

Manuel de conception d'un système d'éclairage routier



Manuel de conception d'un système d'éclairage routier

MANUEL DE CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE ROUTIER

Février 2011

Le contenu de cette publication a été préparé par le ministère des Transports.

Cette publication a été réalisée par :

Direction des structures

Ministère des Transports.

930, chemin Ste-Foy, 7^e étage

Québec (Québec)

G1S 4X9

Cette publication est disponible en version électronique à l'adresse suivante :

http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/produits/ouvrage_routier.fr.html

© Gouvernement du Québec

ISBN : 978-2-551-25050-9 (PDF)

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2011

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2011

Tous droits réservés. La reproduction de ce document par procédé mécanique ou électronique, y compris la microreproduction et sa traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation écrite des Publications du Québec.

REMERCIEMENTS

Cet ouvrage a été, depuis sa première parution jusqu'à maintenant, une mise en commun de connaissances et d'expériences de nombreuses personnes travaillant ou ayant travaillé tant à la Direction des structures qu'à l'extérieur du Ministère. Nous tenons à souligner leur contribution.

MISE À JOUR

MÉMO DE MISE À JOUR
Manuel de conception d'un système d'éclairage routier

Date :	2011-02
--------	---------

Version :	Nouvelle édition
-----------	------------------

Veuillez trouver ci-joint les plus récentes modifications apportées au manuel, bien vouloir retirer les pages actuelles et les remplacer par les pages révisées tel que décrit ci-après:

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
Chapitre 1			1.3 Modification du titre « Exigences normatives » à la place de « Références »
Chapitre 1 1.3 Exigences normatives			Modification dans le 1 ^{er} paragraphe, rajout de « de la collection Norme – Ouvrages routiers »
			Retrait de la 1 ^{re} puce
Chapitre 2			Pour tout le chapitre 2, dans les formules, les explications ont été remises en ordre avec plus de précision
Chapitre 2 2.1 Généralités			Ajout et précision sur la réforme touchant le transfert de responsabilités en matière de voirie locale.
			Modification dans le 10 ^e paragraphe de la numérotation qui est de « 1 à 99 » au lieu de « 0 à 99 »
			Ajout du 11 ^e paragraphe « Un autre type d'autoroute est aussi présent au Québec, c'est l'autoroute avec carrefours à niveau qui a comme particularité que certains échangeurs sont remplacés par des carrefours. L'écoulement de la circulation comporte des entraves ce qui limitent la fluidité »
Chapitre 2 2.2 Grilles d'évaluation			Ajout de la 2 ^e puce « une autoroute avec carrefour à niveau »
Chapitre 2 2.2.1 Types de grilles			Sécurité : ajout dans le paragraphe de « dans le calcul du pointage total »
Chapitre 2 2.2.2 Grilles			Ajout de la 3 ^e puce « niveau (1, 2 ou 3)
			Grille d'évaluation G1 – Géométrie, retrait de « fréquence » dans le titre de la dernière puce

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
			Grille d'évaluation G2 – Opération, retrait de « fréquence » dans le titre de la 1 ^{re} puce
			Grille d'évaluation G2 – Environnement, modification de la puce « Terre-plein central avec bordure »
			Grille d'évaluation G2 – Environnement, puce « Terre-plein central avec bordure » ajout dans IS de « (51-99 % des carrefours) » et dans PE de « (moins de 51 % des carrefours) »
			Grille d'évaluation G3 – Environnement, modification de la puce « Terre-plein central avec bordure »
			Grille d'évaluation G3 – Environnement, puce « Terre-plein central avec bordure » ajout dans IS de « (51-99 % des carrefours) » et dans PE de « (moins de 51 % des carrefours) »
			Grille d'évaluation G5 – Géométrie, dans la 2 ^e puce modification du numéro de tableau par « 7.9-1 »
			Grille d'évaluation G5 – Sécurité (Accidents), modification de « 150 m » par « 100 m »
Chapitre 2 2.2.3 Interprétation 2.2.3.1 Résultat des grilles d'évaluation G1, G2, G3 et G4			Modification dans la 7 ^e puce de « L'autoroute, à la hauteur de la bretelle, comporte au moins trois voies directes » par « L'autoroute, à la hauteur de la bretelle, comporte au moins trois voies sans inclure la voie de la bretelle »
Chapitre 3 3.1 Analyse préalable			Ajout dans la 1 ^{re} puce d'une note
			Ajout dans la 5 ^e puce de « la position des câbles électriques souterrains »
Chapitre 3 3.3.13 Passage à niveau			Ajout du 3 ^e paragraphe
Chapitre 3 3.5.2 Structures d'éclairage et massif			Ajout du 2 ^e paragraphe
Chapitre 3 3.6.1 Emplacement transversal des lampadaires			Ajout dans la 1 ^{re} puce de « pour faciliter l'entretien de la route l'hiver le retrait latéral peut aller jusqu'à 2 m. »
Chapitre 3			Ajout dans « Coffret », 3 ^e paragraphe « De plus, ces plans devront être scellés par un

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
3.9.1 Système d'éclairage			ingénieur. »
Chapitre 4 4.1.1 Logiciel accepté			Ajout dans le 1 ^{er} paragraphe de « version 2.1 ou subséquente »
Chapitre 4 4.1.5 Calculs d'éclairage point par point			Tableau 4.1-2 Modification LLF de 0.769 par 0.729
			Ajout d'un paragraphe « Si un éclairage... une à trois voies »
Chapitre 4 4.2 Calculs électriques			Modification de « balancement des charges » par « équilibrage des charges » Modification dans le paragraphe, retrait de « des courants de ligne ayant le moins de différences possibles les uns par rapport aux autres » et « l'écart maximum entre les charges de chacune des lignes ou de chacune des phases ne doit pas être supérieur à 10 % »
Chapitre 5 5.1.1 Rapport d'étude photométrique			Ajout du 3 ^e paragraphe « Le rapport d'étude... version Autocad »
Chapitre 5 5.2.2 Transmission des documents définitifs			Modification de « système de signaux lumineux » par « système d'éclairage »
Chapitre 5 5.3.1 Logiciel accepté			Modification de « projet de signaux lumineux » par « projet d'éclairage »
Chapitre 5 5.4.1 Devis spécial			Retrait dans le 2 ^e paragraphe de « identification technique »
Chapitre 5 5.4.4 Numérotation			Modification des numéros de documents
Annexe B			Modification dans la grille d'évaluation G2
			Modification dans la grille d'évaluation G3
			Modification dans la grille d'évaluation G4

