



Analyse d'impact visuel

RAPPORT FINAL

Présenté à Administration portuaire de Québec

16 novembre 2015

no réf: 112344.001



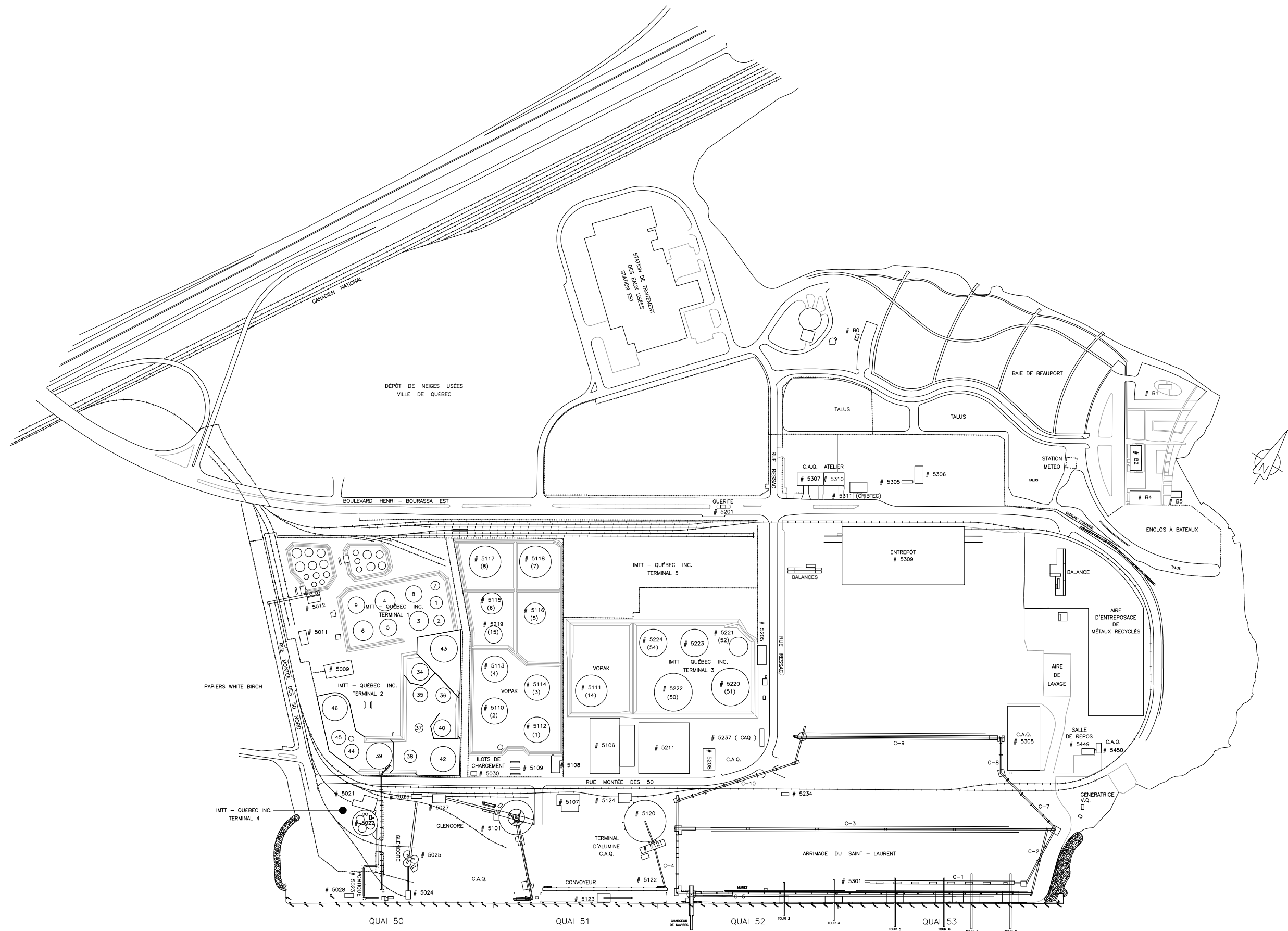
OMBAGES



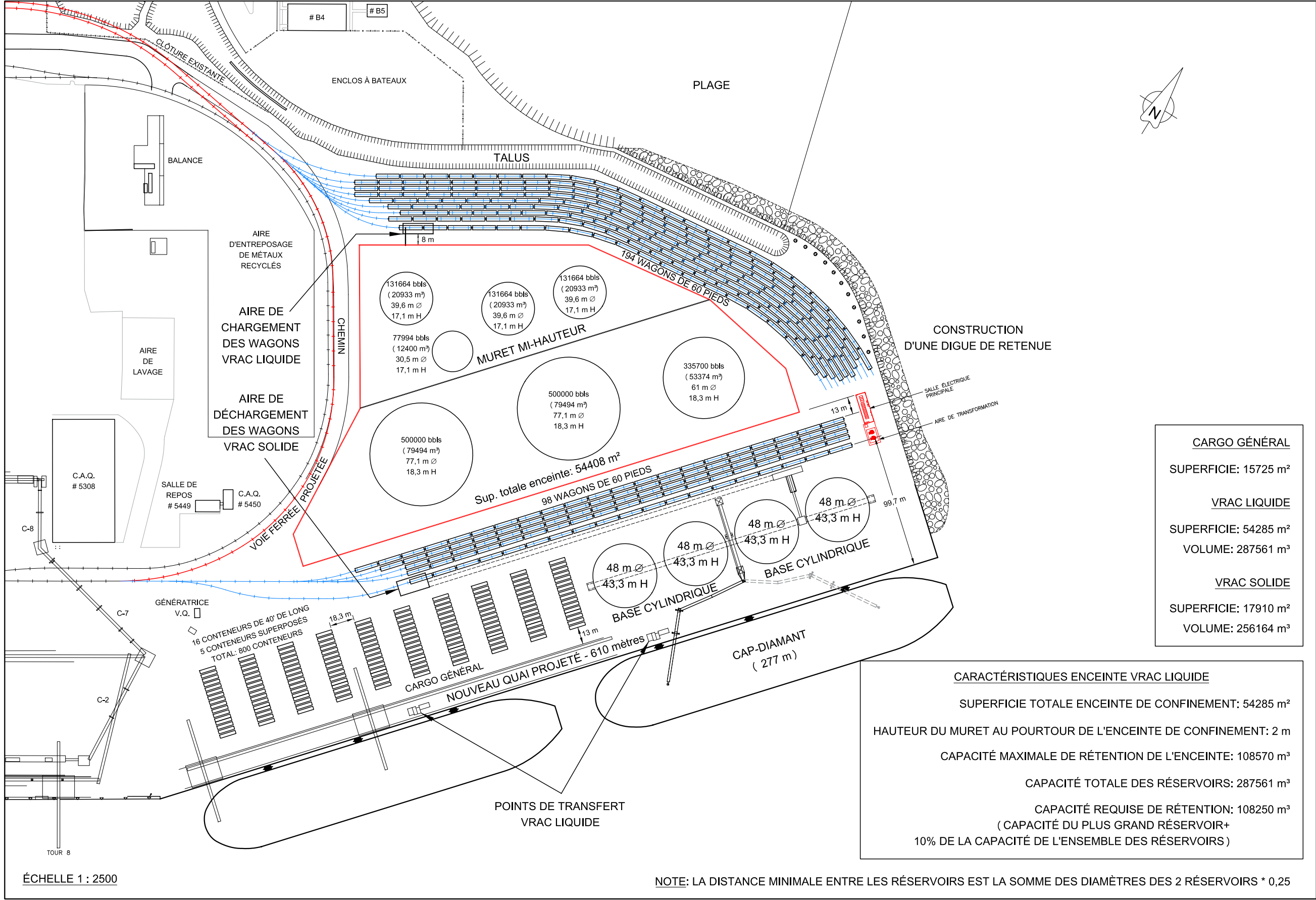
Table des matières

1. introduction	6
2. méthodologie	7
3. normes et terminologie d'éclairage	9
4. relevés terrain	10
5. impacts visuels des quais existants	11
6. impact visuel du projet d'agrandissement	24
7. étude énergétique	33
8. conclusion	35





CARTE DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES



CARTE DE LA ZONE D'ÉTUDE - PROJET D'AGRANDISSEMENT

1. Introduction

Un des plus importants ports canadiens en termes de tonnage et de retombées économiques, le Port de Québec est en effet une plaque tournante des activités commerciales maritimes. Situé à la tête du Corridor de commerce Saint-LaurentGrands Lacs, le Port de Québec est un lieu de transbordement stratégique, puisqu'ouvert à l'année, comptant sur plus de 11,5 mètres de profondeur d'eau et sur une pleine intermodalité. Le projet de Beauport 2020 de bâtir un terminal multifonctionnel en eau profonde s'inscrit dans ce contexte stratégique de maintenir et favoriser la croissance des activités maritimes commerciales pour répondre aux besoins économiques actuels et futurs notamment sur le plan des exportations canadiennes. La première phase de Beauport 2020 consiste à prolonger la ligne actuelle de quai du secteur, ce qui permettra d'ajouter 610 mètres supplémentaires aux 1 120 mètres déjà présents, tout en augmentant la superficie disponible de 17,5 hectares.

Pour ce faire, l'administration portuaire de Québec (APQ) doit remettre une étude d'impact à l'agence canadienne d'évaluation environnementale (ACÉE) qui comprendra un volet sur l'éclairage. Pour ce volet, APQ a mandaté Ombrages afin d'effectuer une analyse de l'impact visuel de ce projet. Une des préoccupations importantes repose sur la luminosité du site agrandi selon différents points de vue. Paysage industriel en zone urbaine, le port de Québec constitue effectivement un élément marquant du paysage de Québec vu à partir du fleuve, de la rive sud ou des environs du site tels que le secteur Beauport et l'île d'Orléans. L'aspect visuel nocturne du projet est le sujet principalement traité dans ce document pour amener à émettre des recommandations sur un aménagement de luminaires pour le nouveau quai. L'étude explicite dans un premier temps sa méthodologie de réalisation, les normes et la terminologie d'éclairage sont traitées au chapitre 3 et le chapitre 4 présente les constats des relevés terrain effectués. Les chapitres 5 et 6 abordent le cœur du sujet en présentant les impacts visuels nocturnes des quais existants et du projet d'agrandissement et le chapitre 7 conclut avec une analyse comparative de deux solutions d'éclairage et émet des recommandations.

2. Méthodologie

Afin d'analyser l'impact visuel de l'éclairage du port, certaines tâches préparatoires sont nécessaires :

- Prise de connaissance des plans existants disponibles (implantation seulement) et demande d'informations à propos des équipements en place;
- Nous avons fait appel à un photographe professionnel pour rendre des images de grande qualité. Les photos du port ont été prises le 24 septembre dernier à partir de chacun des quatre (4) points de vue (sites) identifiés par APQ. Une lentille de 30 à 50 mm est utilisée afin de donner une perception similaire à l'œil humain. Il est à noter que les photos ne rendent que partiellement la perspective visuelle puisqu'il est impossible de percevoir, entre autres, l'effet de l'éblouissement qui est en fait le critère le plus perturbateur de l'éclairage la nuit. Une définition simpliste de l'éblouissement serait la difficulté d'adaptation de l'œil à une source de lumière vive contrastant avec un champ visuel peu éclairé (voir terminologie d'éclairage);
- Relevés de jour et de nuit (effectués les 10 et 16 septembre dernier);
- Simulation photométrique de l'existant selon certaines hypothèses;
- Recherche des différentes normes applicables.

