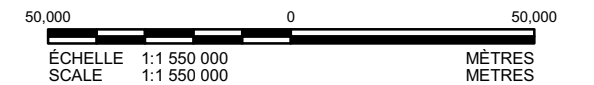


**LÉGENDE/LEGEND**

- Emplacement du site
- Domaine récepteur (25 km)
- Domaine de modélisation météorologique (75 km)
- Domaine de modélisation de la qualité de l'air (35 km)

**RÉFÉRENCE/REFERENCE**

Référence/Datum: NAD 83 Projection: UTM Zone 19



PROJET/PROJECT		 PROJET LNG/LNG PROJECT	
TITRE/TITLE			
<b>DOMAINES DE MODÉLISATION NUMÉRIQUE MÉTÉOROLOGIQUE ET DE LA QUALITÉ DE L'AIR</b>			
	PROJET/PROJECT No. 04-1222-3071-7000		ECHELLE TELLE QU'ILLUSTRE SCALE AS SHOWN
	PROJETÉ PAR DESIGN	A.B. 30 nov. 2005	REV. 0
	GIS	V.G. 30 nov. 2005	
	VERIFIÉ PAR CHECK	AC 04 Jul. 2005	
APPROUVÉ PAR REVIEW	KF 04 Jul. 2005		
			<b>FIGURE 3.1-1</b>

Il est proposé d'utiliser un domaine de modélisation de la qualité de l'air de 30 km sur 30 avec une résolution de grille de 1 km. Cette grille sera centrée à la fois sur les installations de GNL et le domaine de modélisation météorologique. Le domaine de modélisation de la qualité de l'air (figure 3.1-1) est suffisamment grand pour refléter l'impact des émissions des installations de GNL.

Le domaine récepteur (c.-à-d. d'échantillonnage) aura une superficie de 20 km sur 20, avec une résolution de 1 km. Cela comprend un domaine tampon de 5 km de tous les côtés pour tenir compte des bouffées de gaz entrant dans le domaine récepteur et en sortant. Le domaine récepteur sera centré sur les installations de GNL. C'est dans ce domaine que sera effectuée l'évaluation des impacts sur la qualité de l'air. Des récepteurs distincts seront également installés dans des endroits considérés comme sensibles (c.-à-d., des zones peuplées ou une végétation potentiellement sensible).

## 3.2 UTILISATION DES TERRES

On s'est servi des données sur l'utilisation des terres de l'USGS autour du Projet Énergie Cacouna pour obtenir un quadrillage des principales catégories d'utilisations. Les données sur l'utilisation des terres ont été fournies en format « Composite Theme Grid » (CTG) par le site de transfert de l'USGS avec une résolution de 1 km.

Les données sur l'utilisation des terres serviront à produire un quadrillage d'une résolution de 1 km représentant les catégories d'utilisations. Les 37 catégories d'utilisations des terres de l'USGS seront regroupées de manière à correspondre aux 14 catégories établies par le CALMET. Les propriétés de la surface, comme l'albédo ou réflectance, le ratio de Bowen, le paramètre de rugosité et l'indice de surface foliaire seront calculées proportionnellement à l'utilisation des terres exprimée en fraction. Les catégories d'utilisations des terres de l'USGS sont décrites au tableau 3.2-1. Quant au tableau 3.2-2, il présente les 14 catégories du CALMET et les paramètres géophysiques qui y sont associés. La figure 3.2-1 présente les principales catégories d'utilisations des terres pour chaque cellule du quadrillage du CALMET dans le domaine de modélisation.

**Tableau 3.2-1 Utilisation des terres et système de classification de la couverture terrestre du service géologique des États-Unis (USGS)**

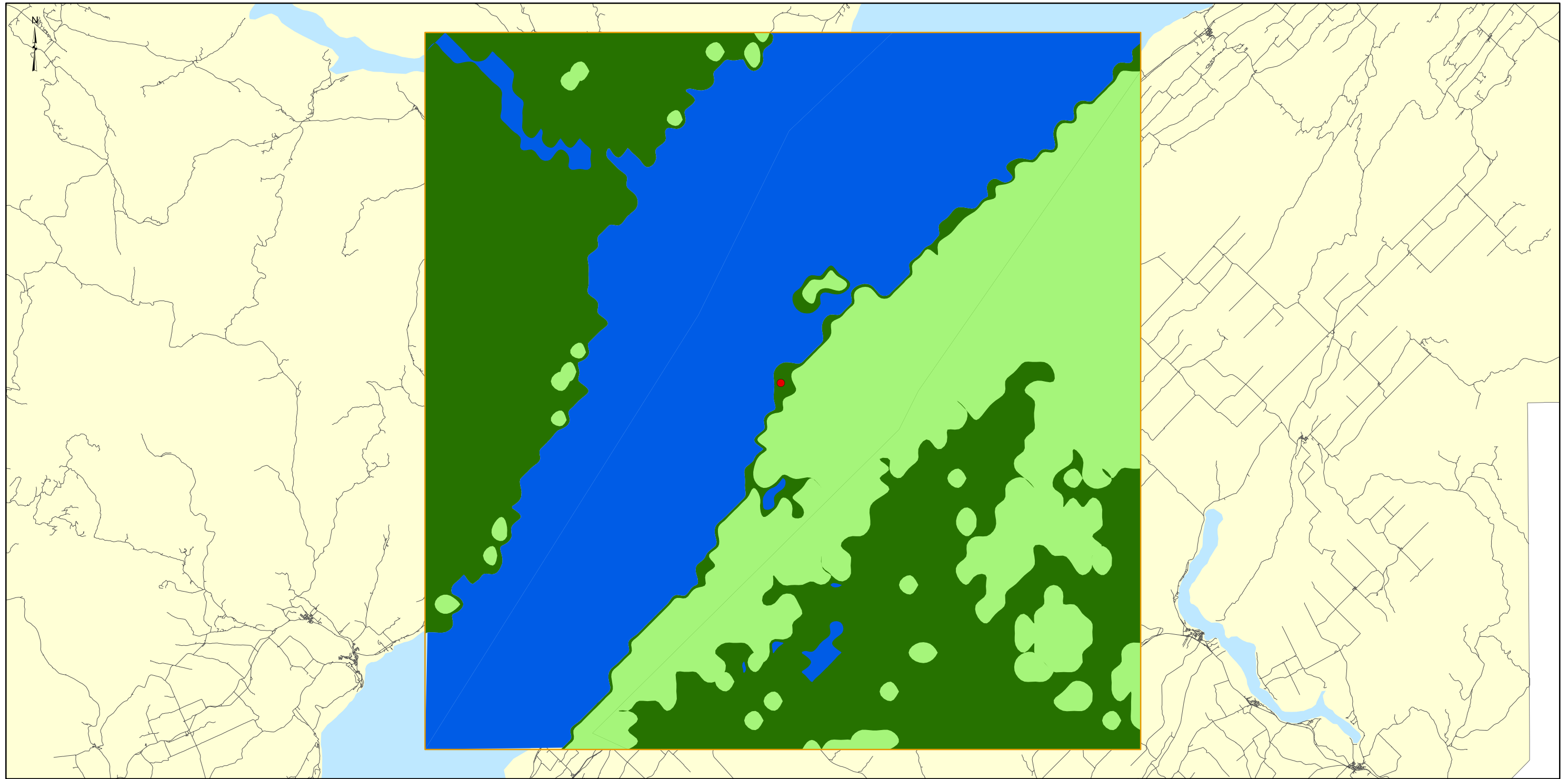
	Niveau I		Niveau II
10	Terres urbaines ou bâties	11	Résidentiel
		12	Commerces et services
		13	Industriel
		14	Transport, communications et services publics
		15	Complexes industriels et commerciaux
		16	Terres urbaines ou bâties mixtes
		17	Autres terres urbaines ou bâties
20	Terres agricoles	21	Terres d'assolement et pâturages
		22	Vergers, bosquets, vignes, pépinières et terres d'horticulture ornementale
		23	Exploitations d'engraissement en claustration
		24	Autres terres agricoles
30	Pacages	31	Pacages couverts d'herbacées
		32	Pacages couverts de buissons
		33	Pacages mixtes
40	Forêts	41	Forêts de feuillus
		42	Forêts d'arbres à feuilles persistantes
		43	Forêts mixtes
50	Eau	51	Cours d'eau et canaux
		52	Lacs
		53	Réservoirs
		54	Baies et estuaires
		55	Océans et mers
60	Milieux humides	61	Milieux humides forestiers
		62	Milieux humides non forestiers
70	Terres stériles	71	Salants secs
		72	Plages
		73	Aires sablonneuses autres que des plages
		74	Roche exposée à nu
		75	Mines à ciel ouvert, carrières et gravières
		76	Aires de transition
		77	Terres stériles mixtes
80	Toundra	81	Toundra arbustive
		82	Toundra herbacée
		83	Terres dénudées
		84	Toundra humide
		85	Toundra mixte
90	Glace ou neige pérenne	91	Champs de neige pérenne
		92	Glaciers

**Tableau 3.2-2 Catégories d'utilisations des terres par défaut du CALMET et paramètres géophysiques qui y sont associés**

Type d'utilisation des terres	Description	Rugosité de surface (m)	Albédo	Ratio de Bowen	Paramètre du flux thermique du sol	Flux thermique anthropogène (W/m <sup>2</sup> )	indice de surface foliaire
10	Terres urbaines ou bâties	1,0	0,18	1,5	0,25	0,0	0,2
20	Terres agricoles non irriguées	0,25	0,15	1,0	0,15	0,0	3,0
-20*	Terres agricoles irriguées	0,25	0,15	0,5	0,15	0,0	3,0
30	Pacages	0,05	0,25	1,0	0,15	0,0	0,5
40	Forêts	1,0	0,10	1,0	0,15	0,0	7,0
50	Eau	0,001	0,10	0,0	1,0	0,0	0,0
54	Petit plan d'eau	0,001	0,10	0,0	1,0	0,0	0,0
55	Grand plan d'eau	0,001	0,10	0,0	1,0	0,0	0,0
60	Zones humides	1,0	0,10	0,5	0,25	0,0	2,0
61	Terres humides forestières	1,0	0,1	0,5	0,25	0,0	2,0
62	Terres humides non forestières	0,2	0,1	0,1	0,25	0,0	1,0
70	Terres stériles	0,05	0,30	1,0	0,15	0,0	0,05
80	Toundra	0,20	0,30	0,5	0,15	0,0	0,0
90	Glace ou neige pérenne	0,05	0,70	0,5	0,15	0,0	0,0

\* Les valeurs négatives indiquent une utilisation de terres « irriguées ».