Responsable du document : Éric Côté

MANUEL DE CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE ROUTIER

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre 1	Généralités
Chapitre 2	Justification de l'éclairage
Chapitre 3	Critère de conception
Chapitre 4	Méthode de calcul
Chapitre 5	Préparation des plans et devis
Annexe A	Normalisation des dessins assistés par ordinateur
Annexe B	Grilles d'évaluation d'éclairage
Annexe C	Charge totale

CHAPITRE 1

GÉNÉRALITÉS

TABLE DES MATIÈRES

1.1	OBJET	1-1
1.2	INTRODUCTION	1-1
1.3	EXIGENCES NORMATIVES	1-2
1.4	EXIGENCES GÉNÉRALES	1-3
1.5	DONNÉES FONDAMENTALES EN ÉCLAIRAGE ROUTIER	1-3
1.6	DÉFINITIONS	1-3

1.1 OBJET

Le *Manuel de conception d'un système d'éclairage routier* est un recueil de connaissances et de principes techniques qui représente la base de l'expertise du ministère des Transports du Québec dans le domaine de la conception de systèmes d'éclairage liés au domaine routier.

Il s'adresse aux ingénieurs et aux techniciens qui travaillent à la conception de systèmes d'éclairage liés au domaine routier. Il a pour objectifs de fixer les exigences du Ministère dans l'application du *Guide de conception des systèmes d'éclairage routier* publié par l'Association des transports du Canada (ATC), lequel sert de guide de référence pour la conception de systèmes d'éclairage routier, et de faciliter la compréhension des normes des ouvrages routiers.

Si sa mise en pratique est nécessaire pour l'uniformisation des règles de l'art, elle ne doit pas restreindre l'initiative et le jugement du concepteur ni empêcher l'utilisation de nouvelles méthodes éprouvées concernant la conception de systèmes d'éclairage routier.

Le présent manuel ne tient pas compte des exigences et de la réglementation des autorités régionales et municipales applicables aux systèmes d'éclairage qui doivent être considérées au moment de la conception de systèmes d'éclairage routier.

Le manuel se veut un outil pratique et facilement utilisable. Il se divise en cinq chapitres, chacun représentant une activité essentielle à la planification, à la conception et à la préparation des plans et devis pour les systèmes d'éclairage du domaine routier.

1.2 INTRODUCTION

Les systèmes d'éclairage font partie des équipements électrotechniques installés sur le réseau routier. Il est donc nécessaire, lorsqu'on étudie la conception de ces systèmes, de suivre des procédures rigoureuses afin d'assurer leur fonctionnalité et la sécurité des usagers de la route (automobilistes, piétons et cyclistes).

Le présent manuel établit la méthode de préparation d'un projet d'éclairage routier à suivre par les concepteurs, en tenant compte des plans types, des devis types et des normes du Ministère. Il constitue l'outil de travail par excellence pour les ingénieurs et les techniciens en électricité qui travaillent à la conception des systèmes d'éclairage routier.

La réalisation d'un projet d'éclairage routier comporte plusieurs étapes, dont l'étude des besoins, la conception, la préparation des plans et devis, la construction, la surveillance des travaux et la vérification électrotechnique.

En ce qui concerne la surveillance des travaux et la vérification électrotechnique visant à assurer la conformité des travaux aux exigences des documents contractuels, elles feront l'objet de publications distinctes.

1.3 EXIGENCES NORMATIVES

De façon générale, la planification et la conception des systèmes d'éclairage routier doivent tenir compte de la collection Normes-Ouvrages routiers et des publications suivantes du Ministère des Transports :

- Collection Normes – Ouvrages routiers :
 - Tome I – Conception routière*, chapitre 3 « Niveaux de service »;
 - Tome I – Conception routière*, chapitre 13 « Dispositifs de retenue »;
 - Tome II – Construction routière*, chapitre 7 « Dispositifs de retenue »;
 - Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 6 « Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux »;
 - Tome IV – Abords de route*, chapitre 4 « Éclairage routier »;
 - Tome VII – Matériaux*, chapitre 8 « Matériaux électriques »;
- *Cahier des charges et devis généraux (CCDG) – Infrastructures routières – Construction et réparation*, édition en vigueur;
- « Plans types d'éclairage », série PTE1, Direction des structures;
- « Plans types – Massifs de fondation », séries PT1ME et PT1E2M, Direction des structures;
- « Plans types – Tours d'éclairage », série PT1E2, Direction des structures;
- « Plans types – Structures d'éclairage », série PT1E, Direction des structures.

Ils doivent également tenir compte des exigences des normes et des documents suivants :

- TAC/ATC, *Guide de conception des systèmes d'éclairage routier*, volumes 1 et 2;
- IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), *Lighting Handbook* ;
- ACNOR C22.10-07, *Code de construction du Québec*, chapitre V, « Électricité »;
- Hydro-Québec – Norme E.21-10, « *Service d'électricité en basse tension* »;
- Hydro-Québec – Norme E.32.1-01, « *Travaux à proximité des lignes électriques* »;
- Hydro-Québec – *Tarifs du distributeur et conditions d'application*;

- RRQ., c. Q-2, r. 15.2, *Règlement sur les matières dangereuses et modifiant diverses dispositions réglementaires*;
- LRQ, c. Q-2, *Loi sur la qualité de l'environnement*,
- S21, R6, *Code de sécurité pour les travaux de construction*;
- ANSI/IESNA LM-63-02, ANSI "Approved Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data and Related Information";
- ANSI/IESNA RP-22-05, « Tunnel Lighting »;
- IESNA TM-15-07, « *Luminaire Classification System for Outdoor Luminaires* ».

1.4 EXIGENCES GÉNÉRALES

De façon générale, la planification et la conception de systèmes d'éclairage doivent tenir compte des exigences des normes du Ministère, du *Guide de conception des systèmes d'éclairage routier* de l'ATC et des instructions contenues dans le présent manuel.