Notre analyse se concentre sur les éléments plus problématiques du projet, et ce, dans l'esprit du mandat qui nous a été donné, c'est-à-dire l'analyse de l'impact visuel. Pour ce faire, nous établissons dans un premier temps les principales normes terminologies et d'éclairage afin de mieux référer le lecteur. Nous décrivons les relevés terrain effectués. Par la suite le rapport s'attarde au cœur du sujet en traitant l'impact visuel des quais existants à l'aide de deux méthodes : une photométrie de l'existant et par des mesures de luminance. Enfin, nous traitons de l'impact visuel du projet d'agrandissement à l'aide de deux méthodes : une photométrie des aménagements proposés et une analyse des infographies réalisées simulant le projet d'agrandissement.

Les sites, déterminés par l'administration portuaire de Québec, utilisés pour les prises de photos, les mesures de luminance et l'analyse sont présentés à la page suivante.

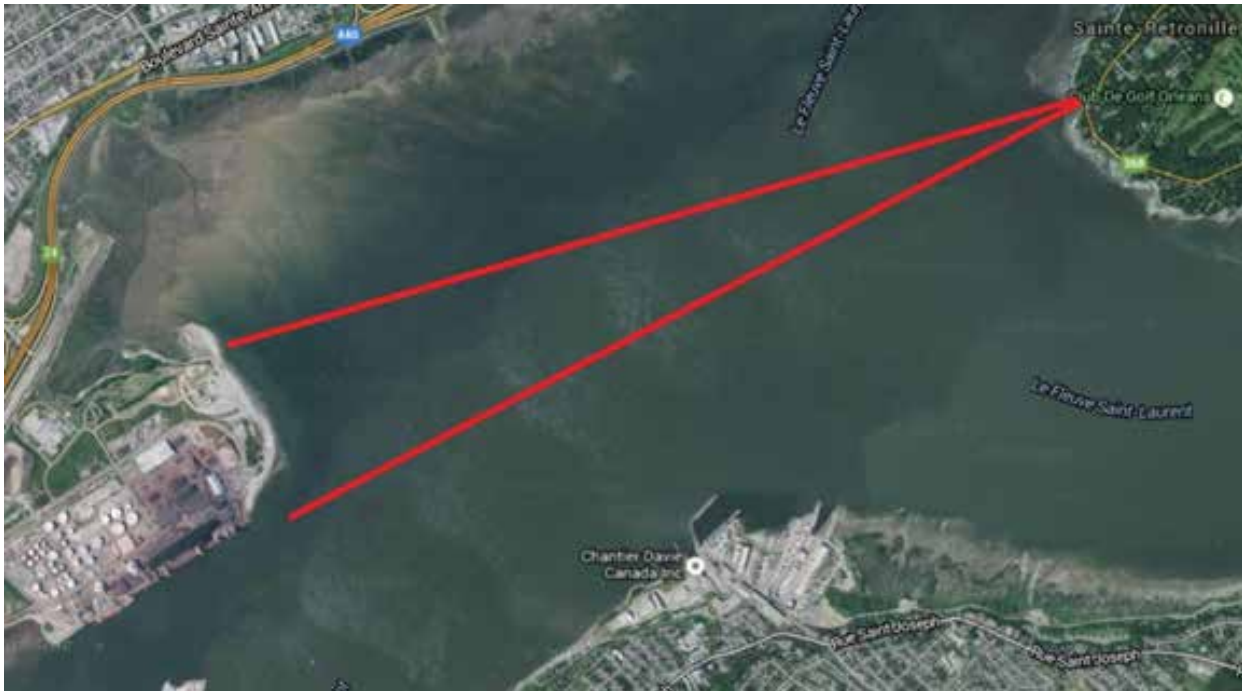
Sites d'observation



Site 1 / Lévis - Rue Thomas-Bertrand



Site 2 / Lévis - Grève Joliette



Site 4 / Île d'Orléans - Pointe de l'Île (rue Horatio Walker)



Site 3 / Beauport - Boulevard des Chutes

3. Normes et terminologie d'éclairage

Lors de nos recherches, peu de normes se rapportant à proprement parler aux ports ont été trouvées. Les documents suivants ont néanmoins été pris en référence pour cette étude.

- Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail (DORS/86-304) provenant du Code canadien du travail (L.R.C. (1985), ch. L-2) ;
- International Engineering Society of North America (IES);
- Commission internationale de l'éclairage (CEI);
- International Dark-Sky Association (IDA).

Les niveaux de référence utilisés sont spécifiés aux différentes sections applicables.

Il est à noter qu'il est possible que le « International Ship and Port Facility (ISPS) Code » contienne des éléments pertinents, mais celui-ci n'a pas été analysé, mais pourra l'être lors d'une phase de conception à venir, le cas échéant.

Un tableau de certains termes utilisés dans cette analyse est constitué à partir du Lighting Handbook produit par l'IES (Illuminating Engineering Society of North America) (2000), un ouvrage de référence en éclairage qui se trouve seulement en édition anglaise.

Term / Terme	Definition
Glare / Éblouissement	The sensation produced by luminance within the visual field that is sufficiently greater than the luminance to which the eyes are adapted. Glare comes in three forms: discomfort glare is defined as glare producing discomfort that does not necessarily interfere with visual performance or ability. Disability glare is defined as the effect of stray light in the eye whereby visibility and visual performance are reduced. Nuisance glare cannot be quantified presently, but is defined as light appearing where it does not belong.
Light trespass / Pollution lumineuse (terrestre)	Light that is produced for a particular location, but affects adjacent areas. Generally light trespass falls into two categories: unwanted light and excessive brightness. Light trespass is somewhat suggestive, as it often relates to immeasurable or indefinable factors.
Light pollution - Sky glow / Pollution lumineuse - Halo lumineux (aérienne)	Light pollution or sky glow is the result of dust, water vapour and other particles in the atmosphere that reflect light that is emitted into the atmosphere. The result, particularly in urban areas, is a decrease in the ability to see the night sky.
Brightness / Luminosité	A subjective attribute of any light sensation giving rise to the perception of luminous magnitude, including the qualities of being bright, light, brilliant, dim and dark.
Reflection / Réflexion	The process whereby part of the light falling on a medium leaves that medium from the incident side. Reflection can be specular, diffuse, spread or compound in nature, and all of these effects are generated from the lighting system, depending on the local weather conditions. For example, at Roberts Bank container terminal facility on a clear calm night, light is reflected off the smooth water surface, which almost acts like a mirror. On dark stormy nights, the light from the facility is scattered by reflecting off raindrops while the water surface is no longer calm, so specular reflectance is now more diffuse or spread, thereby giving a different visual image.
Cutoff angle / Angle défilé absolu	The angle measured up from Nadir (vertical axis), and the first line of sight at which the bare source is not visible.
Light distribution classification / Type de distribution lumineuse	The intensity distribution produced by the luminaire. There are four distribution patterns which are classified as: Full Cutoff, Cutoff, Semicutoff and Noncutoff. Full Cutoff is defined as: zero candela occurs at 90° or more and no more than 10% of candela output above 80°. Cutoff is defined as: no more than 2.5% candela output occurs above 90° and no more than 10% above 80°. Semicutoff is defined as: no more than 5% candela output above 90° and 20% above 80°. Noncutoff is defined as: no candela limitation in the zone above maximum candela.

4. Relevés terrain

Un relevé de jour a été réalisé afin de prendre des informations sur l'éclairage existant, notamment les quantités, emplacements, hauteurs de montage approximatives, types de projecteurs, etc.

Un relevé de soir nous a permis de prendre quelques mesures en éclairage sur le site et en luminance à partir des quatre points de vue analysés. Il faut noter que ces mesures ont été prises l'été puisque des mesures en hiver avec la lumière réfléchiée par la neige auraient certainement donné des niveaux en éclairage plus élevés.

Mesures en éclairage

Les mesures en éclairage (illuminance) représentent une quantité de lumière qui frappe une surface donnée et est mesurée en lux.

Ces mesures servent à constater l'état des lieux actuels sur le plan de l'éclairage, bien que les travaux de relampage n'étaient pas terminés lors de la prise de mesures et que l'éclairage semble variable selon les périodes de la nuit et selon les opérations de chargement ou déchargement.

À partir de ce relevé et des mesures enregistrées, nous sommes en mesure de représenter plus adéquatement le site en photométrie.

Voir la section 5.2 pour l'étude photométrique du site actuel.

Les mesures ont été prises à l'aide d'un luxmètre cal-LIGHT 400 de Cooke Corporation avec certificat de calibration valide.

Mesures en luminance

La luminance est une mesure en rapport avec la perception de la lumière par l'œil humain et est mesurée en candela/m2. Il s'agit en fait de la concentration de lumière réfléchiée vers l'œil par unité de surface.

Pour les fins de notre étude, nous utiliserons le luminancemètre pour mesurer directement les sources des points lumineux forts du paysage de chacun des sites visités (les 4 différents points de vue).

Les mesures des différents points lumineux des sites observés sont utilisées pour faire un rapport de comparaison (ratio) qui permet d'évaluer quantitativement l'impact lumineux du port dans son environnement.

Voir la section 5.3 pour l'analyse des mesures en luminance.

Les mesures ont été prises à l'aide d'un luminancemètre LS-110 de Konica Minolta avec certificat de calibration valide.

Quelques photos prises lors des relevés



5. Impact visuel des quais existants

5.1 Appareils existants et fonctionnement

Les principaux appareils d'éclairage se trouvant sur les quais 52 et 53 et à proximité sont les suivants :

- Projecteurs aux halogénures métalliques (MH) de 1000 W pour l'éclairage à partir des tours et ceux de l'aire de lavage et certains implantés sur les grues (voir image A). Pour le calcul photométrique, en l'absence de l'information sur le modèle en place, nous avons effectué les calculs avec un PentaFlood Size 5 de Philips Keene;
- Projecteurs au sodium haute pression de 1000 W pour l'éclairage de tâche (sur les grues) (voir image B) (non simulé dans le calcul photométrique);
- Projecteurs muraux aux halogénures métalliques de 70 W pour l'éclairage de la voie de circulation ainsi que de la passerelle du convoyeur en façade du fleuve (voir image C);
- Projecteurs avec abat-jour (visière) pour les passerelles des autres convoyeurs (voir image D). Pour la photométrie, en l'absence de l'information sur le modèle en place, nous avons effectué les calculs avec un WPS de Stanpro.

Nous avons noté que plusieurs de ces appareils ne sont actuellement pas utilisés de manière optimale afin de réduire leur impact visuel sur l'environnement.

Sur le plan du contrôle d'éclairage, il s'agit d'un contrôle manuel en fonction des secteurs et des activités du port, les projecteurs sont allumés seulement au besoin. Pour l'éclairage de tâche des grues, celui-ci se ferme automatiquement dès que la grue cesse d'être en fonction.

Tel que mentionné par la compagnie mandatée pour faire l'entretien de ces systèmes (Groupe Déric), les luminaires au sodium haute pression demeurent une des sources utilisées au port puisqu'il est très fréquent qu'il y ait du brouillard sur le site. Bien qu'il ne s'agisse pas de la meilleure technologie au niveau de l'efficacité énergétique ou du rendu de couleur, cette source a effectivement une meilleure pénétration du brouillard.



5.2 Simulation de l'installation existante par photométrie (Agi32)

MISE EN GARDE ET HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE PHOTOMÉTRIQUE

En raison de la complexité des structures, de la quantité et de l'âge des luminaires et de la difficulté à connaître les modèles précis ; nous avons choisi de ne modéliser que les luminaires les plus puissants et qui ressortent le plus sur les photos et lors des relevés au luminance-mètre. Aussi, il n'était pas possible de relever l'orientation spatiale de chaque projecteur dans les tours et celle-ci a un effet majeur sur le rendu de l'éclairage. Cela produit donc des différences lors des simulations photométriques. De plus, il faut noter que la présence de tous les convoyeurs, grues, machineries et leur éclairage spécifique ne sont pas considérés dans cette photométrie puisque très complexes à simuler et non essentiels selon les paramètres de cette étude.