Source : Basé sur le système de classification des terres du U.S. Geological Survey (USGS) (système à 14 catégories).

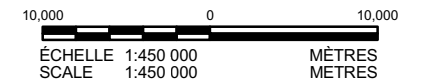


**LÉGENDE/LEGEND**

- Emplacement du site
- Routes
- Zones d'étude
- Eau
- Province de Québec
- Zone agricole
- Zone forestière
- Zone d'eau

**RÉFÉRENCE/REFERENCE**

Référence/Datum: NAD 83 Projection: UTM Zone 19



<span style="float: right;">PROJET LNG/LNG PROJECT</span>													
<b>TITRE/TITLE</b> DONNÉES RELATIVES À L'UTILISATION DES TERRES AUTOUR DU PROJET ÉNERGIE CACOUNA													
	PROJ/PROJECT No. 04-1222-3071-7000 ÉCHELLE TELLE QU'ILLUSTREE SCALE AS SHOWN												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: xx-small;">PROJETÉ PAR DESIGN</td> <td style="font-size: xx-small;">A.B.</td> <td style="font-size: xx-small;">30 nov. 2005</td> </tr> <tr> <td style="font-size: xx-small;">GIS</td> <td style="font-size: xx-small;">V.G.</td> <td style="font-size: xx-small;">30 nov. 2005</td> </tr> <tr> <td style="font-size: xx-small;">VÉRIFIÉ PAR CHECK</td> <td style="font-size: xx-small;">AC</td> <td style="font-size: xx-small;">4 juil. 2005</td> </tr> <tr> <td style="font-size: xx-small;">APPROUVÉ PAR REVIEW</td> <td style="font-size: xx-small;">KF</td> <td style="font-size: xx-small;">4 juil. 2005</td> </tr> </table>	PROJETÉ PAR DESIGN	A.B.	30 nov. 2005	GIS	V.G.	30 nov. 2005	VÉRIFIÉ PAR CHECK	AC	4 juil. 2005	APPROUVÉ PAR REVIEW	KF	4 juil. 2005	FIGURE 3.2-1
PROJETÉ PAR DESIGN	A.B.	30 nov. 2005											
GIS	V.G.	30 nov. 2005											
VÉRIFIÉ PAR CHECK	AC	4 juil. 2005											
APPROUVÉ PAR REVIEW	KF	4 juil. 2005											



### 3.3 BASE DE DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Le modèle diagnostique du CALMET exige des observations en surface de la vitesse des vents, de leur direction, de la température, de la couverture nuageuse, de la hauteur du plafond nuageux, de la pression en surface, de l'humidité relative et des types de précipitations (p. ex., neige ou pluie). Ces variables sont régulièrement mesurées dans les stations d'observation de surface du Bureau météorologique canadien (BMC) et du National Weather Service (NWS) des États-Unis. Les données aérologiques en altitude comprennent des observations effectuées deux fois par jour des profils verticaux de la vitesse des vents, de leur direction, de la température et de la pression. De plus, il faut effectuer des relevés horaires des précipitations pour les calculs des dépôts humides dans le CALPUFF. On pourrait également ajouter des ensembles de données quadrillées tridimensionnelles provenant d'un modèle météorologique prévisionnel. Le tableau 3.3-1 énumère les types de données d'observation et modélisées provenant de la modélisation proposée, y compris les paramètres disponibles.

**Tableau 3.3-1 Sources de données météorologiques et paramètres disponibles**

Type d'ensemble de données	Fréquence	Source	Paramètres
Surface	Horaire	BMC	Vitesse des vents, direction des vents, température de l'air, hauteur du plafond nuageux, couverture nuageuse, humidité relative, pression en surface, type de précipitations
Haute atmosphère	Deux fois par jour	BMC/NWS	Sondages de la vitesse des vents, de leur direction, de la température et de la pression
Précipitations	Horaire	BMC	Précipitations à l'heure
Profils modélisés	Horaire	Produit par MM5	Champs de valeurs réparties sur grille pour les vents, la température, la pression et l'humidité

BMC – Bureau météorologique canadien.

NWS – National Weather Service (É.-U.).

Les données quadrillées en trois dimensions produites par la cinquième version du modèle de moyenne échelle du Penn State/NCAR (National Center for Atmospheric Research) - connu sous le nom de MM5 - constituent une des sources de données météorologique à utiliser. Les ensembles de données du MM5 sont constitués de valeurs horaires de vitesse des vents, d'orientation des vents, de température et de pression figurant sur une grille qui couvre toute la partie continentale des États-Unis, le sud du Canada et le nord du Mexique. Les données du MM5 sur une grille de 36 km sont disponibles pour l'année 1996. Cet ensemble de données présente 23 niveaux (23 niveaux sigma) à la verticale. Dans

les simulations, on se servira des données de 1996 pour permettre l'inclusion des ensembles de données du MM5 dans la modélisation.

Dans les simulations CALMET, il est proposé d'utiliser les données quadrillées en trois dimensions du MM5 avec les observations en surface et les sondages de la haute atmosphère disponibles sur une période d'un an (1996). Les tableaux 3.3-2, 3.3-3 et 3.3-4 énumèrent les stations d'observation de surface, de sondages de la haute atmosphère et d'observation des précipitations à inclure dans la modélisation. Le figure 3.4-1 indique l'emplacement des stations. Il y a 12 stations météorologiques d'observation de surface effectuant des relevés horaires et une station observant la haute atmosphère dans le domaine de modélisation proposé ou à proximité de celui-ci.

**Tableau 3.3-2 Stations d'observation de surface effectuant des relevés horaires**

Numéro de station	Nom/emplacement de la station	UTM-X (km)	UTM-Y (km)
7056616	Rivière-du-Loup, QC	460.350	5299.765
7043009	Île Rouge, QC	459.028	5324.227
7046059	Pointe de L'Islet, QC	395.144	5209.422
7046070	Pointe Claveau, QC	416.891	5346.917
7015791	L'Étape, QC	332.278	5270.919
7050000	Île Bicquette, QC	507.399	5362.988
7054096	La Pocatière, QC	422.206	5244.574
7060400	Bagotville, QC	351.766	5354.913
7063370	Jonquière, QC	340.930	5365.216
7016294	Québec, QC (Jean-Lesage)	319.151	5185.667
7055120	Mont-Joli, QC	557.752	5383.288
7098600	Val d'Or, QC	292.834	5325.597

**Tableau 3.3-3 Station de la haute atmosphère**

Numéro de station	Nom/emplacement de la station	UTM-X (km)	UTM-Y (km)
14607	Cariboo, ME	574.685	5191.184

**Tableau 3.3-4 Stations pluviométriques**

Numéro de station	Nom/emplacement de la station	UTM-X (km)	UTM-Y (km)
7015791	L'Étape, QC	332.278	5270.919
70S0001	Québec, QC	319.151	5185.667
7054096	Québec, QC (Jean-Lesage)	422.206	5244.574
7060400	Bagotville, QC	351.766	5354.913
7063370	Jonquière, QC	340.930	5365.216
7098600	Val d'Or, QC	292.834	5325.597

### 3.4 DONNÉES DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Le modèle de qualité de l'air CALPUFF emploie des mesures horaires de l'ozone dans les taux de transformation chimique ( $\text{SO}_2$  à  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_x$  à  $\text{HNO}_3/\text{NO}_3$ ) ainsi que pour le calcul des niveaux de  $\text{NO}/\text{NO}_2$  dans l'atmosphère. Les relevés mensuels de l'ozone ambiant serviront à déterminer les taux de pertes de  $\text{SO}_2$  attribuables à la transformation chimique en sulfate et à déterminer les taux de pertes de  $\text{NO}_x$  en azote. Les données de surveillance de l'ozone ambiant pour 2002 en provenance du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) d'Environnement Canada et du réseau du MENV serviront à créer le fichier de données de surveillance horaire de l'ozone (OZONE.DAT). On trouvera une première liste des sites RNSPA et MENV aux tableaux 3.4-1 et 3.4-2, respectivement. La figure 3.4-1 présente l'emplacement des stations de surveillance de l'air ambiant dans la région d'étude.