1.5 DONNÉES FONDAMENTALES EN ÉCLAIRAGE ROUTIER

Les notions et les données fondamentales sur l'éclairage, le débordement de l'éclairage, les processus de planification et de conception, les codes et les normes, les calculs et les logiciels de calculs photométriques décrits dans le volume 1 du *Guide de conception des systèmes d'éclairage routier* de l'ATC et celles des normes des ouvrages routiers du ministère des Transports du Québec doivent être prises en compte au moment de la planification et de la conception de systèmes d'éclairage routier.

Dans tout le reste de ce manuel, l'appellation « le guide de l'ATC » sera utilisée.

1.6 DÉFINITIONS

Les définitions du « Lexique » de la collection Normes – Ouvrages routiers s'appliquent au *Manuel de conception d'un système d'éclairage routier*. Ce lexique est accessible sur le site Internet des Publications du Québec.

Les définitions suivantes s'ajoutent à celles du « Lexique » de la collection Normes – Ouvrages routiers :

Alimentation

L'alimentation comprend un coffret de branchement, une tête de branchement, des tiges de mise à la terre, des conduits, des câbles et des accessoires.

Alimentation-distribution

L'alimentation-distribution comprend un coffret de branchement et de distribution conjoint, une tête de branchement, des conduits, des tiges de mise à la terre, des câbles, une cellule photoélectrique et des accessoires.

ATC

Association des Transports du Canada.

Ballast

Dispositif limitatif de courant qui assure le fonctionnement de la lampe.

Candela

Soixantième partie de l'intensité lumineuse d'une source de 1 cm^2 constituée par un corps noir porté à la température de $1753 \text{ }^\circ\text{C}$.

Caniveau

Galerie en tranchée servant au passage de canalisations ou de câbles électriques.

Coefficient d'uniformité d'éclairage

Rapport de l'éclairage moyen (E_{moy}) de la surface sur son éclairage minimal (E_{min}).

Coefficient d'uniformité de luminance

Rapport de la luminance moyenne (L_{moy}) de la surface sur sa luminance minimale (L_{min}).

Distribution

La distribution comprend un coffret de distribution, des conduits, des câbles, des accessoires et une cellule photoélectrique.

DJMA

Débit journalier moyen annuel.

Dans le guide de l'ATC, il est désigné comme « AADT ».

Éblouissement

Sensation d'inconfort provoquée par des flux lumineux trop élevés.

Lumen

Flux lumineux que reçoit une surface de 1 m^2 d'une sphère de 1 m de rayon au centre de laquelle se trouve une source lumineuse égale à une candela.

Tube à arc

Tube scellé généralement en quartz contenant un gaz sous pression : vapeur de mercure, halogénures métalliques, vapeur de sodium à haute et basse pression.

CHAPITRE 2
JUSTIFICATION DE L'ÉCLAIRAGE
TABLE DES MATIÈRES

2.1	GÉNÉRALITÉS	2-1
2.2	GRILLES D'ÉVALUATION	2-3
2.2.1	Types de grilles	2-4
2.2.2	Grilles	2-5
2.2.3	Interprétation	2-27
2.3	CONCLUSION	2-30

NOTE IMPORTANTE :

Les grilles d'évaluation en format Excel sont accessibles sur le site de la Direction des structures sous l'onglet « Avis techniques » de la rubrique « Électrotechnique ».

2.1 GÉNÉRALITÉS

Depuis le 1^{er} avril 1993, la réforme touchant le transfert de responsabilités en matière de voirie locale est en vigueur.

Le Ministère, lors de ce transfert de responsabilités, a élaboré une nouvelle classification fonctionnelle du réseau routier.

La mise sur pied de la classification fonctionnelle a permis d'identifier trois catégories de routes classées selon les fonctions de chaque route et de leur importance afin d'en arriver à une hiérarchisation du réseau routier. Ces trois catégories de routes comprennent les réseaux routiers suivants :

- Réseau supérieur
 - les autoroutes;
 - les routes nationales;
 - les routes régionales;
 - les routes collectrices.

- Réseau local
 - - le réseau local de niveau 1;
 - - le réseau local de niveau 2;
 - - le réseau local de niveau 3.

- Réseau d'accès aux ressources

Cependant à la fin des années 1960, le Ministère avait mis en place une classification qui a résulté en un système de numérotation des routes. Cette numérotation est toujours en vigueur aujourd'hui et permet de déterminer trois classes de routes. Les numéros compris entre 1 et 99 de même qu'entre 400 et 999 désignent les autoroutes.

Les numéros compris entre 100 et 199 servent à identifier les routes nationales. Quant aux routes portant les numéros entre 200 et 399, elles sont désignées comme des routes régionales. Il y a également, tous les chemins à caractère local qui, entretenu à l'époque par le MTQ, ne porte pas d'identifiant numérique.

Avec l'avènement du nouveau système de classification fonctionnelle implanté en 1993, qui entre autres, détermine un plus grand nombre de catégories de routes, le gouvernement du Québec a cru bon de maintenir en place la numérotation existante.

Cette situation fait en sorte que la numérotation actuellement en vigueur, n'est pas nécessairement le reflet de la classification fonctionnelle. À titre d'exemple, le tronçon situé entre Duparquet et la frontière ontarienne porte le numéro 388, mais est classé de catégorie nationale. À l'inverse, la route 111 située au nord de La Sarre est, quant à elle, de la catégorie route régionale.

Auparavant, l'éclairage d'une route était justifié en considérant le milieu où elle évolue, son débit journalier moyen annuel (DJMA) ainsi que le nombre d'accidents et sa géométrie.

Le présent manuel propose une nouvelle méthode. Il présente des grilles d'évaluation, à pointage, adaptées aux différents types de routes qui se trouvent au Québec.

En résumé, il y a tout d'abord l'autoroute. Généralement, il s'agit d'un axe routier à voies séparées muni d'échangeurs. La vitesse permise y est de 100 km/h. La numérotation est de 1 à 99 et de 400 à 999.

Un autre type d'autoroute est aussi présent au Québec, c'est l'autoroute avec carrefours à niveau qui a comme particularité que certains échangeurs sont remplacés par des carrefours. L'écoulement de la circulation comporte des entraves ce qui limitent la fluidité.

La route nationale, quant à elle, supporte un fort trafic de transit sur de longues distances. La vitesse limite y est de 90 km/h. La numérotation est généralement de 100 à 199.

Pour la route régionale, le trafic de transit se fait en général sur des distances moyennes à 80 km/h et la numérotation est généralement de 200 à 399.