Les luminaires choisis pour l'étude photométrique sont les suivants :

- Les quatre tours d'éclairage de 35m avec des projecteurs aux halogénures métalliques de 1000W situées le long de la rue montée des cinquante. (voir note 1-2)
- La tour d'éclairage de 20m avec des projecteurs aux halogénures métalliques de 1000W située au milieu du convoyeur 4. (voir note 1-2)
- La tour d'éclairage de 15m avec des projecteurs aux halogénures métalliques de 1000W située au milieu du convoyeur 2. (voir note 1-2)
- Les quatre poteaux d'éclairage de 10m avec des projecteurs aux halogénures métalliques de 1000W situés de part et d'autre de l'aire de lavage. (voir note 1-2)
- Les luminaires muraux aux halogénures métalliques de 70W situés tout le long du convoyeur 5.

Nous avons choisi d'appliquer un facteur de dépréciation à tous les luminaires pour représenter des luminaires avec une ampoule passablement usée et un encrassement moyen. Les résultats des calculs sont donc donnés pour des luminaires en usage et en état. Les résultats ne reflètent pas les valeurs pour des luminaires neufs ou des luminaires extrêmement sales ou avec des vieilles lampes.

Tel que mentionné plus haut, l'ensemble des structures n'est pas modélisé, car la plupart sont très complexes, avec beaucoup d'ouvertures et les luminaires se situent majoritairement au-dessus depuis les points de vue dans l'étude. Il en va de même pour les grues qui sont mobiles et ne peuvent donc pas être considérées comme une obstruction permanente.

Enfin, les tas de matériaux divers ne sont pas représentés pour les mêmes raisons que les grues

1 Ne connaissant pas le modèle exact du luminaire nous avons choisi un projecteur avec un faisceau carré de type NEMA 6H x 6V

2 La hauteur des tours et fûts d'éclairage est approximative

APPROCHES DES CALCULS SUIVANTS CIE 150: 2003

Le guide CIE 150 : 2003 définit le maximum de lumière indésirable « autorisée » pour les installations d'éclairage extérieur en Europe. À la différence de la référence nord-américaine (IDA/IES MLO 2011 – section suivante), le guide CIE150 : 2003 propose de vérifier en plus les intensités lumineuses des luminaires (en candela) depuis les zones à étudier alors que la IDA/IES MLO 2011 ne vérifie que les niveaux d'illuminance sortant d'une « boîte » refermant le site. Dans notre cas, les zones d'étude étant très éloignées du site, les valeurs en illuminance sont moins pertinentes.

Ci-dessous se trouve un extrait de ce guide avec les valeurs maximales suggérées

Maximum de lumière indésirable autorisé pour les installations d'éclairage extérieur

Zone environnementale	Lumière dans les propriétés		Intensité des luminaires		Lumière dans l'hémisphère supérieur
	Ev lux		I cd		ULR
	Avant couvre feu (a)	Après couvre feu	Avant couvre feu	Après couvre feu	%
E1	2	0	2500	0	0
E2	5	1	7500	500	5
E3	10	2	10000	1000	15
E4	25	5	25000	1500	25

a) dans le cas où il n'existe pas de règle pour le couvre feu, les valeurs maximales ne doivent pas être dépassées et il est préférable de retenir les valeurs faibles comme limite.

- E1 : représente des zones intrinsèquement sombres telles que les parcs nationaux ou les sites protégés,
E2 : représente des zones de faible luminosité telles que les zones industrielles, résidentielles ou rurales,
E3 : représente des zones de luminosité moyenne telles que des quartiers industriels ou résidentiels,
E4 : représente des zones de forte luminosité telles que les centres-villes et les aires commerciales,
Ev : est la valeur maximale de l'éclairement vertical dans les propriétés en lux,
I : est l'intensité lumineuse de chaque source dans la direction potentiellement indésirable en cd,
ULR : est la proportion de flux du (des) luminaire(s) qui est émise au dessus de l'horizontale, quand le (les) luminaire(s) est (sont) installé(s) dans sa (leur) position et réglage.

Dans notre étude photométrique, les grilles de calculs ont été placées tel que sur le plan ci-dessous pour mesurer l'impact des luminaires insérés dans le fichier de calcul pour des personnes situées au niveau de ces différentes zones en rouge. Les grilles de calculs ont été placées tel que sur le plan ci-dessous pour mesurer l'impact des luminaires insérés dans le fichier de calcul pour des personnes situées au niveau de ces différentes zones en rouge



Résultats des calculs

RAPPORT GÉNÉRÉ PAR LE LOGICIEL DE CALCUL POUR LES VALEURS AVANT LE COUVRE-FEU :

Obtrusive Light - Compliance Report CIE 150:2003, Pre-Curfew, E3 - Surburban Filename: quai 52 et quai 53 pour CIE 150-2003 30/sept/2015 11:56:13		
Illuminance Maximum Allowable Value: 10 Lux		
Calculations Tested (4):		
Calculation Label	Test Results	Max. Illum.
beauport_III_Seg1	PASS	0.1
beauport_III_Seg2	PASS	0.2
Ile d'Orléans_III_Seg1	PASS	0.0
plage de Lévy_III_Seg1	PASS	0.1
Luminous Intensity (Cd) At Vertical Planes Maximum Allowable Value: 10000 Cd		
Calculations Tested (4):		
Calculation Label	Test Results	
beauport_Cd_Seg1	FAIL	
beauport_Cd_Seg2	FAIL	
Ile d'Orléans_Cd_Seg1	PASS	
plage de Lévy_Cd_Seg1	FAIL	

RAPPORT GÉNÉRÉ PAR LE LOGICIEL DE CALCUL POUR LES VALEURS APRÈS LE COUVRE-FEU :

Obtrusive Light - Compliance Report CIE 150:2003, Post-Curfew, E3 - Surburban Filename: quai 52 et quai 53 pour CIE 150-2003 30/sept/2015 11:58:55		
Illuminance Maximum Allowable Value: 2 Lux		
Calculations Tested (4):		
Calculation Label	Test Results	Max. Illum.
beauport_III_Seg1	PASS	0.1
beauport_III_Seg2	PASS	0.2
Ile d'Orléans_III_Seg1	PASS	0.0
plage de Lévy_III_Seg1	PASS	0.1
Luminous Intensity (Cd) At Vertical Planes Maximum Allowable Value: 1000 Cd		
Calculations Tested (4):		
Calculation Label	Test Results	
beauport_Cd_Seg1	FAIL	
beauport_Cd_Seg2	FAIL	
Ile d'Orléans_Cd_Seg1	PASS	
plage de Lévy_Cd_Seg1	FAIL	

VALEURS DONNÉES PAR LE LOGICIEL DE CALCUL (HORS RAPPORT)

Calc Pts			
beauport_Cd_Seg1			
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)			
Average=21911	Maximum=23011	Minimum=19674	Min/Avg=0.90
Min/Max=0.85			
beauport_Cd_Seg2			
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)			
Average=17165	Maximum=22669	Minimum=0	Min/Avg=N.A. Min/Max=N.A.
Ile d'Orléans_Cd_Seg1			
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)			
Average=0.00	Maximum=0	Minimum=0	Min/Avg=N.A. Min/Max=N.A.
plage de Lévy_Cd_Seg1			
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)			
Average=19854	Maximum=21815	Minimum=18654	Min/Avg=0.94
Min/Max=0.86			

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Pour les deux rapports, les résultats sont similaires. Comme les grilles de calculs sont très éloignées du port, les contraintes de valeurs d'illuminance ne sont pas pertinentes. Pour ce que est des contraintes d'intensité lumineuse, elles ne sont jamais satisfaites sauf pour le calcul depuis l'Île d'Orléans.

Ce qu'il faut comprendre de ce résultat c'est que depuis les points de calcul, l'intensité lumineuse des luminaires (leur « éclat ») dépasse les valeurs recommandées par la CIE 150 : 2003 ce qui montre qu'il y a un gêne dû à des luminaires dont la source est directement visible.



APPROCHES DES CALCULS SUIVANTS IDA/IES MLO-2011

Le but de cette ordonnance est d'établir des règlements pour l'éclairage extérieur qui:

- Permettent l'utilisation de l'éclairage extérieur qui ne dépasse pas les niveaux minimum spécifiés dans « IES recommended practices for night-time safety, utility, security, productivity, enjoyment, and commerce »;
- Minimisent les impacts hors site néfastes de l'éclairage tel que la lumière intrusive et les nuisances lumineuses;
- Limitent la pollution lumineuse, réduise le halo lumineux et améliore l'environnement la nuit pour l'astronomie;
- Aident à protéger l'environnement naturel contre les effets néfastes de l'éclairage de nuit;
- Permettent d'économiser l'énergie et les ressources dans la mesure du possible.

Dans la pratique, les valeurs limites à respecter permettent plus de contrôler la quantité de lumière intrusive pour un proche voisin que l'impact visuel et l'éblouissement à longue distance. Mais cette information permet quand même de mettre en évidence si la lumière émise par le port est suffisamment contrôlée à l'intérieur de ses limites ou si une bonne partie se perd à l'extérieur.

CHOIX DE LA ZONE

Il faut choisir le type de zone à laquelle correspond le secteur du port de Québec.

Ci-dessous se trouve le détail des quatre types de zone (extrait du « Lighting Handbook » de l'IES) :

LZ1: Dark (developed areas within national parks, state parks, forest land and rural areas)

Design exterior lighting so that all site and building-mounted luminaires produce a maximum initial illuminance value no greater than 0.01 horizontal and vertical footcandles (0.1 horizontal and vertical lux) at the LEED project boundary and beyond. Document that 0% of the total initial designed fixture lumens (sum total of all fixtures on site) are emitted at an angle of 90 degrees or higher from nadir (straight down).

LZ2: Low (primarily residential zones, neighborhood business districts, light industrial areas with limited nighttime use and residential mixed-use areas)

Design exterior lighting so that all site and building-mounted luminaires produce a maximum initial illuminance value no greater than 0.10 horizontal and vertical footcandles (1.0 horizontal and vertical lux) at the LEED project boundary and no greater than 0.01 horizontal footcandles (0.1 horizontal lux) 10 feet (3 meters) beyond the LEED project boundary. Document that no more than 2% of the total initial designed fixture lumens (sum total of all fixtures on site) are emitted at an angle of 90 degrees or higher from nadir (straight down).

LZ3: Medium (all other areas not included in LZ1, LZ2 or LZ4, such as commercial/ industrial, and high-density residential)

Design exterior lighting so that all site and building-mounted luminaires produce a maximum initial illuminance value no greater than 0.20 horizontal and vertical footcandles (2.0 horizontal and vertical lux) at the LEED project boundary and no greater than 0.01 horizontal footcandles (0.1 horizontal lux) 15 feet (4.5 meters) beyond the site. Document that no more than 5% of the total initial designed fixture lumens (sum total of all fixtures on site) are emitted at an angle of 90 degrees or higher from nadir (straight down).

LZ4: High2 (high-activity commercial districts in major metropolitan areas)

Design exterior lighting so that all site and building-mounted luminaires produce a maximum initial illuminance value no greater than 0.60 horizontal and vertical footcandles (6.5 horizontal and vertical lux) at the LEED project boundary and no greater than 0.01 horizontal footcandles (0.1 horizontal lux) 15 feet (4.5 meters) beyond the site. Document that no more than 10% of the total initial designed fixture lumens (sum total of all fixtures on site) are emitted at an angle of 90 degrees or higher from nadir (straight down).

Pour le port nous avons estimé être dans une zone de type LZ3

Puisque l'étude porte uniquement sur la lumière sortant de la propriété et seulement sur une partie des luminaires installés, nous tiendrons compte que du critère d'illuminance à la limite de la propriété et de la pollution renvoyée vers le ciel. Le tableau ci-dessous montre les exigences à ne pas dépasser.