**Tableau 3.4-1 Stations canadiennes du RNSPA**

Indicatif de la station	Ville	Province	Emplacement
41101	Saint- Léonard	Nouveau-Brunswick	Aéroport municipal
50303	Québec	Québec	Centre des loisirs, Limoilou
50306	Québec	Québec	2026, boul. Saint-Cyrille
50307	Québec	Québec	Parc Cartier-Brébeuf
50308	Québec	Québec	Des Sables
50309	Québec	Québec	Saint-Ange
50310	Québec	Québec	Saint-Charles-Garnier
50503	Chicoutimi	Québec	Racine
50504	Saguenay	Québec	789, boul. des Étudiants
50902	Jonquière	Québec	Parc Berthier
51302	Baie Comeau	Québec	39e avenue Mance
53501	Saint-François	Québec	François
53601	Notre-Dame-du-Rosaire	Québec	Notre-Dame-du-Rosaire
53901	Lac-Édouard	Québec	Édouard
54301	Sainte-Françoise	Québec	408, 12e Rang



**LÉGENDE/LEGEND**

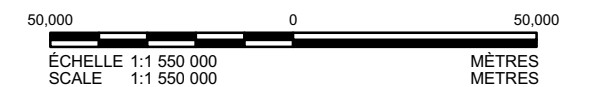
● Emplacement du site

Type de station

- Qualité de l'air
- Qualité de l'air et précipitations
- Observation météorologique de surface
- Observation météorologique de surface et précipitations
- Observation météorologique en altitude
- Domaine de modélisation météorologique


**RÉFÉRENCE/REFERENCE**

Référence/Datum: NAD 83 Projection: UTM Zone 19



PROJET/PROJECT  
 PROJET LNG/LNG PROJECT

TITRE/TITLE  
**EMPLACEMENT DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET DE SURVEILLANCE DE L'AIR AMBIANT**

	PROJET/PROJECT No. 04-1222-3071-7000			ECHELLE TELLE QU'ILLUSTREE	<b>FIGURE 3.4-1</b>
	SCALE AS SHOWN			REV. 0	
	PROJETÉ PAR	A.B.	30 nov. 2005		
	DESIGN	V.G.	30 nov. 2005		
	GIS	AC	4 juil. 2005		
VERIFIÉ PAR	AC	4 juil. 2005			
CHECK	KF	4 juil. 2005			
APPROUVÉ PAR					
REVIEW					

**Table 3.4-2 Stations du MENV**

Indicatif de la station	Ville	Province	Emplacement
50104	Montréal	Québec	1125, rue Ontario Est
50110	Montréal	Québec	Parc Pilon, Montréal-Nord
50115	Montréal	Québec	1001, boul. de Maisonneuve Ouest
50116	Montréal	Québec	3161, rue Joseph, Verdun
50103	Montréal	Québec	Pointe-aux-Trembles

Le CALPUFF détermine la valeur d'ozone la plus représentative à utiliser dans les équations de transformation chimique à chacune des étapes temporelles selon l'emplacement de la bouffée de gaz par rapport aux stations de surveillance de l'ozone à l'étape en question.

À l'heure actuelle, on ne dispose pas de mesures de l'ammoniac pour cette région. Sur la base des données disponibles, Langford et al. (1992) estiment que les concentrations de base types d'ammoniac sont de 10 ppM pour les prairies, de 0,5 ppM pour les forêts et de 1 ppM pour les terres arides. Golder utilisera un niveau de 0,5 ppM pour cette région.

### 3.5 QUALITÉ DE RÉFÉRENCE DE L'AIR

Comme le montre la figure 3.4-1, il y a un manque de données disponibles sur la qualité de l'air à proximité du Projet Énergie Cacouna proposé. Les stations de surveillance de l'air ambiant les plus proches se trouvant à l'extérieur du domaine de modélisation météorologique ne sont peut-être pas représentatives de la zone d'étude. Afin de raffiner l'évaluation des concentrations de référence dans l'air de la zone d'étude, Golder se servira du modèle CALPUFF et de l'inventaire canadien des émissions des principaux contaminants atmosphériques (PAC) en 1995. Les composés repris dans l'inventaire sont le CO, les NO<sub>x</sub>, les SO<sub>x</sub>, les COV, le NH<sub>3</sub>, les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2.5</sub>. Ces émissions, calculées à l'échelle de la province, seront traitées en vue de leur application dans le modèle CALPUFF.

Les données de l'inventaire des PAC en 1995 sont divisées en quatre grands groupes en fonction des caractéristiques des sources d'émissions :

- les sources ponctuelles, surtout attribuables aux grandes exploitations industrielles ;

- les sources diffuses, qui comprennent les petites industries, les exploitations commerciales, les activités agricoles et les sources résidentielles ;
- les sources mobiles, soit les routes, les chemins de fer et les voies fluviales et maritimes ;
- enfin, les sources biogéniques, qui comprennent la végétation naturelle, les sols, etc.

Les données indiquent les émissions annuelles de chaque type de source et de polluant. Dans le cas des sources ponctuelles, l'inventaire renferme des données sur les émissions de chacune des sources, y compris les codes CCS, l'emplacement (latitude/longitude) et les caractéristiques de la cheminée (température, vitesse de sortie, diamètre). En général, il manquait un grand nombre de données sur les cheminées. Ces données manquantes seront remplies en suivant le protocole suivant du U.S. EPA qui s'applique aux données manquantes sur la base des codes CCS.

Les émissions de sources diffuses et mobiles représentent un total global pour la province. Ces émissions seront décomposées sur la base de l'approche du U.S. EPA en se servant de données de substitution comme la population ou les zones de résidence afin de calculer les émissions locales. Ces émissions seront allouées en se servant de la formule suivante

$$E_{SCC,i} = E_{SCC,a} \times \frac{A_{i,j}}{A_j}$$

dans laquelle

- $E_{SCC,i}$  = émissions (tonne/a) de CCS j dans la grille i,  $i=1,n$
- $E_{SCC,a}$  = Émissions provinciales annuelles de CCS j (tonnes/a)
- $X_{i,j}$  = Donnée de substitution de CCS j dans la grille i
- $X_j$  = Total provincial de la valeur de substitution j

Les émissions seront décomposées selon une résolution de grille de 2,5 km dans notre domaine de modélisation numérique. Les données de Statistique Canada concernant les valeurs de substitution serviront à la décomposition géographique des données sur les émissions dans le domaine de modélisation numérique. Le

tableau 3.5-1 présente les valeurs de substitution des sources mobiles et des sources diffuses stationnaires.

**Tableau 3.5-1 Liste des valeurs de substitution des émissions pour le Projet Énergie Cacouna**

<b>Sources mobiles</b>	<b>Sources diffuses</b>
Population	Population
Agriculture	Agriculture
Chemins de fer	Résidences
Aéroports	
Ports	
Résidences	

---

## **4 MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR**

### **4.1 CHOIX DU MODÈLE**

Le système de modélisation CALPUFF (Scire et al. 2000a,b) sera utilisé pour la modélisation analytique. Le CALPUFF et son modèle météorologique CALMET sont chargés de résoudre les difficultés posées par la complexité du terrain, les longues distances entre la source et le récepteur, la transformation chimique et les retombées.

Le CALMET est un modèle météorologique de diagnostic produisant des champs éoliens et thermiques tridimensionnels et des champs bidimensionnels des hauteurs de mélange et autres variables météorologiques. Il offre des options de mise en paramètre des effets d'écoulement de pente et des effets de canalisation éolienne due au terrain. Le CALPUFF est un modèle gaussien de bouffée de gaz à l'état non stationnaire. Il comprend des algorithmes pour la transformation chimique, les dépôts humides et les dépôts secs. Le CALPUFF renferme des algorithmes permettant d'évaluer l'impact des particules primaires et secondaires sur la visibilité, de même que de calculer les flux de retombées. Une des capacités du CALPUFF qu'on ne retrouve pas dans de nombreux modèles spécialisés est celle de traiter les effets combinés de processus multiples (p. ex., les effets de rabattement du panache sur les bâtiments en terrain complexe, les dépôts secs et la transformation chimique). Il est conçu pour évaluer les impacts de sources multiples dans un champ météorologique de superficie variable. Le ministère de l'Environnement (MENV) a approuvé l'application du CALPUFF à la modélisation des émissions et à l'évaluation de l'impact (Leduc 1998). Le U.S. EPA a officiellement proposé le CALPUFF comme modèle de référence conforme à l'annexe A pour ce genre d'application (Federal Register, 21 avril 2000). Les sections 4.1.1 et 4.1.2 donnent un résumé complet des fonctions et caractéristiques du CALMET et du CALPUFF.

Le CALPUFF ne calcule pas les concentrations d'ozone mais se sert de l'ozone pour calculer d'autres éléments. Il est proposé d'utiliser un modèle photochimique unidimensionnel mis au point à l'Université de Guelph pour traiter le potentiel de formation d'ozone.



## 4.1.1 Principales caractéristiques du CALMET

Le modèle météorologique CALMET comprend un module diagnostic de champs de vent et des modules micrométéorologiques pour les couches limites au-dessus de l'eau et du sol. Le module diagnostic de champs de vent a recours à une approche en deux étapes du calcul des champs de vent (Douglas et Kessler, 1988). Au cours de la première étape, un champ de vent hypothétique initial est rajusté en fonction des effets cinématiques du terrain, des écoulements de pente et des effets de blocage du terrain de manière à produire un champ de vent d'étape 1. On propose de se servir des données quadrillées MM5 de 1996 avec une résolution de 36 km pour le champ hypothétique initial. La deuxième étape consiste en une procédure d'analyse objective introduisant les données fondées sur les observations dans le champ de vent de l'étape 1 de manière à obtenir un champ de vent définitif.

Les principales caractéristiques et les options du modèle météorologique sont résumées au tableau 4.1-1.