Les routes collectrices et locales reçoivent un trafic irrégulier et généralement faible sur de courtes distances. La vitesse affichée est égale ou inférieure à 90 km/h. Le plus souvent, elles sont non numérotées.

Ces routes traversent deux types de milieux, soit le milieu rural et le milieu urbain, à l'intérieur desquels les secteurs commerciaux, industriels et résidentiels sont distingués. Pour déterminer le type de milieu, il faut se référer à la section 9.1.1 du guide de l'ATC.

Les premières grilles d'évaluation ont été mises au point par le National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). Par la suite, le U.S. Department of Transportation (DOT) les a publiées dans son *Roadway Lighting Handbook*. Enfin, la Federal Highway Administration (FHWA) les a recommandées comme une méthode pour déterminer le besoin d'éclairage.

Dans l'édition de 1983 du *Guide de conception des systèmes d'éclairage routier*, elles étaient déjà présentes. Elles ont été reconduites dans la version 2006 du guide de l'ATC.

2.2 GRILLES D'ÉVALUATION

Afin de choisir la grille appropriée pour l'étude des besoins d'éclairage, il faut d'abord savoir si l'élément évalué est :

- un tronçon;
- un carrefour;
- un échangeur;
- ou autre.

Il faut également définir le type de la route, soit :

- une autoroute;
- une autoroute avec carrefours à niveau
- une route nationale;
- une route régionale;
- une route collectrice;
- une route locale.

Dans le cas d'un tronçon routier, il est recommandé d'analyser, à l'aide de la grille d'évaluation appropriée, chaque section :

- d'une longueur d'environ 1 km dans le cas d'une autoroute;
- d'une longueur d'environ 500 m pour les autres types de routes.

Lorsque le tronçon routier est plus long que les longueurs indiquées ci-dessus, le tronçon complet doit d'abord être analysé à l'aide de la grille d'évaluation appropriée en considérant les critères les plus contraignants. Par la suite, dans le cas où l'éclairage de l'ensemble du tronçon routier est justifié, ce dernier doit être divisé en sections de 1 km ou de 500 m selon le type de route. Chacune des sections doit ensuite être analysée en utilisant la grille d'évaluation appropriée pour déterminer lesquelles doivent être éclairées. Que l'éclairage du tronçon routier soit justifié ou non, tous les carrefours qui y sont contenus doivent être vérifiés à l'aide de la grille d'évaluation G5 du présent manuel.

Il se peut qu'il soit nécessaire de consulter des experts de plusieurs domaines, plus particulièrement ceux de la sécurité routière, pour remplir adéquatement les grilles d'évaluation de l'éclairage.

De plus, ce n'est pas parce qu'une route est actuellement éclairée qu'il est justifié de l'éclairer. Il faut utiliser la grille pour évaluer l'éclairage de chaque élément routier.

Il faut aussi noter que les grilles ne s'appliquent pas intégralement pour l'évaluation de l'éclairage sur les routes dans le Grand-Nord du Québec et dans les secteurs forestiers

et isolés. Lorsque des cas semblables se présentent, il faut se référer au Service de l'électrotechnique.

Il est à noter que les concepteurs d'éclairage doivent adapter l'application des critères de justification dans certains cas particuliers tels l'absence de rapport d'accident d'une nouvelle configuration de route ou le rapport d'accident d'une route déjà éclairée étant donné que celui-ci est faussé.

2.2.1 Types de grilles

Il existe cinq grilles d'évaluation, soit : G1, G2, G3, G4 et G5.

Ces grilles se trouvent à l'annexe B (version à titre indicatif seulement) ainsi qu'en version électronique (format Excel) (version à jour à utiliser) sur le site intranet de la Direction des structures sous l'onglet « Avis techniques » de la rubrique « Électrotechnique ».

Les grilles sont formées de plusieurs critères qui aident à évaluer le besoin d'éclairage. Un pointage de classement et une pondération sont associés à chaque critère.

Les critères contenus dans chaque grille sont rassemblés en quatre groupes :

- Géométrie

En général, les critères de géométrie regroupent les principaux éléments de la géométrie de la route à l'étude.

- Opération

Cette section de la grille regroupe les critères touchant la circulation automobile et les divers usagers de la route.

- Environnement

La grille rassemble sous ce thème les critères touchant les à-côtés de la route.

- Sécurité

Cette section définit le rapport entre les accidents de nuit et ceux de jour. Étant donné que ce rapport pèse lourd dans le calcul du pointage total, il est essentiel d'obtenir des données détaillées et bien documentées sur les accidents survenus. Pour les nouvelles routes, le concepteur utilise les statistiques disponibles pour des routes semblables.

Le pointage de classement est un entier compris entre 1 et 5 pour les grilles G1, G2, G3 et G4 et entre 0 et 4 pour la grille G5. Il indique le degré de risque associé au critère.

Plus il est élevé, plus le risque est grand. La pondération, quant à elle, est une valeur réelle qui indique l'importance relative du critère.

En multipliant le pointage de classement « PT » par le facteur de pondération « PD », nous obtenons une valeur pondérée pour chaque critère indiquant son importance. La somme de toutes les valeurs pondérées donne le pointage total qui indique le besoin d'éclairage. Les valeurs pondérées s'affichent et se compilent automatiquement lorsque les valeurs réelles (ou mesurées) sont inscrites.

L'évaluation du besoin d'éclairage, faite en utilisant les grilles, priorise la sécurité des usagers de la route et des piétons.

Dans les grilles G1 et G4, les critères les plus déterminants, c'est-à-dire ceux ayant les facteurs de pondération les plus élevés, sont :

- le rayon de courbure horizontal;
- le niveau de service nocturne;
- le rapport des accidents nuit/jour.

Dans les grilles G2 et G3, les critères les plus déterminants sont :

- le rayon de courbure horizontal;
- le niveau d'activité piétonnière;
- le rapport des accidents nuit/jour.

Dans la grille G5, les critères les plus déterminants sont :

- la canalisation;
- le DJMA;
- la fréquence annuelle moyenne des accidents nocturnes.

2.2.2 Grilles

Dans ce chapitre, les cinq grilles d'évaluation seront examinées en détail.