Lighting Zone 0	Lighting Zone 1	Lighting Zone 2	Lighting Zone 3	Lighting Zone 4
0.05 FC or 0.5 LUX	0.1 FC or 1.0 LUX	0.3 FC or 3.0 LUX	0.8 FC or 8.0 LUX	1.5 FC or 15.0 LUX

Pour la prise de valeurs dans le logiciel de calcul, il faut prendre les calculs dans une « boîte » qui englobe la zone à étudier. Ci-dessous se trouve une représentation des limites de la « boîte » tel que nous les avons entrés pour le calcul. Les segments 5, 6 et 7 sont non pertinents puisqu'ils se situent sur des limites internes au site du port.



RAPPORT GÉNÉRÉ PAR LE LOGICIEL DE CALCUL :

Obtrusive Light - Compliance Report

IDA/IES MLO-2011, LZ3 - Moderately High Ambient Lighting
Filename: quai 52 et quai 53 pour IES MLO-2011
30/sept/2015 12:00:03

Illuminance

Maximum Allowable Value: 8 Lux

Calculations Tested (8):

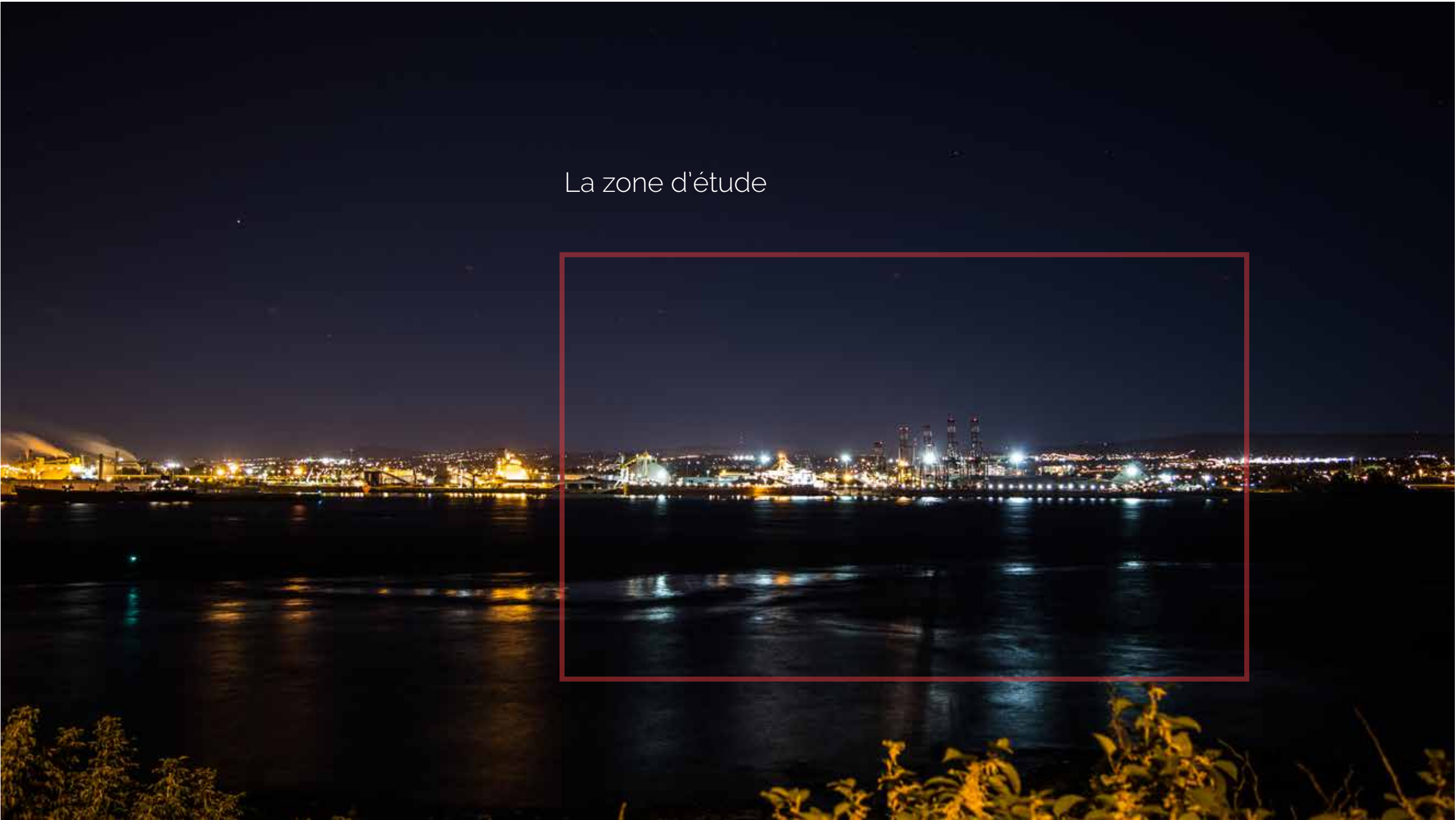
Calculation Label	Test Results	Max. Illum.
port de Québec quais 52-53_Ill_Seg1	FAIL	17.6
port de Québec quais 52-53_Ill_Seg2	PASS	7.6
port de Québec quais 52-53_Ill_Seg3	PASS	1.2
port de Québec quais 52-53_Ill_Seg4	PASS	1.4
port de Québec quais 52-53_Ill_Seg5	PASS	4.0
port de Québec quais 52-53_Ill_Seg6	PASS	6.6
port de Québec quais 52-53_Ill_Seg7	FAIL	180
port de Québec quais 52-53_Ill_Top	FAIL	21.0

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Ce rapport nous permet de mettre en évidence que la lumière émise par les luminaires du port n'est pas contenue à l'intérieur du site et pollue dans une certaine mesure l'environnement immédiat du site. Les deux valeurs les plus importantes se situent le long des quais 52 et 53 (segment 1) et au-dessus de l'axe horizontal (pollution vers le ciel / halo lumineux).

5.3 Analyse et comparaison de l'impact visuel des quais actuels et futurs dans l'environnement (en luminance)

Tel que mentionné au chapitre 4, puisque la luminance se mesure normalement sur une surface donnée et non directement à la source, il n'y a pas vraiment de comparable théorique disponible pour notre étude de cas. Il faut donc se rabattre à des mesures relatives qui permettent une comparaison de la zone d'étude avec d'autres zones adjacentes. Nous avons donc établi que la valeur 100% représente la valeur perçue du port. La comparaison de la luminance du port par rapport à son environnement est réalisée avec cette valeur. Seules les valeurs maximales enregistrées de chaque élément sont considérées et présentées dans le tableau.



Site 1 / Lévis – Rue Thomas Bertrand

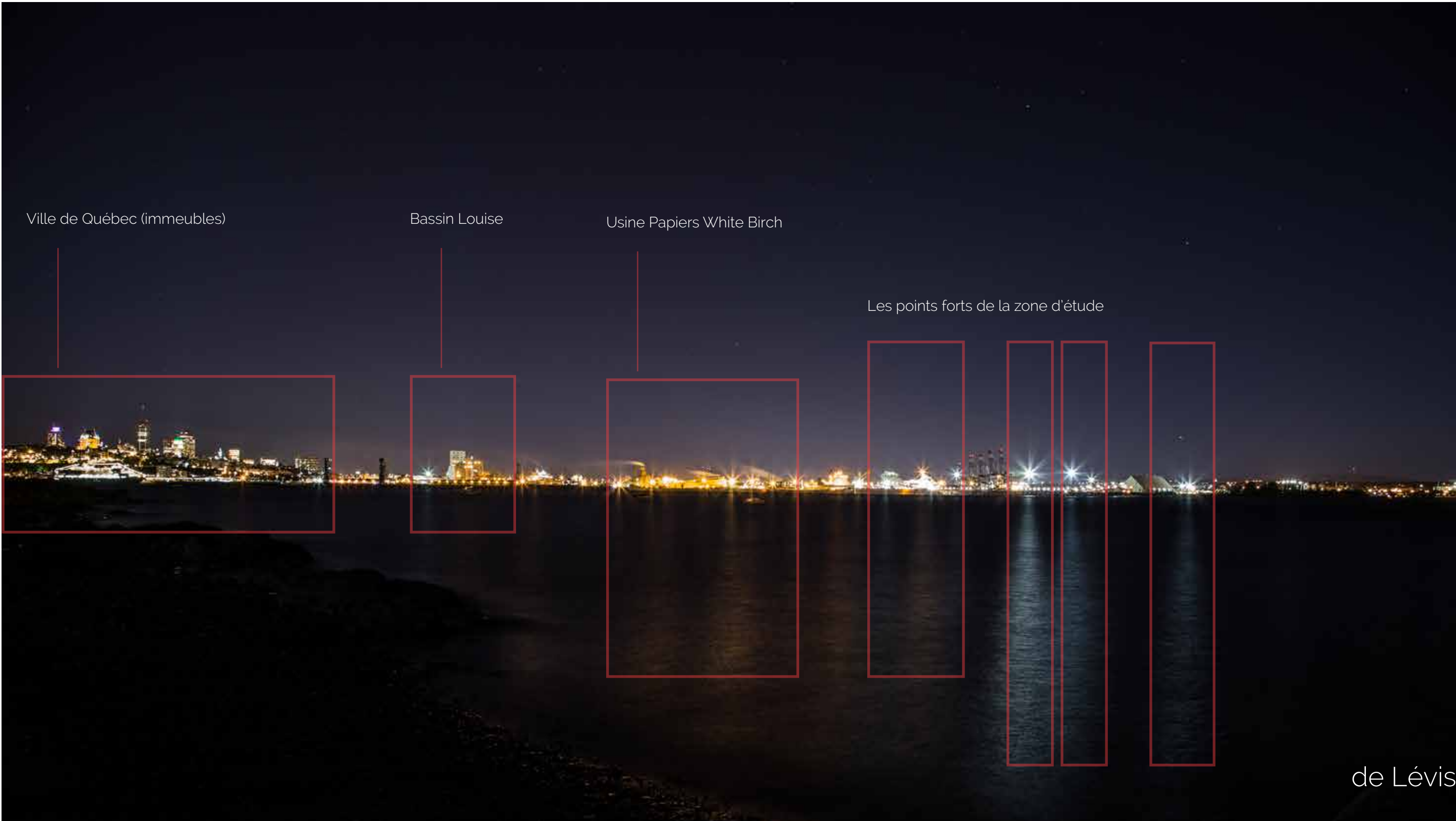
Éléments visés	Ratio p/r au port
Ville de Québec (immeubles)	1.1 %
Ville de Québec (projecteur au bassin Louise)	45.7 %
Usine Papiers White Birch	97 %