**Tableau 4.1-1 Principales caractéristiques du modèle météorologique CALMET**

<p><b>Modules des couches limites du modèle CALMET</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Couche limite au-dessus de la terre - Méthode de l'équilibre énergétique</li><li>• Couche limite au-dessus de l'eau - Méthode du profil</li><li>• Produit des champs quadrillés de :<ul style="list-style-type: none"><li>– la vitesse de frottement en surface</li><li>– l'échelle des vitesses de circulation convective</li><li>– la longueur de Monin-Obukhov</li><li>– la hauteur de mélange</li><li>– la classe de stabilité PGT</li><li>– la température de l'air (tridimensionnelle)</li><li>– les taux de précipitations</li></ul></li></ul> <p><b>Module diagnostic de champs de vent du CALMET</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Écoulements de pente</li><li>• Effets cinématiques du terrain</li><li>• Effets de blocage du terrain</li><li>• Réduction au minimum de la divergence</li><li>• Produit des champs de valeurs réparties sur grille des composantes U, V, W du vent</li><li>• Les entrées comprennent les vents à l'échelle du domaine, des observations et</li><li>• les vents du modèle prévisionnel sur grille grossière (facultatif)</li><li>• Capacité de projection conique conforme de Lambert</li></ul>
--

## 4.1.2 Principales caractéristiques du CALPUFF

En raison de sa formulation basée sur les bouffées de gaz et de l'utilisation de données météorologiques tridimensionnelles obtenues à l'aide du modèle météorologique CALMET, le CALPUFF peut simuler les effets des conditions météorologiques variables en fonction du temps et de l'espace sur le transport de polluants depuis les sources en terrain complexe. Les principales caractéristiques et les options du modèle CALPUFF sont résumées au tableau 4.1-2.

**Tableau 4.2-1 Principales caractéristiques du modèle CALPUFF**

<p><b>Types de sources</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sources ponctuelles (émissions constantes ou variables)</li><li>• Sources linéaires (émissions constantes ou variables)</li><li>• Sources volumiques (émissions constantes ou variables)</li><li>• Sources diffuses (émissions constantes ou variables)</li></ul> <p><b>Émissions à l'état non stationnaire et conditions météorologiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Quadrillages tridimensionnels des variables météorologiques (vents, température)</li><li>– Champ variant dans l'espace de la hauteur de mélange, de la vitesse de frottement et de l'échelle des vitesses de la circulation convective</li><li>– Longueur de Monin-Obukhov, taux de précipitations</li><li>– Taux de turbulence et de dispersion variables à l'horizontale et à la verticale</li><li>– Données chronologiques sur la source et les émissions pour les sources ponctuelles, diffuses et volumiques</li><li>– Facteurs de mesure temporels ou dépendant du vent pour les taux d'émissions et pour tous les types de sources</li></ul> <p><b>Interface avec le modèle de production d'émissions (MPE)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Flux thermique et émissions des brûlages dirigés et des feux de friches variables en fonction du temps</li></ul> <p><b>Fonctions d'échantillonnage efficace</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Formulation de bouffée de gaz intégrée</li><li>• Formulation de bouffée de gaz allongée (slug)</li></ul> <p><b>Options de coefficient de dispersion (<math>\sigma_y</math>, <math>\sigma_z</math>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mesures directes de <math>\sigma_y</math> et <math>\sigma_z</math></li><li>• Valeurs estimées de <math>\sigma_y</math> et <math>\sigma_z</math> selon la théorie de la similarité</li><li>• Coefficients de dispersion de Pasquill-Gifford (PG) (zones rurales)</li><li>• Coefficients de dispersion de McElroy-Pooler (MP) (zones urbaines)</li><li>• Coefficients de dispersion selon le mode de dispersion en terrain complexe (CTDM) (neutre/stable)</li></ul> <p><b>Cisaillement vertical du vent</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Séparation de la bouffée de gaz</li><li>• Advection différentielle et dispersion</li></ul> <p><b>Élévation du panache</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Élévation du panache flottant et du flux de quantité de mouvement</li><li>• Effets de sortie de cheminée</li><li>• Effets de rabattement du panache sur les bâtiments</li><li>• Pénétration partielle</li><li>• Cisaillement vertical du vent</li></ul>
---

**Tableau 4.2-1 Principales caractéristiques du modèle CALPUFF (suite)**

<p><b>Rabattement du panache sur les bâtiments</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Méthode de Huber-Snyder</li><li>• Méthode de Schulman-Scire</li><li>• Modèle du panache ascendant amélioré (PRIME)</li></ul> <p><b>Terrain complexe</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Effets de guidage dans le champ du vent du CALMET</li><li>• Réglage facultatif de hauteur de bouffée de gaz ISC3 ou « coefficient de trajectoire de panache »</li><li>• Dispersion verticale améliorée facultative (flux neutre/faiblement stable dans CTDMPPLUS)</li></ul> <p><b>Terrain complexe à l'échelle des sous-grilles (option CTSG)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ligne de courant de division, <math>H_d</math>, comme dans CTDMPPLUS:<ul style="list-style-type: none"><li>– Au-dessus de <math>H_d</math>, la matière passe au-dessus de la colline et subit une modification de ses taux de diffusion</li><li>– En dessous de <math>H_d</math>, la matière contourne la colline, se sépare et s'enroule autour de la colline</li></ul></li></ul> <p><b>Dépôts secs</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gaz et particules<ul style="list-style-type: none"><li>– Trois options :<ul style="list-style-type: none"><li>• Traitement intégral des variations dans l'espace et le temps des dépôts à l'aide d'un modèle de résistance</li><li>• Cycles diurnes spécifiés par l'utilisateur pour chacun des polluants</li><li>• Pas de dépôts secs</li></ul></li></ul></li></ul> <p><b>Effets d'interaction au-dessus de l'eau et à la limite côtière</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Paramètres de la couche limite au-dessus de l'eau</li><li>• Variation abrupte des conditions météorologiques, dispersion du panache à la limite côtière</li><li>• Fumigation du panache</li></ul> <p><b>Options de transformation chimique</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pseudo-mécanisme chimique du premier ordre pour le <math>SO_2</math>, le <math>SO_4^-</math>, les <math>NO_x</math>, le <math>HNO_3</math> et le <math>NO_3^-</math> - (méthode MESOPUFF II)</li><li>• Pseudo-mécanisme chimique du premier ordre pour le <math>SO_2</math>, le <math>SO_4^-</math>, le <math>NO</math>, le <math>NO_2</math>, le <math>HNO_3</math> et le <math>NO_3^-</math> - (méthode RIVAD/ARM3 )</li><li>• Cycles diurnes de taux de transformation spécifiés par l'utilisateur</li><li>• Aucune conversion chimique</li></ul> <p><b>Lavage</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Approche du coefficient de lavage</li><li>• Le taux d'enlèvement est fonction de l'intensité et du type des précipitations</li></ul> <p><b>Interface utilisateur graphique</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Configuration du modèle et entrée des données par pointage et cliquage</li><li>• Vérification améliorée des erreurs dans les entrées du modèle</li><li>• Fichiers d'aide en ligne</li></ul>
---

---

## 4.2 CONFIGURATION DU DOMAINE DE MODÉLISATION

Le CALMET et le CALPUFF utilisent les coordonnées suivant le terrain à la verticale avec une grille horizontale uniforme. Comme le terrain est complexe dans le domaine de modélisation, il a semblé approprié d'utiliser une haute résolution horizontale de 1 km. Dans le plan vertical, une grille étirée permettra de traiter la couche mélangée avec une haute résolution, alors que la résolution sera un peu moins précise en altitude. Les altitudes au centre des dix niveaux verticaux sont les suivantes : 10, 30, 60, 120, 240, 460, 800, 1 250, 1 850 et 2 600 m, les hauteurs des faces de cellules correspondant à ces points de grille étant 0, 20, 40, 80, 160, 320, 600, 1 000, 1 500, 2 200 et 3 000 m.

On exécutera le CALPUFF pour l'année 1996 tant pour l'état de référence que pour le Projet Énergie Cacouna. Des récepteurs discrets seront installés à l'endroit des récepteurs sensibles, tant humains qu'écologiques. La figure 3.1-1 présente la grille de modélisation du projet.

## 4.3 MODÉLISATION MÉTÉOROLOGIQUE

Comme nous l'avons souligné plus haut, le domaine de CALMET aura environ 75 km sur 75 de façon à représenter les effets de la vallée du fleuve Saint-Laurent sur les vents et les autres paramètres météorologiques. L'annexe A présente la liste des aiguillages facultatifs du CALMET que l'on mettra en fonction.

### 4.3.1 Champ hypothétique initial

On propose d'utiliser les données météorologiques MM5 réparties sur une grille pour définir le champ hypothétique initial pour les simulations effectuées avec le CALMET. Les données MM5 sont disponibles pour l'année 1996 en résolution de grille de 36 km.

### 4.3.2 Champ de l'étape 1 : Effets du terrain

Pendant l'élaboration du champ de vent de l'étape 1, le CALMET ajuste le champ hypothétique initial de façon à refléter les effets cinématiques du terrain, les écoulements de pente et les effets de blocage. Les écoulements de pente sont fonction de la pente locale et de l'altitude de la crête la plus proche. La crête se définit comme le point le plus élevé dans un rayon (c.-à-d., TERRAD) autour de chacun des points de la grille. La valeur de TERRAD sera calculée sur la base de l'analyse de l'échelle du terrain. Le champ obtenu à l'étape 1 produit un champ de courant en harmonie avec la résolution de terrain CALMET à fine échelle.