Les trois éléments suivants doivent être indiqués sur les grilles d'évaluation, s'il y a lieu :

- Description de l'élément évalué
- Longueur du tronçon évalué
- Niveau (1, 2 ou 3)

Les choix possibles sont :

- « 1 » pour le réseau stratégique en soutien au commerce extérieur
- « 2 » pour les routes nationales et régionales non incluses dans le réseau stratégique
- « 3 » pour les autres routes

Grille d'évaluation G1

Cette grille d'évaluation s'applique aux autoroutes.

– Géométrie

L'information géométrique est en général disponible sur les plans de construction. En l'absence de plan, le concepteur relève les mesures sur place.

- Nombre total de voies :
Il s'agit du nombre total de voies dans les deux directions. Si ce nombre varie dans l'élément routier à l'étude, il faut prendre le nombre le plus grand.
- Largeur des voies (m) :
C'est la largeur d'une voie en mètres mesurée entre les deux lignes délimitant la voie. S'il y a plusieurs voies de circulation, il faut prendre la largeur la plus petite.
- Largeur du terre-plein central (m) :
Cette dimension représente la distance entre les deux lignes de rive.
- Largeur de l'accotement (m) :
Il s'agit de l'accotement de droite. Cette mesure est prise entre l'extrémité extérieure de l'accotement et la ligne de rive.
- Pente du talus de bas-côté (0 à 7) :
Il s'agit du talus extérieur. Cette pente s'exprime comme le rapport entre la distance horizontale et la distance verticale. Ainsi, plus la distance horizontale est grande et la distance verticale est faible, plus la pente est douce.
- Rayon de courbure horizontal (m) :
Il s'agit de la longueur en mètres du rayon de l'arc de cercle représentant la courbure de la route. Il est mesuré à la ligne de centre.

Lorsqu'une route est traitée globalement pour déterminer si un éclairage est requis, il faut utiliser le rayon de courbure le plus contraignant, c'est-à-dire le plus petit. Si l'éclairage est requis, il faut par la suite analyser chaque élément routier de la route à l'étude.

Pour un tronçon droit, on assume un rayon de courbure supérieur à 3500 m (prendre par exemple 4000 m).

- Gradient vertical (pente en %) :
C'est le pourcentage d'inclinaison de la pente incluse dans le tronçon de route à l'étude. Il faut prendre la pente la plus contraignante dans le segment analysé.
- Distance entre les échangeurs (km) :
C'est la distance la plus petite entre deux échangeurs consécutifs dans l'élément routier à l'étude. Si l'élément routier compte un seul échangeur, il faut prendre la distance entre cet échangeur et l'échangeur suivant le plus proche. Si l'élément routier étudié ne comporte aucun échangeur, il faut laisser cette case vide.

– Opération

- Niveau de service nocturne (heure de pointe de noirceur) :

Le niveau de service est une mesure servant à décrire les conditions qui prévalent dans un courant de circulation et leur perception par les usagers. Le niveau de service se mesure entre le coucher et le lever du soleil à la pire heure de pointe de noirceur.

La définition des niveaux de service comprend généralement une description de ces conditions en matière de vitesse, de temps de trajet, de liberté de manœuvre, d'interruption de trafic, de confort, d'aisance de conduite et de sécurité. Les niveaux de service sont définis dans le *Tome I – Conception routière*, chapitre 3 « Niveaux de service », des normes du Ministère.

Il existe deux façons d'obtenir le niveau de service soit à partir d'un logiciel spécialisé ou par la prise de mesure directement sur le terrain,

– Environnement.

- Pourcentage de développement :
Il s'agit de mesurer le long du tronçon d'une route quelle portion de la distance linéaire est partagée en lots (résidentiels, commerciaux ou industriels) par rapport à la portion linéaire totale. La distance dont il faut tenir compte est la somme des deux côtés de la route soumise à l'analyse. Les lotissements (développements) situés à plus de 60 m de la ligne de rive ne sont pas considérés.
- Distance des développements à partir de la route (m) :
Cette distance est mesurée à partir de la ligne de rive jusqu'au développement. La distance qu'il faut prendre est la plus contraignante, soit la plus petite distance.

– Sécurité (accidents)

- Rapport des accidents nuit/jour :

Le concepteur inventorie tous les accidents survenus sur ce tronçon d'autoroute au cours des trois dernières années complètes au minimum. L'inventaire des accidents peut être fait sur plus de trois ans pourvu que les caractéristiques de la route n'aient pas changé de manière à fausser les résultats. Il faut toujours utiliser les données sur des années complètes. Le concepteur fait le décompte des accidents survenus de nuit et ceux de jour.

Le rapport des accidents nuit/jour est obtenu en divisant le taux d'accidents de nuit par celui des accidents de jour. Afin de tenir compte des différences de débit de circulation, le concepteur multiplie le rapport des accidents nuit/jour par les DJMA appropriés.

Cette formule est la suivante :

$$\text{RNJ} = \text{TAN}/\text{TAJ}$$

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;

TAN (Taux d'accidents de nuit) = Moyenne annuelle des accidents de nuit/(DJMA de nuit);

TAJ (Taux d'accidents de jour) = Moyenne annuelle des accidents de jour/(DJMA de jour);

DJMA = Débit journalier moyen annuel.

Cependant, si ces données ne sont pas disponibles, un débit de nuit de 20 % et un débit de jour de 80 % sont considérés. Par conséquent, le rapport des accidents nuit/jour est multiplié par un facteur 4.

Cette formule est la suivante :

$$\text{RNJ} = 4(\text{NAN}/\text{NAJ})$$

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;

NAN = Nombre d'accidents de nuit;

NAJ = Nombre d'accidents de jour.

Dans le cas où le rapport obtenu est supérieur à 2, l'éclairage est automatiquement justifié quel que soit le pointage total obtenu.

Tous les accidents qui ont causé des dommages corporels ou matériels sont considérés. Les accidents impliquant des animaux ne sont pas considérés.

Dans le cas où le rapport obtenu est égal à l'infini, c'est-à-dire qu'il n'y a eu aucun accident de jour, il faut vérifier la cause des accidents. Il est justifié d'éclairer

seulement si au moins un des accidents de nuit a pour cause, directe ou indirecte, le manque d'éclairage.

Dans le cas contraire ou lorsqu'il n'y a aucun accident répertorié, il faut entrer « 0 » comme valeur pour ce critère.

Grille d'évaluation G2

La grille G2 s'applique aux autoroutes avec carrefours à niveau.