Non visible sur la photo
Non visible sur la photo



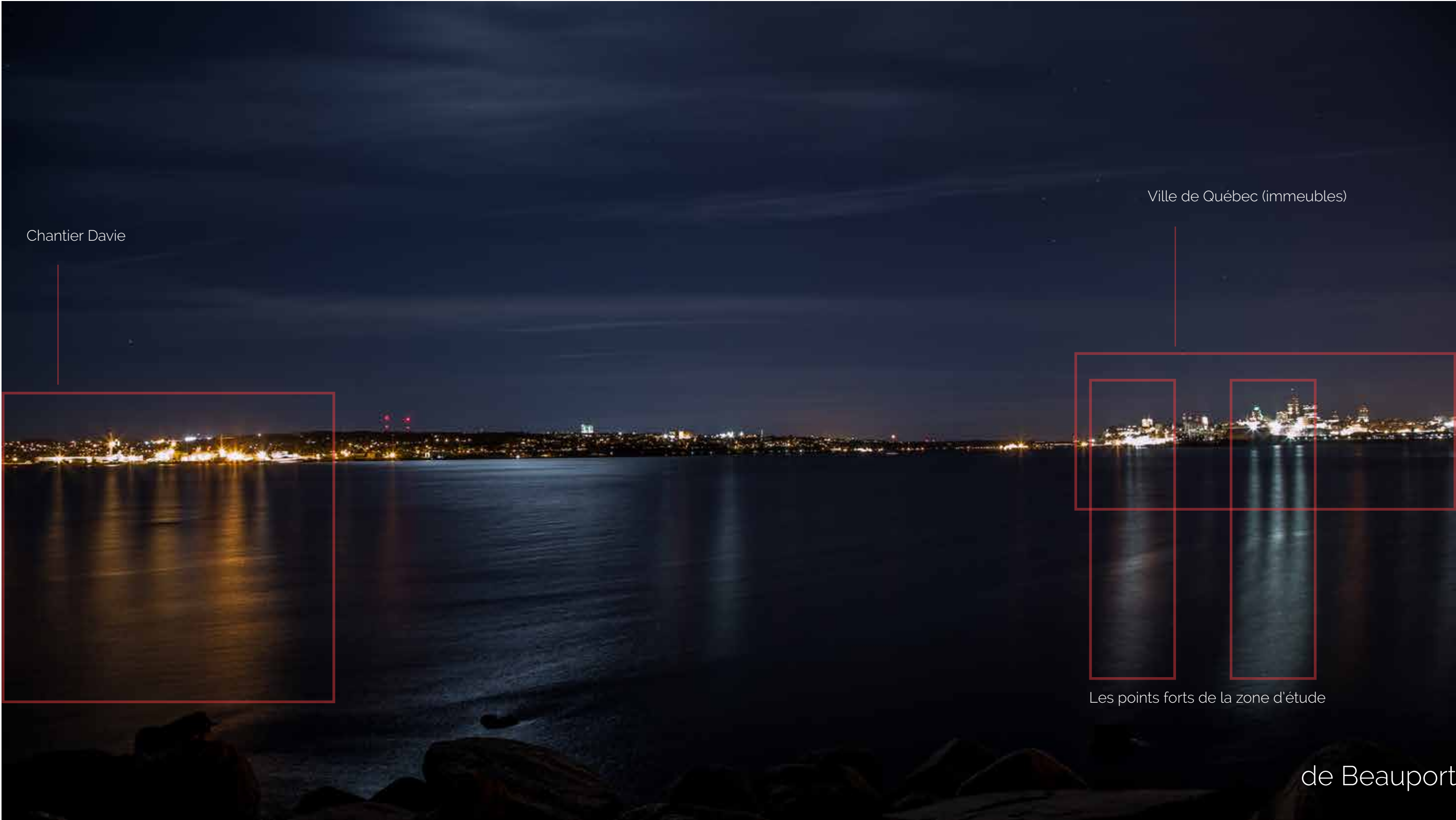
Site 2 / Lévis – Grève Joliette

Éléments visés	Ratio p/r au port
Ville de Québec (immeubles)	1.3 %
Ville de Québec (projecteur au bassin Louise)	21.0 %
Usine Papiers White Birch	64.5 %



Site 3 / Beauport – Boulevard des Chutes

Éléments visés	Ratio p/r au port
Ville de Québec (immeubles)	2.3 %
Chantier Davie	154.1 %



Site 4 / Île d'Orléans – Rue Horatio Walker

Éléments visés	Ratio p/r au port
Ville de Québec (immeubles)	6.5 %
Quai des croisières	50.6 %
Chantier Davie	140.7 %







5.4 Interprétation des résultats

En examinant les résultats compilés dans les différents tableaux, nous pouvons voir que les principaux éléments marquants du paysage environnant du port sont l'usine de papiers White Birch et le chantier de la Davie, avec des ratios entre 64% et 154%, dépendamment du point de vue. Notons toutefois quelques facteurs à considérer lors de l'interprétation des données, facteurs qui peuvent affecter l'appréciation de l'impact visuel:

- la quantité de lampadaires contribue à la modification de l'impact visuel d'un site, soit en intensité si les appareils d'éclairage sont regroupés autour d'un même emplacement, ou en quantité s'ils sont installés dans un emplacement sombre ou s'ils sont ajoutés à un environnement sombre comme c'est le cas du nouveau quai;
- la présence ou non de bateaux à quai et d'opérations de chargement et déchargement. Effectivement, la présence des grues en activité augmente grandement le niveau de luminosité présent sur le site. Donc dépendant du nombre de grues en activité en même temps, l'impact est plus ou moins significatif. Aussi, la présence des bateaux contribue à bloquer une petite quantité d'éclairage provenant par exemple du convoyeur derrière. Mais ces bateaux, contribuent autrement par la présence de projecteurs sur leurs ponts, fournissant un éclairage variable d'un navire à l'autre et plutôt imprévisible pour les fins de notre analyse et dont l'administration portuaire n'a probablement pas de contrôle. De plus, la présence d'un bateau concorde avec les opérations de chargement et déchargement effectuées par les grues, multipliant donc l'apport de lumière de façon simultanée.

On doit aussi tenir compte, bien que ce soit actuellement impossible à évaluer, des opérations de constructions à venir. Effectivement, celles-ci se produiront probablement de jour comme de nuit et toutes les installations et la machinerie nécessaires seront vraisemblablement des éléments perturbateurs. Il est probable que des travaux de cette envergure prennent un certain temps à s'achever. Des mesures d'atténuation devraient idéalement être prévues lors de la phase de travaux. La section suivante propose certaines mesures d'atténuation pour les infrastructures existantes au port autant applicables pour les opérations actuelles que pour les phases de travaux à venir, le cas échéant.

5.5 Mesures d'atténuation

Lors des visites effectuées de soir, nous avons noté quelques éléments affectant l'aspect visuel au niveau de la luminosité du site du port à partir de l'un ou l'autre des différents lieux visités. La plupart contribuent certainement au halo lumineux et/ou à l'éblouissement de différents points de vue. Les éléments suivants peuvent bénéficier de mesures d'atténuation énumérées ci-bas :

- Éclairage des convoyeurs (type abat-jours et en façade du fleuve);
- Éclairage de l'aire de lavage;
- Éclairage des rails par les grues;
- Éclairage par tours.

A. Utiliser des visières

Une réduction de la pollution lumineuse peut se traduire par la mise en place de visières sur les luminaires qui sont les plus visibles depuis les environs et celles projetant le plus de lumière en haut de l'axe horizontal. Ces déflecteurs permettent de cacher la source afin de diminuer l'éblouissement vu de loin ainsi que la lumière intrusive.

B. Limiter l'inclinaison (vers le haut) des luminaires

Pour les mêmes raisons citées au point précédent et afin de projeter un minimum de lumière vers le ciel et hors du site.

C. Rehausser les tours/mâts de fixation

En installant les luminaires à une hauteur suffisante, ceux-ci peuvent être dirigés davantage vers le bas afin d'éclairer la même zone et de réduire la pollution lumineuse. De cette manière, l'énergie nécessaire à un même niveau d'éclairage peut être plus grande, il faut donc chercher le bon équilibre.

D. Ajouter des tours

En ajoutant des tours de projecteurs afin de cibler les éléments à éclairer plus précisément, il n'est possiblement pas nécessaire de les rehausser et cela contribue à une meilleure utilisation de l'éclairage et éventuellement à une meilleure uniformité du site. Cette méthode augmente par contre le coût d'installation, mais la puissance des luminaires peut possiblement être réduite.

E. Utiliser des projecteurs de dernière technologie

Des luminaires aux DEL ou plasma permettent d'avoir un flux lumineux plus dirigé et sont des sources de lumière plus efficaces (lumens par watts).

F. Utiliser des luminaires de type défilé absolu ne projetant aucune lumière vers le ciel

G. Utiliser un système de contrôle

L'utilisation d'un système de contrôle peut permettre, par exemple, de réduire le niveau d'éclairage en hiver afin de compenser pour la réflexion de la neige qui apporte une contribution supplémentaire à l'éclairage. De plus, un système de contrôle peut apporter de nombreux autres avantages tels que l'automatisation du système, le contrôle à distance, la détection de fautes (réduction de coûts de maintenance) pour n'en nommer que quelques-uns.

6. Impact visuel du projet d'agrandissement

6.1 Aperçu de l'ajout du nouveau quai par traitement Photoshop

Dans l'objectif d'apprécier l'impact visuel du projet d'agrandissement du port, une des méthodes que nous avons mises de l'avant est la représentation du futur agrandissement par simulation Photoshop. À partir des photos professionnelles, nous avons dupliqué proportionnellement et en conservant les bonnes perspectives, les quais existants. Ainsi, les infographies présentées ci-après ne prétendent pas représenter de façon réaliste l'impact lumineux des nouveaux quais, mais donnent un bon aperçu de ce que pourrait avoir l'air l'ensemble du site si des appareils de mêmes types étaient ultérieurement installés.

Depuis le site plus à l'est de Lévis, l'angle de vision du projet d'agrandissement du quai est très grand. Si le projet se réalise avec les mêmes conditions d'éclairage qu'actuellement, on voit bien sa duplication sur presque toute sa longueur et l'effet lumineux qui est par ailleurs doublé. Puisque depuis cet angle le quai s'allonge vers une zone actuellement plutôt sombre, l'impact lumineux peut paraître plus important. Voir la référence avec la photo de l'actuel.





La vue depuis le site plus à l'ouest de Lévis est celle qui offre le plus grand angle de vision sur le projet, de part l'orientation de celui-ci. Dans le panorama global vu depuis ce point, le projet d'agrandissement du port vient effectivement ajouter 610 mètres d'activités qui nécessitent un éclairage adéquat. Cela a pour impact d'augmenter le niveau de luminosité et d'éblouissement perçu dans l'environnement (effet aérien et reflet sur l'eau). Encore, puisque le projet s'amène dans une zone qui compte actuellement peu d'éléments lumineux forts, l'impact est d'autant appréciable.



3 / de Beauport
Actuel



Agrandissement projeté

Bien que depuis Beauport nous avons la vue la plus serrée du projet (plus petit angle), il n'en demeure pas moins que l'impact visuel du projet d'agrandissement est plutôt important puisqu'il remplit une zone actuellement sombre du secteur. De ce point de vue, ce sont les activités en arrière-plan (plutôt que les activités de chargement-déchargement) qui sont davantage visibles.



Le site de l'île d'Orléans est le plus éloigné des 4 sites visités et l'angle de vision offre un panorama très étendu sur les autres éléments du paysage nocturne. C'est probablement depuis ce point de vue que l'impact visuel du projet d'agrandissement est à cet effet le moins important. Or, la lumière blanche des appareils d'éclairage (en contraste avec la lumière jaune des sources au sodium) attire toutefois l'oeil dans ce secteur.

6.2 Simulation du nouveau quai par photométrie en utilisant les appareils d'éclairage existants

MISE EN GARDE ET HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE PHOTOMÉTRIQUE

Pour les fins de l'étude photométrique du site projeté et étant donné que toute l'information n'était pas disponible, nous avons choisi de ne modéliser que les luminaires les plus puissants et qui contribueront à l'éclairage minimum des zones actives suivantes :

- La section d'entreposage des conteneurs;
- La section de chargement des wagons (zone au centre de 98 wagons);
- La section d'attente des wagons (zone au nord de 194 places)

Les zones suivantes, bien que pertinentes, n'ont pas été traitées pour les raisons mentionnées ci-dessous :

- Le quai sur toute sa longueur : il y a un problème de conflit entre les grues roulantes, les équipements et les fûts d'éclairage. La mise en lumière de cette zone ne peut être traitée qui suite à une coordination minutieuse;
- Toute la zone des réservoirs entre les deux zones d'attente pour wagon. Ne connaissant pas la nature de leur contenu, nous ne pouvons prévoir d'éclairage dans cette partie. Il est cependant très probable que cette zone soit éclairée par des luminaires directement installés sur les structures.