### **4.3.3 Champ de l'étape 2 : Analyse objective**

À l'étape 2, on intègre les observations au champ obtenu à l'étape 1 de façon à obtenir le champ de vent définitif. Chaque site d'observation influence le champ de vent définitif à l'intérieur d'un rayon d'influence (paramètres RMAX1 en surface et RMAX2 en altitude). Les observations et les champs obtenus à l'étape 1 sont pondérés à l'aide des paramètres R1 en surface et R2 en altitude : à une distance R1 d'un site d'observation, le champ de vent obtenu à l'étape 1 et les observations en surface ont la même pondération.

## **4.4 DOMAINE DE MODÉLISATION NUMÉRIQUE DU CALPUFF**

La grille de modélisation numérique du CALPUFF sera plus petite que la grille météorologique (c.-à-d., des cellules de 70 sur 70 avec une résolution de 1 km). Le domaine de modélisation numérique comprend une zone tampon (5 km dans chaque direction) destinée à réduire au minimum les effets de bord et à permettre de ramener dans le domaine les polluants pris dans les inversions de courant.

## **4.5 MODÉLISATION DE LA DISPERSION AVEC LE CALPUFF**

L'annexe B comprend la liste des options et des aiguillages du modèle CALPUFF. Celui-ci sera exécuté pour l'évaluation de référence de la qualité de l'air, indépendamment du Projet Énergie Cacouna. On obtiendra la concentration moyenne annuelle pour le domaine de modélisation numérique autour du projet. Les résultats de la modélisation du Projet Énergie Cacouna seront ajoutés à la qualité de l'air de référence à l'aide du programme d'adaptation CALSUM. Ce programme sera utilisé pour obtenir les principaux contaminants atmosphériques (soit les NO<sub>x</sub>, les SO<sub>x</sub>, le CO, les PM<sub>10</sub>, les PM<sub>2,5</sub> et les COV). Les résultats seront comparés aux normes de qualité de l'air du MENV.

Les effets de retombées et de transformation chimique seront modélisés à l'aide du modèle de dépôts secs implicites, du module de lavage avec coefficient de lavage et du mécanisme de transformation chimique implicite. Sept espèces chimiques seront modélisées à l'aide du CALPUFF pour cette analyse : le SO<sub>2</sub>, le SO<sub>4</sub>, le NO, le NO<sub>2</sub>, le NO<sub>3</sub> et le HNO<sub>3</sub>. La combinaison des sulfates et des azotes permettra d'obtenir la concentration de particules secondaires (PS). Le mécanisme chimique calcule les taux de transformation du SO<sub>2</sub> en SO<sub>4</sub> et des NO<sub>x</sub> en NO<sub>3</sub>/HNO<sub>3</sub>. On obtient les concentrations d'ozone mesurées dans un fichier OZONE.DAT externe qui servira au module de transformation chimique. Ces concentrations d'ozone, avec l'intensité du rayonnement, servent de valeurs

de substitution pour la concentration en OH pendant la journée, alors que s'effectuent les transformations chimiques radicalaires en phase gazeuse. Les concentrations de PS seront ajoutées aux niveaux de référence  $PM_{2.5}$ .

## 4.6 CALCULS DES AÉROSOLS SECONDAIRES

Le système de modélisation CALPUFF peut modéliser les effets de transformation chimique linéaires. Il offre deux options : les mécanismes MESOPUFF II et RIVAD/ARM3. La méthode MESOPUFF II est un mécanisme de pseudo-réaction chimique du premier ordre pour la conversion du  $SO_2$  en  $SO_4$  (aérosol de sulfate) et du  $NO_x$  en  $NO_3$  (aérosol d'azote), respectivement. La méthode RIVAD/ARM3 permet de traiter le processus de conversion du NO en  $NO_3$  en plus des conversions du  $NO_2$  en  $NO_3$  et du  $SO_2$  en  $SO_4$  présentant un équilibre entre le  $HNO_3$  à l'état gazeux et l'aérosol de nitrate d'ammonium. On recommande la méthode RIVAD/ARM3 pour les zones non urbaines dégagées avec de faibles concentrations de base de COV. Pour l'application qui nous concerne, on appliquera la méthode RIVAD/ARM3 afin d'évaluer la formation d'aérosols secondaires.

## 4.7 CALCULS DES RETOMBÉES

Les retombées de soufre et d'azote comprendront les contributions d'autres espèces chimiques en plus du  $SO_4$  et du  $NO_3$ . Les retombées de soufre représentent la somme des dépôts secs et humides de soufre du  $SO_2$  et du  $SO_4$  (avec les ajustements correspondant à leur poids moléculaire). Les retombées d'azote sont attribuables au  $HNO_3$ , au  $NO_3$ , aux  $NO_x$  et au  $SO_4$  (note : le sulfate représente  $((NH_4)_2SO_4)$  et l'azote,  $NH_4NO_3$ ).

## 4.8 CALCULS DE L'OZONE

Le CALPUFF n'a pas la capacité de modéliser la formation d'ozone. Le Projet Énergie Cacouna viendra ajouter une source additionnelle de  $NO_x$  au bassin atmosphérique, qui modifiera le niveau d'ozone en aval des installations. On peut calculer la variation de l'ozone à l'aide d'un modèle d'ozone troposphérique mis au point à l'Université de Guelph. Ce modèle évalue la concentration de radicaux hydroxyles et la variation de l'ozone dans la troposphère. La concentration de OH est calculée, ainsi que les concentrations d'hydrocarbures et la production de  $HO_2$ , afin de calculer la variation de l'ozone. Ce modèle servira de modèle de sélection seulement s'il faut utiliser une modélisation plus rigoureuse.

## 5 PRODUITS DE LA MODÉLISATION

La modélisation avec le CALPUFF servira à calculer les concentrations annuelles moyennes et à court terme des cinq principales émissions, vraisemblablement les particules, les NO<sub>x</sub>, les COV, le SO<sub>2</sub> et le CO) sur le domaine de modélisation atmosphérique attribuables aux sources mentionnées à la section 2. Les concentrations qui en résulteront seront comparées aux objectifs de qualité de l'air correspondants. Les sources autres que celles attribuables aux installations de GNL seront regroupées sous les concentrations de fond. Même si la modélisation aérologique sera limitée aux cinq principaux composés émis, les émissions d'autres composés libérés par la source des installations de GNL seront calculées et fournies.

Les émissions attribuables aux activités de construction et d'exploitation d'urgence seront modélisées séparément des émissions liées à l'exploitation normale.

Les résultats seront présentés sous forme de tableaux selon le format présenté au modèle de tableau 5-1. Des tracés de contours seront produits au-dessus du domaine de modélisation numérique pour les cinq principaux contaminants. Ils comprendront les concentrations de base et les contributions des installations de GNL.

**Tableau 5-1 Modèle de format de tableau résumant les concentrations ambiantes**

Emplacement du récepteur	Période d'établissement de la moyenne	Concentration maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Emplacement du récepteur (UTM)		Contribution des sources liées aux installations de GNL (µg/m <sup>3</sup> )	Contribution des sources de fond (µg/m <sup>3</sup> )
			X (km)	Y (km)		
	1 heure					
	24 heures					
	Annuellement					

## **6 CONCLUSION**

Ce protocole de qualité de l'air a été préparé dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du Projet Énergie Cacouna, au Port de Gros Cacouna, dans la province de Québec. Toute question portant sur la qualité de l'air peut être adressée au soussigné.

**GOLDER ASSOCIÉS LTÉE**

Anthony Ciccone, Ph.D., ing.  
Directeur  
/  
document1



## 7 RÉFÉRENCES

- Allwine, K.J. and C.D. Whiteman. 1985. MELSAR: A Mesoscale Air Quality Model for Complex Terrain: Volume 1--Overview, Technical Description and User's Guide. Pacific Northwest Laboratory, Richland, Washington.
- Adelman, Z. and M. Houyoux. 2002. Processing the National Emissions Inventory 96 (NEI96) Version 3.11 with SMOKE. Poster paper found at <http://www.epa.gov/ttn/chief/conference/ei10/poster/adelman.pdf>.
- Carson, D.J. 1973. The Development of a Dry, Inversion-capped, Convectively Unstable Boundary Layer. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **99**, 450-467.
- Douglas, S. and R. Kessler. 1988. User's Guide to the Diagnostic Wind Model. California Air Resources Board, Sacramento, CA.
- FLAG. 2000. Federal Land Manager' Air Quality Related Values Workgroup (FLAG). Phase I Report. U.S. Forest Service, National Park Service, U.S. Fish and Wildlife Service.
- Holtslag, A.A.M. and A.P. van Ulden. 1983. A Simple Scheme for Daytime Estimates of the Surface Fluxes from Routine Weather Data. *J. Clim. and Appl. Meteor.*, **22**, 517-529.
- ICF Consulting. 2002. User's Guide to the Regional Modelling System for Aerosols and Deposition (REMSAD) Version 7.
- Liu, M.K. and M. A. Yocke. 1980. Siting of Wind Turbine Generators in Complex Terrain. *J. Energy*, **4**, 10:16.
- Leduc, Richard, 1998. Guide De La Modélisation De La Dispersion Atmosphérique, Ministère de l'Environnement et de la Faune, December 1998 (Revised).
- Mahrt, L. 1982. Momentum Balance of Gravity Flows. *Journal of Atmos. Sci.*, **39**, 2701-2711.
- Maul, P.R. 1980. Atmospheric Transport of Sulfur Compound Pollutants. Central Electricity Generating Bureau MID/SSD/80/0026/R. Nottingham, England.