– Géométrie

- Nombre total de voies :
Il s'agit du nombre total de voies dans les deux directions. Si ce nombre varie dans l'élément routier à l'étude, il faut prendre le nombre le plus grand.
- Largeur des voies (m) :
C'est la largeur d'une voie en mètres mesurée entre les deux lignes délimitant la voie. S'il y a plusieurs voies de circulation, il faut prendre la largeur la plus petite.
- Largeur de l'accotement (m) :
Il s'agit de l'accotement de droite. Cette mesure est prise entre l'extrémité extérieure de l'accotement et la ligne de rive.
- Pente du talus de bas-côté (0 à 7) :
Il s'agit du talus extérieur. Cette pente s'exprime comme le rapport entre les distances horizontale et verticale. Ainsi, plus la distance horizontale est grande et la distance verticale est faible, plus la pente est douce.
- Rayon de courbure horizontal (m) :
Il s'agit de la longueur en mètres du rayon de l'arc de cercle représentant la courbure de la route. Il est mesuré à la ligne de centre.
Lorsqu'une route est traitée globalement pour déterminer si un éclairage est requis, il faut utiliser le rayon de courbure le plus contraignant, c'est-à-dire le plus petit. Si l'éclairage est requis, il faut par la suite analyser chaque élément routier du tronçon de route à l'étude.

Pour un tronçon droit, on assume un rayon de courbure supérieur à 3500 m; il faut prendre par exemple 4000 m.
- Gradient vertical (pente en %) :
C'est le pourcentage d'inclinaison de la pente incluse dans le tronçon de route à l'étude. Il faut prendre la pente la plus contraignante dans le segment analysé.

- Distance de visibilité en (m) :
La distance de visibilité est la distance maximale, mesurée le long de la route en plan et en profil, à partir de laquelle le conducteur d'une automobile peut apercevoir la surface de la route ou un point situé à une hauteur donnée au-dessus de la route, lorsque sa vue n'est pas gênée par la circulation ou par d'autres obstacles latéraux. Cette distance n'est pas liée à la distance d'arrêt de sécurité.

Pour plus de détails sur la distance de visibilité, il faut se référer au *Tome I – Conception routière*, chapitre 7 « Distance de visibilité », des normes du Ministère.

– Opération

- Distance entre les carrefours ou les échangeurs (km) :
Il s'agit d'établir la distance la plus petite entre deux carrefours ou deux échangeurs consécutifs contenus dans le tronçon de route à l'étude. S'il n'y a pas d'échangeur ou de carrefour dans l'élément routier étudié, il faut laisser la case vide.
- Voies de virage (1 à 5) :
Ce critère permet de faire ressortir la présence, aux carrefours du tronçon de route, de voies de virage à droite ou à gauche. Cependant, s'il existe une voie servant au virage à gauche des automobilistes circulant dans les deux sens, l'éclairage est automatiquement justifié (VVG2S). S'il n'y a pas de carrefour dans l'élément routier étudié, il faut laisser la case vide.
- Largeur du terre-plein central (m) :
Cette dimension représente la distance entre les deux lignes de rive.
- Vitesse courante ou vitesse affichée (km/h) :
Il s'agit de la vitesse nocturne 85e centile si on la connaît, ou sinon, utiliser la vitesse affichée pour le tronçon de route à l'étude.
- Niveau d'activités piétonnières/cyclistes (heure de pointe de noirceur) :
C'est le niveau d'activité des piétons et des cyclistes sur cette route. Le niveau d'activité piétonnière/cycliste se mesure à partir du nombre de piétons et de cyclistes à l'heure de pointe nocturne (se référer à la section 9.1.3 du guide de l'ATC pour plus de détails sur le niveau d'activité piétonnière). Si l'accès est interdit par la loi aux piétons et aux cyclistes, il faut laisser la case vide. Dans la grille, on attribue le niveau d'activité piétonnière/cycliste le pointage de classement « faible » pour 10 piétons/cyclistes ou moins à l'heure, « moyenne » pour 11 à 99 piétons/cyclistes à l'heure et « forte » pour 100 piétons/cyclistes et plus à l'heure.

– Environnement.

- Pourcentage de développement :
Il s'agit de mesurer le long du tronçon d'une route quelle portion de la distance linéaire est partagée en lots (résidentiels, commerciaux ou industriels) par rapport à la portion linéaire totale. La distance dont il faut tenir compte est la somme des deux côtés de la route soumise à l'analyse. Les lotissements (développements) situés à plus de 60 m de la ligne de rive ne sont pas considérés.
- Classification du secteur :
Le concepteur doit vérifier le milieu où se situe le tronçon de route à l'étude. Il faut définir s'il s'agit par exemple d'un milieu constitué principalement de résidences, d'industries ou de commerces. Les choix possibles sont :
 - RU = Rural;
 - IN = Industriel;
 - RE = Résidentiel;
 - CO = Commercial;
 - CV = Centre-ville.
- Distance des développements à partir de la route (m) :
Cette distance est mesurée à partir de la ligne de rive jusqu'au développement. La distance qu'il faut prendre est la plus contraignante, soit la plus petite distance.
- Éclairage environnant; hors route :
Ce critère évalue l'importance de l'éclairage existant hors de l'emprise de la route nationale. Il faut choisir dans la liste suivante :
 - FA = Faible : maisons dispersées;
 - MO = Moyen : secteurs résidentiels, commerces et centres industriels;
 - DE = Dérangeant : centres-villes, commerces d'autos, stations-service;
 - IN = Intense : terrains de sports, gros panneaux publicitaires.
- Terre-plein central avec bordure :
Il s'agit de choisir dans la liste suivante l'emplacement, le long du tronçon, des terre-pleins en bande médiane :
 - AU = Aucun;
 - CO = Continu;
 - IN = À tous les carrefours
 - IS = À quelques carrefours (51-99 % des carrefours);
 - PE = Peu d'endroits (moins de 51 % des carrefours).

– Sécurité (accidents)

- Rapport des accidents nuit/jour :

Le concepteur inventorie tous les accidents survenus sur ce tronçon de route nationale ou régionale au cours des trois dernières années complètes au minimum. L'inventaire des accidents peut être fait sur plus de trois ans pourvu que les caractéristiques de la route n'aient pas changé de manière à fausser les résultats. Il faut toujours utiliser les données sur des années complètes. Le concepteur fait le décompte des accidents survenus de nuit et ceux de jour.