De plus, nous ne calculerons que l'impact des nouveaux luminaires. Les luminaires installés dans la zone des quais 52-53 ne seront pas considérés dans notre calcul. La photométrie est ainsi réalisée en deux parties :

- Une première photométrie sera réalisée avec des sources identiques à celles retrouvées aux quais 52-53, soit des sources aux halogénures métalliques;
- Une deuxième photométrie qui utilise des luminaires aux DEL avec une optique contrôlée. Outre les considérations énoncées ci-haut qui ne nous permettent pas de statuer officiellement sur un meilleur scénario d'éclairage, et ce n'est pas le but dans cette étude, cette solution (aux DEL) se veut notre recommandation pour l'éclairage du projet d'agrandissement.

APPROCHES DES CALCULS - NIVEAUX D'ÉCLAIREMENT REQUIS

Les niveaux d'éclairage requis que nous avons choisi d'appliquer pour l'agrandissement sont les suivants:
SUIVANT LE RÈGLEMENT CANADIEN SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL (DORS/86-304)

ANNEXE III (article 6.6)

NIVEAU D'ÉCLAIREMENT DANS LES AIRES GÉNÉRALES

ARTICLE	Colonne I	Colonne II
1.	Aire	Niveau d'éclairage (en lx)
	ESPACES À L'EXTÉRIEUR DES IMMEUBLES	
	A) Entrées et sorties :	
	• (i) fréquemment utilisées	100
	• (ii) rarement utilisées	50
	B) Voies utilisées par les personnes:	
	• (i) aux intersections qui coupent une voie pour véhicules	30
	• (ii) aux autres endroits	10
	C) Aires utilisées par les personnes et où circulent les appareils mobiles:	
	• (i) dans lesquelles le niveau d'activité est élevé ou moyen	20
	• (ii) dans lesquelles le niveau d'activité est faible	10
	D) aires d'entreposage :	
	• (i) dans lesquelles le niveau d'activité est élevé ou moyen	30
	• (ii) dans lesquelles le niveau d'activité est faible	10

SUIVANT LE GUIDE IES - THE LIGHTING HANDBOOK 10TH EDITION

		Recommended Maintained Illuminance Targets (lux)									Uniformity Targets		
		Horizontal (E _h) Targets						Vertical (E _v) Targets			Over area of coverage		
		Visual age of observers (years) where at least half are						Visual age of observers (years) where at least half are			1 st ratio E _h /2 nd ratio E _v if different uniformities apply		
		<25	25-65	>65				<25	25-65	>65	Max:Avg	Avg:Min	Max:Min
RAILROADS YARDS	Outdoor												
• Body		F	S	30	20	Avg	F	S	10	20	Avg		10:1
• Container-on-flatcars		I	15	30	80	Avg	I	15	30	80	Avg		10:1
• Control tower and retarder area	vertical illuminance						M	30	100	100	Avg		5:1
• Head end		K	25	50	100	Avg	K	25	50	100	Avg		5:1
• Hump area	vertical illuminance						O	100	200	400	Avg		5:1
• Dispatching forwarding yard		F	S	30	20	Avg	F	S	10	20	Avg		10:1

Les calculs ont été faits suivants l'approche de la CIE 150: 2003 tel que décrite à la page 12 de ce document (zone E3).

Les grilles de calculs sont disposées à un mètre du sol.



Résultats des calculs - Luminaires aux Halogénures métalliques

RAPPORT GÉNÉRÉ PAR LE LOGICIEL DE CALCUL POUR LES VALEURS AVANT LE COUVRE-FEU :

RAPPORT GÉNÉRÉ PAR LE LOGICIEL DE CALCUL POUR LES VALEURS APRÈS LE COUVRE-FEU :

VALEURS DONNÉES PAR LE LOGICIEL DE CALCUL (HORS RAPPORT)

Obtrusive Light - Compliance Report		
CIE 150:2003, Pre-Curfew, E3 - Suburban		
Filename: quai 52 et quai 53 + agrandissement pour CIE 150-2003		
02/oct/2015 12:19:40		
Illuminance		
Maximum Allowable Value: 10 Lux		
Calculations Tested (4):		
Calculation Label	Test Results	Max. Illum.
beauport_III_Seg1	PASS	0.3
beauport_III_Seg2	PASS	0.4
Ile d'Orléans_III_Seg1	PASS	0.0
plage de Lévy_III_Seg1	PASS	0.5
Luminous Intensity (Cd) At Vertical Planes		
Maximum Allowable Value: 10000 Cd		
Calculations Tested (4):		
Calculation Label	Test Results	
beauport_Cd_Seg1	FAIL	
beauport_Cd_Seg2	FAIL	
Ile d'Orléans_Cd_Seg1	PASS	
plage de Lévy_Cd_Seg1	FAIL	

Obtrusive Light - Compliance Report		
CIE 150:2003, Post-Curfew, E3 - Suburban		
Filename: quai 52 et quai 53 + agrandissement pour CIE 150-2003		
02/oct/2015 12:22:31		
Illuminance		
Maximum Allowable Value: 2 Lux		
Calculations Tested (4):		
Calculation Label	Test Results	Max. Illum.
beauport_III_Seg1	PASS	0.3
beauport_III_Seg2	PASS	0.4
Ile d'Orléans_III_Seg1	PASS	0.0
plage de Lévy_III_Seg1	PASS	0.5
Luminous Intensity (Cd) At Vertical Planes		
Maximum Allowable Value: 1000 Cd		
Calculations Tested (4):		
Calculation Label	Test Results	
beauport_Cd_Seg1	FAIL	
beauport_Cd_Seg2	FAIL	
Ile d'Orléans_Cd_Seg1	PASS	
plage de Lévy_Cd_Seg1	FAIL	

Calc Pts	
Nouveau quai	
Illuminance (Lux)	
Average=18.59	Maximum=47.4 Minimum=0.0 Min/Avg=n.a Min/Max=n.a
beauport_Cd_Seg1	
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)	
Average=18297	Maximum=18772 Minimum=17776 Min/Avg=0.97
Min/Max=0.95	
beauport_Cd_Seg2	
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)	
Average=17598	Maximum=18427 Minimum=16561 Min/Avg=0.94
Min/Max=0.90	
Ile d'Orléans_Cd_Seg1	
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)	
Average=0.00 Maximum=0 Minimum=0 Min/Avg=N.A. Min/Max=N.A.	
plage de Lévy_Cd_Seg1	
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)	
Average=15907	Maximum=16690 Minimum=15022 Min/Avg=0.94
Min/Max=0.90	
Stat Areas	
Conteneur area	
Illuminance (Lux)	
Average=28.41 Max/Min=3.76	
Train 1	
Illuminance (Lux)	
Average=26.05 Max/Min=2.57	
Train 2	
Illuminance (Lux)	
Average=27.55 Max/Min=2.77	

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

L'interprétation des résultats est similaire aux résultats obtenus pour la photométrie des quais actuels. Les grilles de calculs étant très éloignées du port, les contraintes de valeurs d'illuminance ne sont pas pertinentes. Pour ce qui est des contraintes d'intensité lumineuse (Cd), elles ne sont jamais satisfaites sauf pour le calcul depuis l'Île d'Orléans, «l'éclat» de lumière est donc plus élevé que la recommandation prescrite par la CIE 150 : 2003t.



Résultats des calculs - Luminaires aux DEL

RAPPORT GÉNÉRÉ PAR LE LOGICIEL DE CALCUL POUR LES VALEURS AVANT LE COUVRE-FEU :

Obtrusive Light - Compliance Report
CIE 150:2003, Pre-Curfew, E3 - Suburban
Filename: quai 52 et quai 53 + agrandissement pour CIE 150-2003
02/oct/2015 12:37:44

Illuminance
Maximum Allowable Value: 10 Lux

Calculations Tested (4):

Calculation Label	Test Results	Max. Illum.
beauport_III_Seg1	PASS	0.0
beauport_III_Seg2	PASS	0.0
Ile d'Orléans_III_Seg1	PASS	0.0
plage de Lévy_III_Seg1	PASS	0.0

Luminous Intensity (Cd) At Vertical Planes
Maximum Allowable Value: 10000 Cd

Calculations Tested (4):

Calculation Label	Test Results
beauport_Cd_Seg1	PASS
beauport_Cd_Seg2	PASS
Ile d'Orléans_Cd_Seg1	PASS
plage de Lévy_Cd_Seg1	PASS

RAPPORT GÉNÉRÉ PAR LE LOGICIEL DE CALCUL POUR LES VALEURS APRÈS LE COUVRE-FEU :

Obtrusive Light - Compliance Report
CIE 150:2003, Post-Curfew, E3 - Suburban
Filename: quai 52 et quai 53 + agrandissement pour CIE 150-2003
02/oct/2015 09:46:27

Illuminance
Maximum Allowable Value: 2 Lux

Calculations Tested (4):

Calculation Label	Test Results	Max. Illum.
beauport_III_Seg1	PASS	0.0
beauport_III_Seg2	PASS	0.0
Ile d'Orléans_III_Seg1	PASS	0.0
plage de Lévy_III_Seg1	PASS	0.0

Luminous Intensity (Cd) At Vertical Planes
Maximum Allowable Value: 1000 Cd

Calculations Tested (4):

Calculation Label	Test Results
beauport_Cd_Seg1	PASS
beauport_Cd_Seg2	PASS
Ile d'Orléans_Cd_Seg1	PASS
plage de Lévy_Cd_Seg1	PASS

VALEURS DONNÉES PAR LE LOGICIEL DE CALCUL (HORS RAPPORT)

Calc Pts

Nouveau quai
Illuminance (Lux)
Average=26.00 Maximum=54.9 Minimum=0.0 Min/Avg=n.a Max/Min=n.a

beauport_Cd_Seg1
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)
Average=101.58 Maximum=136 Minimum=69 Min/Avg=1.47 Max/Min=1.97

beauport_Cd_Seg2
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)
Average=87.66 Maximum=134 Minimum=52 Min/Avg=1.69 Max/Min=2.58

Ile d'Orléans_Cd_Seg1
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)
Average=0.00 Maximum=0 Minimum=0 Min/Avg=N.A. Max/Min=N.A.

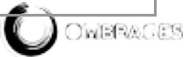
plage de Lévy_Cd_Seg1
Obtrusive Light - Luminous Intensity (Cd)
Average=105.80 Maximum=146 Minimum=70 Min/Avg=1.51 Max/Min=2.09

Stat Areas

Conteneur area
Illuminance (Lux)
Average=34.41 Max/Min=3.05

Train 1
Illuminance (Lux)
Average=35.80 Max/Min=1.78

Train 2
Illuminance (Lux)
Average=41.12 Max/Min=1.96



Interprétation des résultats

POLLUTION LUMINEUSE

En examinant les résultats des rapports de pollution lumineuse, on remarque que si les luminaires identiques à la partie existante sont conservés pour l'agrandissement, cela ne fera que recréer les mêmes problèmes (intensité, pollution). L'analyse des rapports montre que les mêmes secteurs dépassent les niveaux limites suggérés par la CIE 150 :2003. En revanche l'utilisation d'un luminaire aux DEL avec une photométrie adaptée et contrôlée permet de respecter les normes (voir tableau ci-bas).