- O'Brien, J.J. 1970. A Note on the Vertical Structure of the Eddy Exchange Coefficient in the Planetary Boundary Layer. *J. Atmos. Sci.*, **27**, 1213-1215.
- Perry, S.G., D.J. Burns, L.H. Adams, R.J. Paine, M.G. Dennis, M.T. Mills, D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino and E.M. Insley. 1989. User's Guide to the Complex Terrain Dispersion Model Plus Algorithms for Unstable Situations (CTDMPLUS) Volume 1: Model Description and User Instructions. EPA/600/8-89/041, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.
- Scire, J.S. and F.R. Robe. 1997. Fine-Scale Application of the CALMET Meteorological Model to a Complex Terrain Site. Paper 97-A1313. Air & Waste Management Association 90th Annual Meeting & Exhibition, Toronto, Ontario, Canada. 8-13 June 1997.
- Scire, J.S., D.G. Strimaitis and R.J. Yamartino. 2000a. A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5). Earth Tech, Inc., Concord, MA
- Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau and R.J. Yamartino. 2000b. A User's Guide for the CALMET Meteorological Model (Version 5). Earth Tech, Inc., Concord, MA.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1995. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources.
- U.S. EPA. 1998. Interagency Workgroup on Air Quality Modelling (IWAQM), Phase 2 Report: Summary Report and Recommendation for Modelling Long Range Transport and Impacts on Regional Visibility. EPA-454/R-98-019.
- U.S. EPA. 2000. Federal Register Notice dated April 21, 2000.

## **ANNEXE A**

### **PARAMÈTRES DE CALCUL ET AIGUILLAGES PRÉLIMINAIRES DU MODÈLE NUMÉRIQUE CALPUFF**

**Tableau A-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALPUFF**

Variable du CALPUFF	Description	Valeur implicite	Valeurs propres au Projet Énergie Cacouna
METDAT	Nom de fichier de données d'entrée du CALMET	CALMET.DAT	CALMET.DAT
PUFLST	Nom de fichier des sorties générales du CALPUFF	CALPUFF.LST	CALPUFF.LST
CONDAT	Nom de fichier des données de sortie sur les concentrations	CONC.DAT	CONC.DAT
DFDAT	Nom de fichier des courants de dépôts secs de sortie	DFLX.DAT	DDEPT.dat
WFDAT	Nom de fichier des courants de dépôts humides de sortie	WFLX.DAT	WDEPT.dat
VISDAT	Nom de fichier des humidités relatives de sortie (pour la visibilité)	VISB.DAT	Non inclus
METRUN	Traitement de toutes les périodes -1 ou d'un sous-ensemble (0) ?	0	0
IBYR	Année de début	Programmé par l'utilisateur	1996
IBMO	Mois de début	Programmé par l'utilisateur	1
IBDY	Jour de début	Programmé par l'utilisateur	1
IBHR	Heure de début	Programmé par l'utilisateur	0
IRLG	Longueur du passage (heures)	Programmé par l'utilisateur	8784
NSPEC	Nombre d'espèces chimiques modélisées (pour les concentrations chimiques RIVAD)	5	8
NSE	Nombre d'espèces chimiques émises	3	5
MRESTART	Options de redémarrage (0 = pas de redémarrage), permet de diviser les passages en plus petits segments	0	0
METFM	Format de météorologie d'entrée (1 = CALMET)	1	1
AVET	Temps moyen des paramètres de dispersion latérale (minutes)	60	60
MGAUSS	Distribution verticale en champ proche (1 = gaussien)	1	1
MCTADJ	Ajustements du parcours du panache en fonction du terrain (3 = parcours du panache)	3	3
MCTSG	Y a-t-il des collines à l'échelle des sous-grilles ? (0 = Non), permet un traitement semblable au mode de dispersion en terrain complexe (CTDM) des collines à l'échelle des sous-grilles	0	0
MSLUG	Traitement de bouffée de gaz en champ proche (0 = aucune bouffée de gaz allongée)	0	0
MTRANS	Modélisation du panache ascendant transitionnel ? (1 = Oui)	1	1
MTIP	Traitement du rabattement au bout de la cheminée ? (1 = Oui)	1	1

**Tableau A-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALPUFF (suite)**

Variable du CALPUFF	Description	Valeur implicite	Valeurs propres au Projet Énergie Cacouna
MSHEAR	Traitement du cisaillement vertical du vent ? (0 = Non)	0	0
MSPLIT	Division des bouffées de gaz permise ? (0 = Non)	0	1
MICHEM	Concentrations chimiques MESOPUFF-II ? (1 = Oui)	1	3
MWET	Modélisation des dépôts humides ? (1 = Oui)	1	0
MDRY	Modélisation des dépôts secs ? (1 = Oui)	1	1
MDISP	Méthode pour les coefficients de dispersion (2 = utilisation de variables micrométéorologiques internes)	3	2
MTURBVW	Caractérisation de la turbulence ? (Uniquement si MDISP = 1 ou 5)	3	-
MDISP2	Confirmer les coefficients (Uniquement si MDISP = 1 ou 5)	3	-
MROUGH	Ajuster le PG selon la rugosité de surface ? (0 = Non)	0	0
MPARTL	Modélisation de la pénétration partielle du panache ? (0 = Non)	1	1
MTINV	Force d'inversion élevée (0 = calcul à partir des données)	0	0
MPDF	Utilisation de PDF pour la dispersion convective ? (1 = Oui)	0	1
MSGTIBL	Utilisation du module TIBL ? (0 = Non) permet le traitement des zones côtières à l'échelle des sous-grilles	0	0
MREG	Vérifications des valeurs implicites réglementaires ? (1 = Oui) 1	1	0
NSPEC	Noms des espèces chimiques modélisées (pour le RIVAD, doivent être SO <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , HNO <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> )	Programmé par l'utilisateur	A.D.
Noms des espèces chimiques	Façon dont les espèces seront modélisées	Programmé par l'utilisateur	A.D.
Groupes d'espèces chimiques	Regroupement éventuel des espèces	Programmé par l'utilisateur	Aucun
NX	Nombre de grilles est-ouest des données météorologiques entrées	Programmé par l'utilisateur	75
NY	Nombre de grilles nord-sud des données météorologiques entrées	Programmé par l'utilisateur	75
NZ	Nombre de couches verticales des données météorologiques entrées	Programmé par l'utilisateur	8
DGRIDKM	Espacement de la grille météorologique (km) programmé par l'utilisateur	Programmé par l'utilisateur	1
ZFACE	Hauteurs des faces de cellules verticales des données météorologiques entrées	Programmé par l'utilisateur	0, 20, 50, 100, 250, 500, 1 000, 1 850 et 3 000
XORIGKM	Angle sud-ouest (est-ouest) des données météorologiques entrées	Programmé par l'utilisateur	424.412

**Tableau A-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALPUFF (suite)**

Variable du CALPUFF	Description	Valeur implicite	Valeurs propres au Projet Énergie Cacouna
YORIGIM	Angle sud-ouest (nord-sud) des données météorologiques entrées	Programmé par l'utilisateur	5272.258
IUTMZN	Zone UTM	Programmé par l'utilisateur	19
XLAT	Latitude du centre du domaine météorologique	Programmé par l'utilisateur	s.o.
XLONG	Longitude du centre du domaine météorologique	Programmé par l'utilisateur	s.o.
XTZ	Fuseau horaire de base des données météorologiques entrées	Programmé par l'utilisateur	5
IBCOMP	Indice X sud-ouest du domaine de modélisation numérique	Programmé par l'utilisateur	21
JBCOMP	Indice Y sud-ouest du domaine de modélisation numérique	Programmé par l'utilisateur	21
IECOMP	Indice X nord-ouest du domaine de modélisation numérique	Programmé par l'utilisateur	55
JECOMP	Indice Y nord-est du domaine de modélisation numérique	Programmé par l'utilisateur	55
LSAMP	Utilisation de récepteurs répartis sur grille ? (T = Oui)	F	T
IBSAMP	Indice X sud-ouest de la grille de récepteurs	Programmé par l'utilisateur	26
JBSAMP	Indice Y sud-ouest de la grille de récepteurs	Programmé par l'utilisateur	26
IESAMP	Indice X nord-est de la grille de récepteurs	Programmé par l'utilisateur	50
JESAMP	Indice Y nord-est de la grille de récepteurs	Programmé par l'utilisateur	50
MESHDN	Espacement des récepteurs sur la grille = DGRIDKM/MESHDN	1	1
ICON	Concentrations de sortie ? (1 = Oui)	1	1
IDRY	Flux de sortie des dépôts secs ? (1 = Oui)	1	0
IWET	Flux de sortie des dépôts humides ? (1 = Oui)	1	0
IVIS	HR de sortie pour les calculs de visibilité ? (1 = Oui)	1	0
LCOMPRS	Utilisation de l'option de compression dans la sortie ? (T = Oui)	T	T
ICPRT	Impression des concentrations ? (0 = Non)	0	0
IDPRT	Impression des courants de dépôts secs ? (0 = Non)	0	0
IWPRT	Impression des courants de dépôts humides ? (0 = Non)	0	0
ICFRQ	Intervalle d'impression des concentrations (1 = toutes les heures)	1	1
IDFRQ	Intervalle d'impression des courants de dépôts secs (1 = toutes les heures)	1	0
IWFRQ	Intervalle d'impression des courants de dépôts humides (1 = toutes les heures)	1	0