Le rapport des accidents nuit/jour est obtenu en divisant le taux d'accidents de nuit par celui des accidents de jour. Afin de tenir compte des différences de débit de circulation, le concepteur multiplie le rapport des accidents de nuit et ceux de jour par les DJMA appropriés.

Cette formule est la suivante :

$$\text{RNJ} = \text{TAN}/\text{TAJ}$$

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;

TAN (Taux d'accidents de nuit) = Moyenne annuelle des accidents de nuit/(DJMA de nuit);

TAJ (Taux d'accidents de jour) = Moyenne annuelle des accidents de jour/DJMA de jour);

DJMA = Débit journalier moyen annuel.

Cependant, si ces données ne sont pas disponibles, un débit de nuit de 20 % et un débit de jour de 80 % sont considérés. Par conséquent, le rapport des accidents nuit/jour est multiplié par un facteur 4.

Cette formule est la suivante :

$$\text{RNJ} = 4(\text{NAN}/\text{NAJ})$$

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;

NAN = Nombre d'accidents de nuit;

NAJ = Nombre d'accidents de jour.

Dans le cas où le rapport obtenu est supérieur à 2, l'éclairage est automatiquement justifié quel que soit le pointage total obtenu.

Tous les accidents qui ont causé des dommages corporels ou matériels sont considérés. Les accidents impliquant des animaux ne sont pas considérés.

Dans le cas où le rapport obtenu est égal à l'infini, c'est-à-dire qu'il n'y a eu aucun accident de jour, il faut vérifier la cause des accidents. Il est justifié d'éclairer seulement si au moins un des accidents de nuit a pour cause, directe ou indirecte, le manque d'éclairage.

Dans le cas contraire ou lorsqu'il n'y a aucun accident répertorié, il faut entrer « 0 » comme valeur pour ce critère.

Grille d'évaluation G3

Le concepteur utilise cette grille d'évaluation pour analyser une route nationale, régionale, collectrice ou locale.

– Géométrie

- Nombre total de voies :
Il s'agit du nombre total de voies dans les deux directions. Si ce nombre varie dans l'élément routier à l'étude, il faut prendre le nombre le plus grand.
- Largeur des voies (m) :
C'est la largeur d'une voie en mètres mesurée entre les deux lignes délimitant la voie. S'il y a plusieurs voies de circulation, il faut prendre la largeur la plus petite.
- Ouverture dans le terre-plein central par kilomètre :
Lorsqu'il y a un terre-plein central sur ce type de route, il s'agit de compter le nombre de passages reliant les deux chaussées et de diviser par la longueur de l'élément routier à l'étude.
- Voies d'accès aux propriétés et entrées par km :
Il s'agit de dénombrer les entrées commerciales, industrielles ou résidentielles le long de ce type de route et de diviser par la longueur de l'élément routier à l'étude.
- Rayon de courbure horizontal (m) :
Il s'agit de la longueur en mètres du rayon de l'arc de cercle représentant la courbure de la route. Il est mesuré à la ligne de centre.

Lorsqu'une route est traitée globalement pour déterminer si un éclairage est requis, il faut utiliser le rayon de courbure le plus contraignant, c'est-à-dire le plus petit. Si l'éclairage est requis, il faut par la suite analyser chaque élément routier du tronçon de route à l'étude.

Pour un tronçon droit, on assume un rayon de courbure supérieur à 3500 m; il faut prendre par exemple 4000 m.

- Gradient vertical (pente en %) :
C'est le pourcentage d'inclinaison de la pente incluse dans le tronçon de route à l'étude. Il faut prendre la pente la plus contraignante dans le segment analysé.
- Distance de visibilité (m) :
La distance de visibilité est la distance maximale, mesurée le long de la route en plan et en profil, à partir de laquelle le conducteur d'une automobile peut apercevoir la surface de la route ou un point situé à une hauteur donnée au-dessus de la route, lorsque sa vue n'est pas gênée par la circulation ou par d'autres obstacles latéraux. Cette distance n'est pas liée à la distance d'arrêt de sécurité.

Pour plus de détails sur la distance de visibilité, il faut se référer au *Tome I – Conception routière*, chapitre 7 « Distance de visibilité », des normes du Ministère.

– Stationnement :

Il faut définir le type de stationnement autorisé le long de cette route :

- IN = Interdit;
- DE = Débarcadère;
- HP = Hors pointe*;
- UC = Un côté;
- DC = Deux côtés.

* Indiquer qu'un stationnement est « hors pointe » signifie qu'il se fait sur prescription.

– Opération :

- Carrefours avec feux de circulation (%) :
Il s'agit d'évaluer le pourcentage des carrefours qui sont munis de feux de circulation par rapport au nombre total de carrefours. S'il n'y a pas de carrefour dans l'élément routier à l'étude, il faut laisser la case vide.
- Voies de virage à gauche (1 à 5) :
En fait, il s'agit de vérifier s'il y a, sur le tronçon de route à l'étude, des carrefours munis de voies de virage à gauche. En présence de voies de virage à gauche dans les deux sens (VVG2S) uniquement, il est automatiquement justifié d'éclairer l'élément évalué. S'il n'y a pas de carrefour ou de voie de virage à gauche dans le tronçon de route étudié, il faut laisser la case vide. Les choix possibles dans la grille sont :
 - TC = Tous les carrefours majeurs ou sens unique;

- BN = Bon nombre de carrefours majeurs;
 - PC = Plupart des carrefours majeurs;
 - MC = Moitié des carrefours majeurs;
 - VVG2S = Voie de virage à gauche dans les deux sens;
- ou
- PEU = Peu de carrefours.
-
- Largeur du terre-plein central (m) :
Cette dimension représente la distance entre les deux lignes de rive.

 - Vitesse courante ou vitesse affichée (km/h) :
Il s'agit de la vitesse nocturne 85e centile si on la connaît, ou sinon, utiliser la vitesse affichée pour le tronçon de route à l'étude.