Résumé des valeurs citées précédemment (la valeur limite maximum d'après la CIE 150 :2003 est de 10 000 candelas)

Obtrusive Light - Luminous Intensity	Halogénures métalliques (Cd Avg)	DEL (Cd Avg)
beauport_Cd_Seg1	18 297	101.58
beauport_Cd_Seg2	17 598	87.66
plage de Lévy_Cd_Seg1	15 907	105.8

SURFACE DE CALCUL AU SOL

Tel que présenté dans la section « NIVEAU D'ÉCLAIREMENT REQUIS » les valeurs à atteindre pour les zones choisies sont les suivantes

- Entreposage des conteneurs : 30 lux moyens
- Zones des wagons : 30 lux moyen et uniformité minimale Max/Min de 10/1

Pour les deux solutions, les tours d'éclairage sont identiques pour leur emplacement et leur hauteur. Seule la quantité de luminaires change pour atteindre les niveaux d'éclairement. Pour la solution aux halogénures métalliques (HM), il y a un total de 129 luminaires alors que pour la solution aux DEL, il y a 94 luminaires.

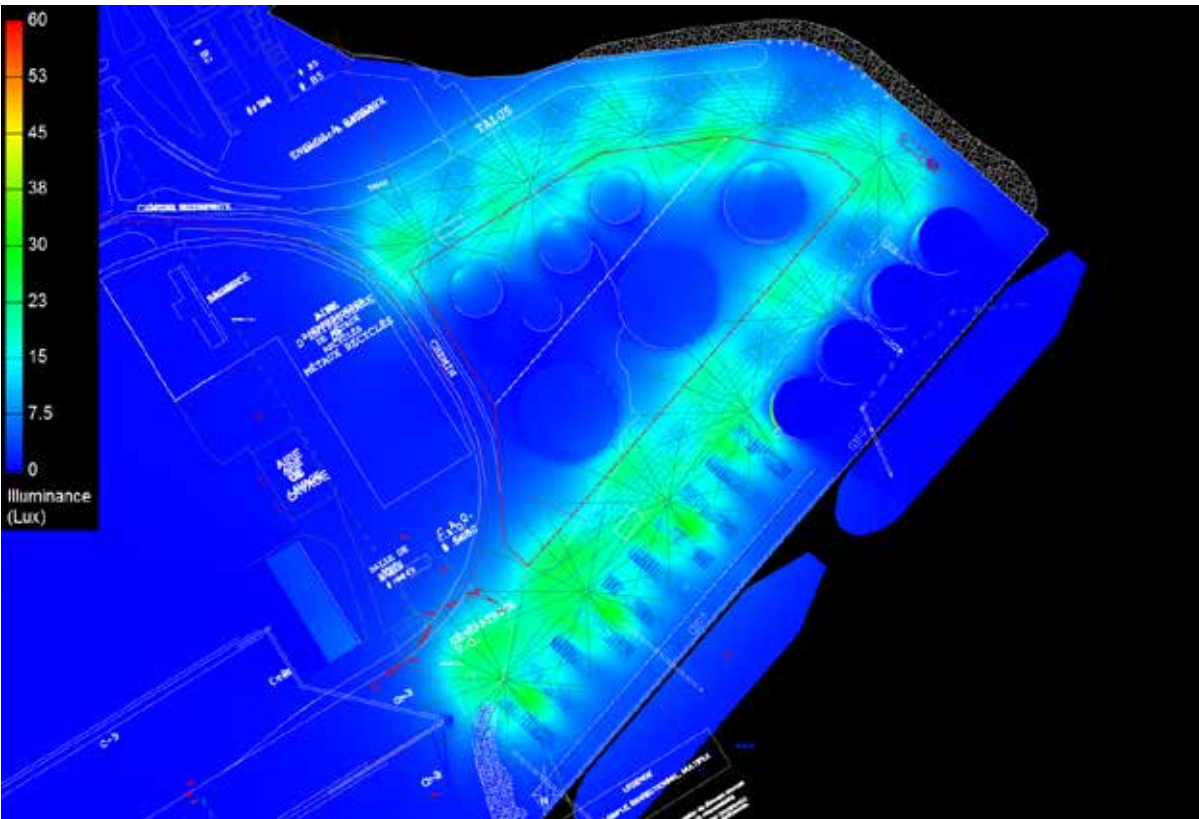
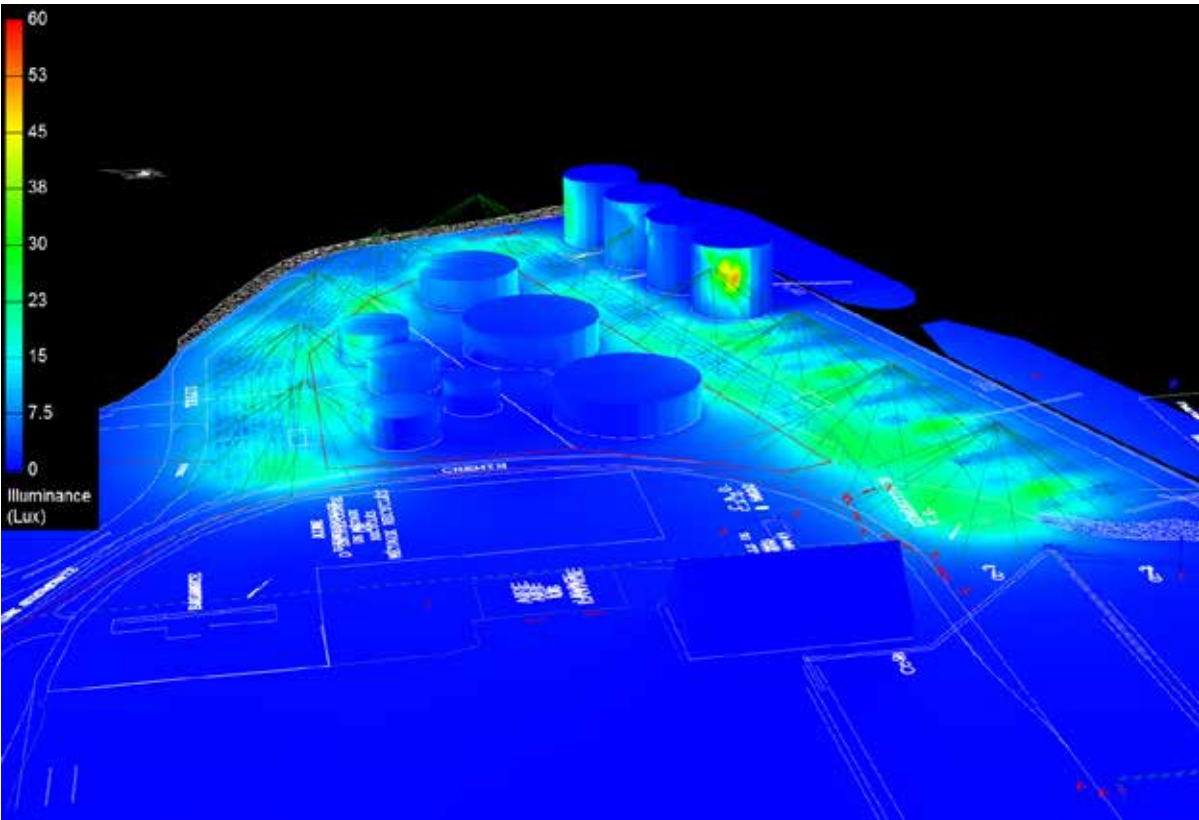
Comme le montre le résumé ci-dessous, la solution classique avec les luminaires aux HM est légèrement en dessous des exigences alors que la solution aux DEL est un peu au-dessus. La conception finale permettra d'ajuster le tout en fonction des paramètres environnants (modélisation si possible des éléments du secteur, éclairage de tâche (grues, convoyeurs, rues, etc.).

	Illuminance (Avg)		Max/Min	
Secteur	HM	DEL	HM	DEL
Conteneur	28.41	34.41	3.77	3.05
Train 1	26.05	35.80	2.57	1.78
Train 2	27.55	41.14	2.77	1.96

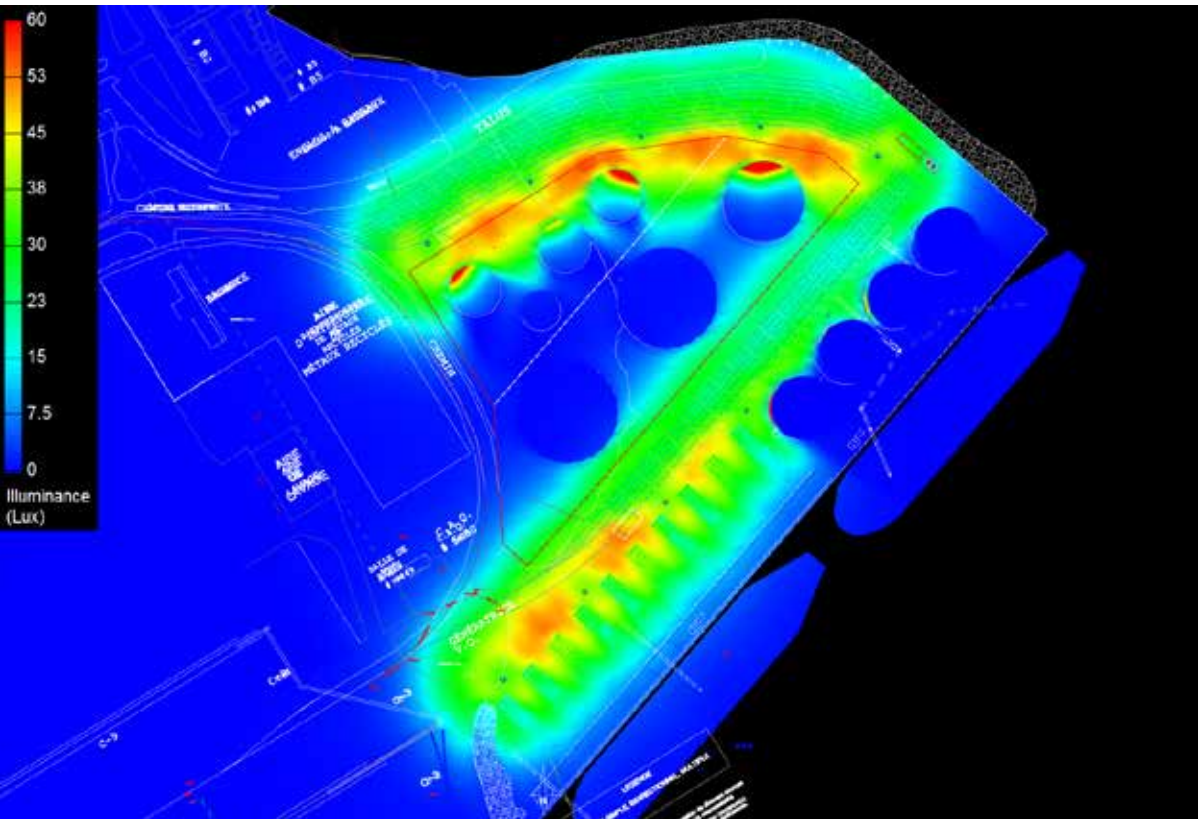
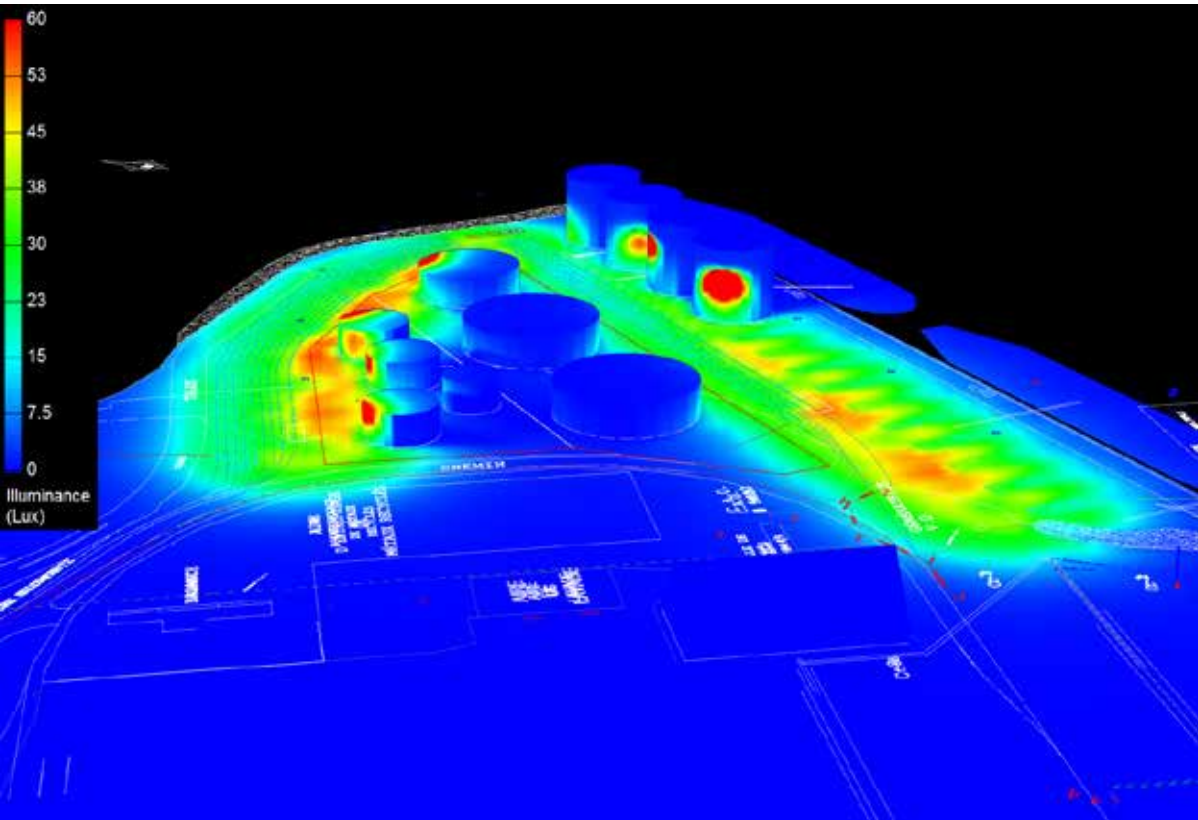
Rendus en fausses couleurs