**Tableau A-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALPUFF (suite)**

Variable du CALPUFF	Description	Valeur implicite	Valeurs propres au Projet Énergie Cacouna
IPRTU	Impression des unités de sortie (3 = $\mu\text{g}/\text{m}^{**3}$ ; $\mu\text{g}/\text{m}^{**2}/\text{s}$ )	1	3
IMESG	Messages d'état à l'écran ? (1 = Oui)	1	2
Sortir les espèces chimiques	Où sortir les diverses espèces	Programmé par l'utilisateur	Vers le fichier
LDEBUG	Mettre le suivi de mise au point en fonction ? (F = Non)	F	F
Dépôts secs de gaz	Paramètres chimiques des espèces dans les retombées gazeuses	Programmé par l'utilisateur	Aucun
Retombées de particules de gaz	Paramètres chimiques des espèces dans les retombées particulaires	Programmé par l'utilisateur	Aucun
RCUTR	Résistance de référence de cuticule (s/cm)	30	30
RGR	Résistance de référence du sol (s/cm)	10	10
REACTR	Réactivité de référence	8	8
NINT	Nombre d'intervalles granulométriques	9	9
IVEG	État végétatif (1 = actif et sans tensions)	1	1
Humide	Paramètres des dépôts humides	Programmé par l'utilisateur	Aucun
MOZ	Concentration de fond d'ozone ? (1 = lire à partir de ozone.dat)	1	1
BCKO3	Concentration implicite d'ozone (ppM) (seulement si les données sont manquantes)	80	80
BCKNH3	Concentration de fond d'ammoniac (ppM)	10	10
RNITE1	Taux de pertes nocturnes de SO <sub>2</sub> (%/h)	0,2	0,2
RNITE2	Taux de pertes nocturnes de NO <sub>x</sub> (%/h)	2	2
RNITE3	Taux de pertes nocturnes de HNO <sub>3</sub> (%/h)	2	2
SYTDEP	Distance horizontale (m) à laquelle passer à la dépendance chronologique	550	550
MHFTSE	Utilisation de la formule de Heffter pour la dispersion verticale ? (0 = Non)	0	0
JSUP	Classe de stabilité PG au-dessus de la couche mélangée 5	5	5
CONK1	Constante de dispersion stable (Eq 2.7-3) 0,010,01	0,01	0,01
CONK2	Constante de dispersion neutre (Eq 2.7-4) 0,10,1	0,1	0,1
A.D.	Transition aux algorithmes de rabattement (0,5 = ISC) 0,5	0,5	0,5
IURB1	Début du type d'utilisation urbaine des terres	10	10
IURB2	Fin du type d'utilisation urbaine des terres	19	19
	Utiliser ce qui suit pour les entrées météorologiques en un seul point seulement (écran CALPUFF)	0	-
ILANDUIN	Type d'utilisation des terres (20 = terres agricoles non irriguées)	20	-
ZOIN	Longueur de rugosité (m)	0,25	-

**Tableau A-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALPUFF (suite)**

Variable du CALPUFF	Description	Valeur implicite	Valeurs propres au Projet Énergie Cacouna
XLAIIN	Indice de surface foliaire	3	-
ELEVIN	Station météorologique : altitude (m au-dessus du niveau moyen de la mer)	0	-
XLATIN	Station météorologique : latitude nord (degrés)	Programmé par l'utilisateur	-
XLONIN	Station météorologique : longitude ouest (degrés)	Programmé par l'utilisateur	-
ANEMHT	Hauteur anémométrique des données météorologiques ISC (m)	10	-
ISIGMAV	Turbulence latérale (non utilisée avec les données météorologiques ISC)	1	-
IMIXCTDM	Hauteurs de mélange (non utilisée avec les données météorologiques ISC)	0	-
	Fin des variables d'entrées météorologiques en un point unique		
XMULEN	Longueur maximale de bouffée de gaz allongée en unités DGRIDKM	1	1
XSAMLEN	Distance maximale de déplacement de la bouffée de gaz par étape d'échantillonnage (unités de DGRIDKM)	1	1
MXNEW	Nombre maximum de bouffées de gaz à l'heure	99	99
MXSAM	Nombre maximum d'étapes d'échantillonnage à l'heure	99	99
SL2PF	Longueur maximum de la bouffée de gaz/coefficient Sy 10	10	10
PLX0	Exposants de la loi exponentielle de la vitesse du vent	0,07, 0,07, 0,10, 0,15, 0,35, 0,55	0,07, 0,07, 0,10, 0,15, 0,35, 0,55
WSCAT	Limites supérieures des 5 premières classes de vitesse de vent (m/s)	1,54, 3,09, 5,14, 8,23, 10,8	1,54, 3,09, 5,14, 8,23, 10,8
PTGO	Gradients potentiels de température PG E et F (degrés/km)	0,020, 0,035	0,020, 0,035
SYMIN	Dispersion latérale minimale de la nouvelle bouffée de gaz (m) 1	1	1
SZMIN	Dispersion verticale minimale de la nouvelle bouffée de gaz (m) 1	1	1
SVMIN	Étalement de la turbulence latérale minimale (m/s) 6*0.50	6*0,50	6*0,50
SWMIN	Étalement de la turbulence verticale minimale (m/s)	0,20, 0,12, 0,08, 0,06, 0,03, 0,016	0,20, 0,12, 0,08, 0,06, 0,03, 0,016
CDIV	Critère de divergence pour dw/dz (1/s)	0,01	0,01, 0,01
WSCALM	Vitesse minimale du vent en condition non calme (m/s)	0,5	0,5
XMAXZI	Hauteur maximale de mélange (m) 3 000	3 000	3 000
XMINZI	Hauteur minimale de mélange (m) 50	50	50
PPC	Coefficients d'itinéraire du panache (uniquement lorsque MCTADJ = 3)	0,5, 0,5, 0,5, 0,5, 0,35, 0,35	0,5, 0,5, 0,5, 0,5, 0,35, 0,35
NSPLIT	Nombre de bouffées de gaz quand elles se divisent	3	3



**Tableau A-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALPUFF (suite)**

Variable du CALPUFF	Description	Valeur implicite	Valeurs propres au Projet Énergie Cacouna
IRESPLIT	Heures pendant lesquelles les bouffées de gaz peuvent se diviser	Programmé par l'utilisateur	17*0,1,6*0
ZISPLIT	Hauteur de mélange pendant les heures précédentes (minimum), (m)	100	100
ROLDMAX	Le ratio hauteur de mélange max. pendant les heures précédentes/hauteur de mélange actuelle doit être inférieure à cette valeur pour permettre la division des bouffées de gaz.	0,25	0,25
EPSSLUG	Critère de convergence pour l'intégration de l'échantillonnage de bouffée de gaz allongée	0,0001	0,0001
PESAREA	Critère de convergence pour l'intégration de la source diffuse	0,000001	0,000001
NPT1	Nombre de sources ponctuelles	Programmé par l'utilisateur	A.D.
IPTU	Unités de taux d'émissions (1 = g/s)	1	1
NSPT1	Nombre de combinaisons d'espèces aux sources ponctuelles	0	0
NPT2	Nombre de sources ponctuelles avec taux d'émissions entièrement variables	0	0
Sources ponctuelles	Caractéristiques des sources ponctuelles	Programmé par l'utilisateur	A.D.
Sources diffuses	Caractéristiques des sources diffuses	Programmé par l'utilisateur	A.D.
Sources linéaires	Caractéristiques des sources linéaires flottantes	Programmé par l'utilisateur	A.D.
Sources volumiques	Caractéristiques des sources volumiques	Programmé par l'utilisateur	A.D.
NREC	Nombre de récepteurs programmés par l'utilisateur Programmé par l'utilisateur	Programmé par l'utilisateur	2 500
Récepteur	Emplacement et altitude (niveau moyen de la mer) des récepteurs Programmé par l'utilisateur	Programmé par l'utilisateur	-

## **ANNEXE B**

### **PARAMÈTRES DE CALCUL ET AIGUILLAGES PRÉLIMINAIRES DU MODÈLE NUMÉRIQUE CALMET**

**Tableau B-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALMET**

Variable du CALMET	Description	Valeur implicite	Valeur propre au Projet Énergie Cacouna
GEO.DAT	Nom du fichier de données géophysiques	GEO.DAT	GEO.DAT
SURF.DAT	Nom du fichier de données de surface	SURF.DAT	SURF.DAT
PRECIP.DAT	Nom du fichier de données de précipitations	PRECIP.DAT	s.o.
NUSTA	Nombre de sites de données atmosphériques en altitude	Programmé	1
UPn.DAT	Nombre de fichiers de données atmosphériques en altitude NUSTA	UPn.DAT	UPCAR.DAT
IBYR	Année de début	Programmé par l'utilisateur	1996
IBMO	Mois de début	Programmé par l'utilisateur	1
IBDY	Jour de début	Programmé par l'utilisateur	1
IBHR	Heure de début	Programmé par l'utilisateur	0
IBTZ	Fuseau horaire de base	Programmé par l'utilisateur	5
IRLG	Nombre d'heures à simuler	Programmé par l'utilisateur	8784
IRTYPE	Type de fichier de sortie à créer (pour le CALPUFF, doit être 1)	1	1
LCALGRD	A-t-on besoin des composés w et de la température ?	T	T
NX	Nombre de cellules de grille est-ouest	Programmé par l'utilisateur	75
NY	Nombre de cellules de grille nord-sud	Programmé par l'utilisateur	75
DGRIDKM	Résolution	Programmé par l'utilisateur	1
XORIGKM	Coordonnée X des cellules de grille sud-ouest	Programmé par l'utilisateur	424.412
YORIGKM	Coordonnée Y des cellules de grille sud-ouest	Programmé par l'utilisateur	5272.258
XLAT0	Latitude des cellules de grille sud-ouest	Programmé par l'utilisateur	s.o.
YLO0	Longitude des cellules de grille sud-ouest	Programmé par l'utilisateur	s.o.
IUTMZN	Zone UTM	Programmé par l'utilisateur	17
LLCONF	Quand on utilise la carte à projection conique conforme de Lambert, déplacer les vents du nord géographique au nord de la carte ?	F	F
XLAT1	Latitude du 1er parallèle de référence	30	-
XLAT2	Latitude du 2e parallèle de référence	60	-
RLON0	Longitude utilisée lorsque LLCONF = T	90	-