Le logiciel de calcul permet de générer des rendus qui mettent simplement en évidence la différence d'illuminance des surfaces à l'aide de vues en « fausses couleurs ». L'échelle de couleur sur chaque image permet de voir à quelle valeur correspond chaque couleur. Le bleu représente toujours le plus sombre et le rouge le plus lumineux, le vert étant la valeur recherchée.

HALOGÉNURES MÉTALLIQUES



DEL



7. Étude énergétique

INTRODUCTION ET HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE PHOTOMÉTRIQUE

Les caractéristiques importantes qui définissent les 2 solutions d'éclairage dans le contexte d'application du projet du port sont les suivantes:

La puissance et l'efficacité des luminaires:

- Luminaire MH1000: 1080W pour 50 480 lumens maintenus
- Luminaire aux DEL: 831W pour 56 440 lumens maintenus (plus de 20% de consommation d'énergie en moins pour 12% de lumen output de plus)

Quantité de luminaires (suivant le calcul photométrique):

- Luminaire MH1000: 129 appareils
- Luminaire aux DEL: 94 appareils (27% moins de luminaires en tout sur le site pour une moyenne de 36% de plus d'éclairage fourni)

Durée de vie:

- Luminaire MH1000: 12 000 heures (cette valeur tient compte de la forte inclinaison de la lampe);
- Luminaire aux DEL: supérieure à 100 000 heures. Aussi, le luminaire aux DEL a la possibilité de varier son intensité lumineuse de manière très simple pour diminuer encore les économies dans certaines zones en fonction de l'activité.

ANALYSE ÉNERGÉTIQUE ET ÉCONOMIQUE

Pour faire une analyse qui prend en compte les principaux paramètres, il convient de comparer les champs suivants:

- Le coût d'achat et d'installation
- Le coût énergétique
- Le coût de maintenance

Le coût d'achat et d'installation

Il s'agit de l'investissement initial. Seul le coût des têtes de luminaires sont considéré puisque dans les deux solutions, les tours sont identiques et placées aux mêmes endroits. La solution aux DEL s'avère la plus coûteuse initialement, puisque les appareils, même s'ils sont moins nombreux, sont de plus dispendieux à l'achat.

	Quantité	Prix budgétaire	Coût d'installation	Coût lampe	Total
MH1000	129	825 \$	300 \$	30 \$	148 995 \$
DEL	94	3 500 \$	300 \$	0 \$	357 200 \$

Le coût énergétique (annuel)

C'est le coût énergétique de l'utilisation des appareils. Il est basé sur la puissance consommée totale des appareils multiplié par le coût énergétique et par la durée de fonctionnement annuelle. Il y a une différence de 44% entre le coût de la consommation annuelle de l'appareil aux DEL et celui aux halogénures métalliques.

	Qté	Puissance (W)	Utilisation ann.	Coût de l'énergie (par kWh)	Coût (en \$)
MH1000	129	1 080	2 920 h	0.08\$	32 545\$
DEL	94	831	2 920 h	0.08\$	18 247\$
% DEL/MH	- 27%	- 23%	-	-	- 44%

Le coût de maintenance

C'est le coût lié à l'entretien des appareils. Le principal coût est le relampage des luminaires. Nous avons considéré un coût de 70\$ de main-d'œuvre par appareil à relamber et un coût de 30\$ par lampe. Le coût de main-d'œuvre est élevé, car la maintenance nécessite l'utilisation d'une grande nacelle (les appareils sont à 35m) et d'une équipe de deux personnes.

L'autre paramètre important pour la maintenance est la durée de vie de la lampe. Pour la lampe aux halogénures métalliques, il y a deux valeurs qui sont données et qui diffèrent énormément selon la position de la lampe. La lampe utilisée dans les appareils de 1000W a une durée de vie de 18 000 heures si elle est utilisée verticalement et de 12 000 heures si elle est utilisée horizontalement. Les luminaires étant très inclinés (supérieur à 15 degrés), la valeur la plus défavorable sera considérée, soit 12 000 heures

Le calcul pour avoir le coût moyen annuel de la maintenance sera le suivant :

(Coût lampe + coût main d'oeuvre) X quantité luminaires

Durée de vie de la lampe / Utilisation annuelle

	Utilisation	Durée de vie	Coût lampe	Coût main-d'oeuvre	Qté luminaires	Total
MH1000	2 920 h	12 000 h	30\$	70\$	129	3 139\$



CONCLUSION DE L'ANALYSE ÉNERGÉTIQUE

Le cumul des trois paramètres explicités ci-dessus permet de chiffrer l'ensemble des coûts reliés aux deux solutions, et ce, pour un nombre d'années choisies. Bien entendu, il s'agit d'une évaluation budgétaire préliminaire qui ne considère pas tous les appareils présents sur le site. L'évaluation porte donc sur les grandes tours d'éclairage (les projecteurs seulement) et ne considère pas les coûts pour le civil et le raccordement électrique.

	MH1000	DEL
Description	Projecteur MH1000	Projecteur aux DEL
Puissance (en W)	1080	831
Quantité	129	94
Prix budgétaire du luminaire	825 \$	3 500\$
Prix total (avec installation)	148 995 \$	357 200 \$
Puissance totale (en kW)	139.32	78.11
Coût énergétique annuel	32 545 \$	18 247 \$
Coût des lampes	30 \$	- \$
Durée de vie des lampes	12 000	> 100 000
Coûts de maintenance annuels moyens	3 139\$	- \$
Coût total sur 10 ans	505 836 \$	539 674 \$
Coût total sur 15 ans	684 257 \$	630 911 \$
Coût total sur 20 ans	862 678 \$	722 148 \$

Sur une période de 10 ans, le luminaire aux halogénures métallique est plus économique, mais que la différence n'est pas si grande avec l'appareil aux DEL. Pour une durée supérieure à 10 ans, le projecteur aux DEL est plus avantageux. Il faut en effet attendre un peu moins que 12 ans pour que la tendance s'inverse et que le DEL devienne plus économique.

Étant donné la longue durée de vie de ces luminaires il est intéressant de regarder l'économie réalisée après une longue période. En effet, sur 15 ans, une économie de 53 345 \$ est réalisée et sur 20 ans c'est plus de 140 000 \$ d'économie que l'on obtient avec la solution aux DEL.

Il convient aussi de mentionner quelques paramètres qui ne peuvent pas être quantifiés dans cette étude et qui permettent des économies supplémentaires pour les luminaires aux DEL. Les appareils aux DEL ont la possibilité d'être gradués facilement en fonction de l'activité. Lorsque le luminaire est gradué à 50% de sa puissance par exemple, sa consommation électrique est réduite d'autant et sa durée de vie est allongée. Mentionnons enfin un autre avantage des appareils aux DEL par rapport aux HM qui sont montés sur une tour d'éclairage, il s'agit de la prise au vent qui est très faible dans le cas des appareils aux DEL, de par leur design.

Enfin, puisque les résultats obtenus par l'étude photométrique préliminaire montrent que la solution aux DEL dépasse les normes requises (revoir tableau p.31), nous pouvons penser que la solution finale apportera encore plus d'économies.

Note : Une autre technologie est disponible, soit les luminaires au plasma, qui n'ont pas fait l'objet d'une analyse approfondie dans le cadre de cette étude. Cependant, outre le facteur coût qui n'a pas été pris en compte, une analyse rapide nous dirige vers la solution aux DEL proposée.

8. Conclusion

Essentiellement, aucun changement majeur n'est à anticiper par l'ajout d'un nouveau quai si ce n'est que la nouvelle portion de terrain qui sera éclairée aux mêmes niveaux (en considérant l'utilisation d'appareils d'éclairage tel que l'existant) qui s'ajoute au paysage et qui sera visible des différents points de vue. Le niveau de luminosité et l'éblouissement devraient être similaires à l'existant. Il y a cependant l'exception que le nouveau quai a une légère inclinaison par rapport à l'existant et que l'éblouissement (toujours en considérant l'utilisation d'appareils d'éclairage tel que l'existant) serait davantage dirigé vers le chantier Davie (approximativement). Cependant, en utilisant la conception que nous proposons (projecteurs aux DEL sur les tours), nous sommes d'avis que l'impact serait beaucoup amoindri. Les résultats photométriques le démontrent bien. De plus, l'instauration des mesures d'atténuation proposées pour le nouveau quai ainsi que pour celui existant aurait un effet bénéfique quant à la perception visuelle du port à partir des différents points de vue analysés.

En plus des nuisances aériennes davantage considérées dans notre étude (pollution lumineuse et halo lumineux), il serait aussi intéressant pour le port d'évaluer les nuisances terrestres de la luminosité du site. Selon plusieurs spécialistes, ces nuisances peuvent avoir des conséquences néfastes auprès de plusieurs espèces animales et végétales. Les animaux nocturnes sont programmés pour se nourrir, se déplacer ou s'accoupler en pleine obscurité. Ils souffrent donc d'une lumière excessive là où elle s'impose. Aussi la migration de certains oiseaux peut être affectée puisqu'ils se déplacent essentiellement la nuit. Un professionnel en environnement pourrait se pencher sur cette question.



OMBRAGES Québec
Siège Social

Centre d'affaires Henri-IV
1015, av. Wilfrid-Pelletier
Québec (QC) G1W 0C4
Contact: Mehdi Laieb
418-928-6770
mlaieb@ombres.com

OMBRAGES Montréal

Bureau 1500
630, boul. René-Lévesque Ouest
Montréal (QC) H3B 1S6
Contact: Amine Bouimadaghane
514 358-3764
bamine@ombres.com

OMBRAGES Vancouver

Suite 210
128 West Hastings St,
Vancouver, BC V6B 1J5
Contact: Sebastien Panouille
778-877-5988
spanouille@ombres.com