**Tableau B-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALMET (suite)**

Variable du CALMET	Description	Valeur implicite	Valeur propre au Projet Énergie Cacouna
RLAT0	Latitude utilisée lorsque LLCONF = T	40	-
NZ	Nombre de couches verticales	Programmé par l'utilisateur	8
ZFACE	Hauteurs de face des cellules verticales (NZ+1 valeurs)	Programmé par l'utilisateur	20, 50, 100, 250, 500, 1 000, 1 850 et 3 000
LSAVE	Sauvegarder les champs de données météo dans un fichier non formaté ?	T	T
IFORMO	Format du fichier non formaté (1 pour le CALPUFF)	1	1
NSSTA	Nombre de stations dans le fichier SURF.DAT	Programmé par l'utilisateur	12
NPSTA	Nombre de stations dans le fichier PRECIP.DAT	Programmé par l'utilisateur	0
ICLOUD	Les données sur les nuages doivent-elles être entrées comme des champs quadrillés ? (0 Non)	0	0
IFORMS	Format des données de surface (2 = formaté)	2	2
IFORMP	Format des données de précipitations (2 = formaté)	2	2
IFORMC	Format des données sur les nuages (2 = formaté)	2	1
IWFCD	Génération des vents à l'aide du module diagnostic des vents ? (1 = Oui)	2	1
IFRADJ	Ajustement des vents à l'aide des effets du nombre de Froude ? (1 = Oui)	2	1
IKINE	Ajustement des vents à l'aide des effets cinématiques ? (1 = Oui)	0	1
IOBR	Utilisation de la procédure d'O'Brien pour les vents verticaux ? (0 = Non)	0	1
ISLOPE	Calcul des écoulements de pente ? (1 = Oui) 1	1	1
IEXTRP	Extrapolation des vents de surface vers les couches supérieures ? (-4 = utilisation de la théorie de la similarité sans tenir compte de la couche 1 de données de la station d'observation de la haute atmosphère)	-4	-4
ICALM	Extrapolation des accalmies de surface vers les couches supérieures ? (0 = Non)	0	0
BIAS	Facteurs de pondération de l'atmosphère de surface/la haute atmosphère (valeurs NZ)	NZ*0	8*0
I PROG	Utilisation des données pronostiques ou MM-FDDA ? (0 = Non)	0	14
LVARY	Utilisation du rayon variable pour calculer les vents en surface ?	F	T
RMAX1	Rayon d'extrapolation max. en surface au-dessus des terres (km)	Programmé par l'utilisateur	15
RMAX2	Rayon d'extrapolation max. en altitude au-dessus des terres (km)	Programmé par l'utilisateur	20
RMAX3	Rayon d'extrapolation max. en surface au-dessus des eaux (km)	Programmé par l'utilisateur	20
RMIN	Rayon d'extrapolation minimum (km)	0,1	2,0

**Tableau B-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALMET (suite)**

Variable du CALMET	Description	Valeur implicite	Valeur propre au Projet Énergie Cacouna
NUMTS	Nombre max. de stations dans les interpolations de température	5	5
TERRAD	Rayon d'influence des accidents de terrain (km)	Programmé par l'utilisateur	10
R1	Poids relatif en surface du champ et des observations de l'étape 1	Programmé par l'utilisateur	20
R2	Poids relatif en altitude du champ et des observations de l'étape 1	Programmé par l'utilisateur	20
DIVLIM	Divergence minimale admissible	0,000005	0,000005
NITER	Nombre max. de passes dans la minimisation de la divergence	50	50
NSMTH	Nombre de passes dans le lissage (valeurs NZ)	2, 4*(NZ-1)	2,8,8,12,12,4,4
NINTR2	Nombre max. de stations pour les interpolations (valeurs NA)	99	8*99
CRITFN	Nombre de Froude critique	1	1
ALPHA	Facteur empirique déclenchant les effets cinématiques	0,1	0,1
IDIOPT1	Calcul des températures à partir des observations (0 = vraie)	0	0
ISURFT	Utilisation de la station d'observation en surface pour la température de surface (entre 1 et NSSTA)	Programmé par l'utilisateur	5
IDIOPT2	Calcul des gradients verticaux thermiques moyens du domaine ? (0 = 0 vrai)	0	0
IUPT	Station pour les gradients verticaux thermiques (entre 1 et NUSTA)	Programmé par l'utilisateur	1
ZUPT	Profondeur des gradients verticaux thermiques moyens du domaine (m)	200	200
IDIOPT3	Calcul des vents de l'hypothèse initiale interne ? (0 = vrai)	0	0
IUPWND	Station de données atmosphériques en altitude pour les vents du domaine (-1 = 1/r**2 interpolation de toutes les stations)	-1	-1
ZUPWND	Couches inférieure et supérieure pour les vents de l'hypothèse initiale (m)	1, 1 000	1, 3 000
IDIOPT4	Lecture des vents en surface dans SURF.DAT? (0 = vrai)	0	0
IDIOPT5	Lecture des vents en altitude dans UPn.DAT? (0 = vrai)	0	0
CONSTB	Hauteur de mélange neutre B constante	1,41	1,41
CONSTE	Hauteur de mélange convective E constante	0,15	0,15
CONSTN	Hauteur de mélange stable N constante	2400	2400
CONSTW	Hauteur de mélange au-dessus des eaux W constante	0,16	0,16
FCORIOL	Valeur absolue du paramètre de Coriolis	0,0001	0,0001

**Tableau B-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALMET (suite)**

Variable du CALMET	Description	Valeur implicite	Valeur propre au Projet Énergie Cacouna
IAVEXZI	Établissement de la moyenne spatiale des hauteurs de mélange ? (1 = vrai)	1	1
MNMDAV	Rayon max. d'établissement de moyenne (nombre de cellules de quadrillage)	1	3
HAFANG	Demi-angle d'observation vers l'amont du vent (degrés)	30	30
DPTMIN	Gradient vertical thermique potentiel minimum du plafond	0,001	0,001
DZZI	Profondeur de calcul du gradient vertical thermique du plafond (m)	200	200
ZIMIN	Hauteur de mélange minimale au-dessus des terres (m)	50	50
ZIMAX	Hauteur de mélange maximale au-dessus des terres (m)	3 000	3 000
ZIMINW	Hauteur de mélange minimale au-dessus des eaux (m)	50	100
ZIMAXW	Hauteur de mélange maximale au-dessus des eaux (m)	3 000	3 000
IRAD	Forme d'interpolation de température (1 = 1/r)	1	1
TRADKM	Rayon de l'interpolation de température (km)	500	25
IAVET	Établissement de la moyenne spatiale de température ? (1 = vrai)	1	1
TGDEFB	Gradient thermal vertical implicite de la couche mélangée au-dessus des eaux (K/m)	-0,0098	-0,0098
TGDEFA	Gradient thermique vertical implicite du plafond au-dessus des eaux (K/m)	-0,0045	-0,0035
JWAT1	Début du type d'utilisation des terres définissant l'eau	999	50
JWAT2	Fin du type d'utilisation des terres définissant l'eau	999	55
NFLAGP	Méthode d'interpolation des précipitations (2 = 1/r**2)	2	3
SIGMAP	Rayon des précipitations pour les interpolations (km)	100	18
CUTP	Seuil minimum de précipitations (mm/h)	0,01	1
SSn	Dossiers des entrées NSSTA pour les stations d'observation en surface	Programmé par l'utilisateur	Voir ci-dessous
USn	Dossiers des entrées NUSTA pour les stations d'observation de la haute atmosphère	Programmé par l'utilisateur	Voir ci-dessous
PSn	Dossiers des entrées NSSTA pour les stations d'observation pluviométrique	Programmé par l'utilisateur	Aucun
<b>ENTRÉES POUR LES STATIONS D'OBSERVATION EN SURFACE</b>			
CSNAM	Nom de la station		'RIV'
IDSSTA	Indicatif de station		56616
XSSTA	Coord. X de la station d'observation en surface		460.350
YSSTA	Coord. Y de la station d'observation en surface		5299.765

**Tableau B-1 Paramètres de calcul et aiguillages préliminaires du modèle numérique CALMET (suite)**

<b>Variable du CALMET</b>	<b>Description</b>	<b>Valeur implicite</b>	<b>Valeur propre au Projet Énergie Cacouna</b>
XSTZ	Fuseau horaire de la station		19
ZANEM	Hauteur anémométrique		10
<b>ENTRÉES POUR LES STATIONS D'OBSERVATION DE LA HAUTE ATMOSPHÈRE</b>			
CSNAM	Nom de la station		'CAR'
IDSSTA	Indicatif de station		14607
XSSTA	Coord. X de la station d'observation en surface		574.685
YSSTA	Coord. Y de la station d'observation en surface		5191.184
XSTZ	Fuseau horaire de la station		5