 - Niveau d'activités piétonnières/cyclistes (heure de pointe de noirceur) :
C'est le niveau d'activité des piétons et des cyclistes sur cette route. Le niveau d'activité piétonnière/cycliste se mesure à partir du nombre de piétons et de cyclistes à l'heure de pointe nocturne (se référer à la section 9.1.3 du guide de l'ATC pour plus de détails sur le niveau d'activité piétonnière). Si l'accès est interdit par la loi aux piétons et aux cyclistes, il faut laisser la case vide. Dans la grille, on attribue le niveau d'activité piétonnière/cycliste le pointage de classement « faible » pour 10 piétons/cyclistes ou moins à l'heure, « moyenne » pour 11 à 99 piétons/cyclistes à l'heure et « forte » pour 100 piétons/cyclistes et plus à l'heure.
-
- Environnement.
- Pourcentage de développement :
Il s'agit de mesurer, le long du tronçon d'une route, quelle portion de la distance linéaire est partagée en lots (résidentiels, commerciaux ou industriels) par rapport à la portion linéaire totale. La distance dont il faut tenir compte est la somme des deux côtés de la route soumise à l'analyse. Les lotissements (développements) situés à plus de 60 m de la ligne de rive ne sont pas considérés.

 - Classification du secteur :
Le concepteur doit vérifier le milieu où se situe le tronçon de route à l'étude. Il faut définir s'il s'agit par exemple d'un milieu constitué principalement de résidences, d'industries ou de commerces. Les choix possibles sont :
 - RU = Rural;
 - IN = Industriel;
 - RE = Résidentiel;
 - CO = Commercial;
 - CV = Centre-ville.

- Distance des développements à partir de la route (m) :
Cette distance est mesurée à partir de la ligne de rive jusqu'au développement. La distance qu'il faut prendre est la plus contraignante, soit la plus petite distance.

- Éclairage environnant ou hors route :
Ce critère évalue l'importance de l'éclairage existant hors de l'emprise de la route nationale. Il faut choisir dans la liste suivante :
 - FA = Faible : maisons dispersées;
 - MO = Moyen : secteurs résidentiels, commerces et centres industriels;
 - DE = Dérangeant : centres-villes, commerces d'autos, stations-service;
 - IN = Intense : terrains de sport, gros panneaux publicitaires.

- Terre-plein central avec bordure :
Il s'agit de choisir dans la liste suivante l'emplacement, le long du tronçon, des terre-pleins en bande médiane :
 - AU = Aucun;
 - CO = Continu;
 - IN = À tous les carrefours;
 - IS = À quelques carrefours (51-99 % des carrefours);
 - PE = Peu d'endroits (moins de 51 % des carrefours).

– Sécurité (accidents)

- Rapport des accidents nuit/jour :
Le concepteur inventorie tous les accidents survenus sur ce tronçon d'une route nationale ou régionale, d'une artère, d'une collectrice ou d'une route locale au cours des trois dernières années complètes au minimum. L'inventaire des accidents peut être fait sur plus de trois ans pourvu que les caractéristiques de la route n'aient pas changé de manière à fausser les résultats. Il faut toujours utiliser les données sur des années complètes. Le concepteur fait le décompte des accidents survenus de nuit et de ceux de jour.

Le rapport des accidents nuit/jour est obtenu en divisant le taux d'accidents de nuit par celui des accidents de jour. Afin de tenir compte des différences de débit de circulation, le concepteur multiplie le rapport des accidents de nuit et ceux de jour par les DJMA appropriés.

Cette formule est la suivante :

$$\text{RNJ} = \text{TAN/TAJ}$$

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;

TAN = Taux d'accidents de nuit =
Moyenne annuelle des accidents de nuit/(DJMA de nuit);
TAJ = Taux d'accidents de jour =
Moyenne annuelle des accidents de jour/(DJMA de jour);
DJMA = Débit journalier moyen annuel;

Cependant, si ces données ne sont pas disponibles, un débit de nuit de 20 % et un débit de jour de 80 % sont considérés. Par conséquent, le rapport des accidents nuit/jour est multiplié par un facteur 4.

Cette formule est la suivante :

$$\text{RNJ} = 4(\text{NAN}/\text{NAJ})$$

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;
NAN = Nombre d'accidents de nuit;
NAJ = Nombre d'accidents de jour;

Dans le cas où le rapport obtenu est supérieur à 2, l'éclairage est automatiquement justifié quel que soit le pointage total obtenu.

Tous les accidents qui ont causé des dommages corporels ou matériels sont considérés. Les accidents impliquant des animaux ne sont pas considérés.

Dans le cas où le rapport obtenu est égal à l'infini, c'est-à-dire qu'il n'y a eu aucun accident de jour, il faut vérifier la cause des accidents. Il est justifié d'éclairer seulement si au moins un des accidents de nuit a pour cause, directe ou indirecte, le manque d'éclairage.

Dans le cas contraire ou lorsqu'il n'y a aucun accident répertorié, il faut entrer « 0 » comme valeur pour ce critère.

Grille d'évaluation G4

Cette grille traite des échangeurs d'autoroutes et des échangeurs d'autoroutes avec carrefours à niveau. Un échangeur doit en général être toujours traité dans son ensemble.

Les échangeurs de type autoroute sur une route nationale ou régionale sont aussi traités à l'aide de cette grille. Dans le cas d'un échangeur de routes nationale ou régionale, il suffit de remplacer « autoroute » par « route nationale » ou « route régionale » dans le reste du texte et dans la grille G4 et d'utiliser la grille G3 pour évaluer le tronçon de route nationale ou de route régionale à l'échangeur.

Lorsque les besoins en éclairage à un échangeur d'autoroute doivent être traités, il faut d'abord utiliser selon le type d'autoroute, la grille G1 ou G2 pour évaluer les besoins en

éclairage sur le tronçon d'autoroute. La longueur du tronçon d'autoroute suggérée est de 1 km.

Si l'éclairage du tronçon d'autoroute à l'échangeur est justifié, l'éclairage complet de l'échangeur est automatiquement justifié.

Si l'éclairage du tronçon d'autoroute à l'échangeur n'est pas justifié, il faut remplir en premier la ligne 15 « Rapport des accidents nuit/jour » de la grille G4. Il faut considérer uniquement les accidents qui sont localisés dans les bretelles de l'échangeur. Les accidents localisés sur l'autoroute et aux carrefours des bretelles avec les routes transversales ne doivent donc pas être considérés. Les besoins en éclairage des carrefours des bretelles avec les routes transversales doivent être évalués séparément à l'aide de la grille G5 comme ceux de l'autoroute sont évalués séparément en utilisant la grille G1.

Si le rapport obtenu est supérieur à 2, l'éclairage complet de l'échangeur est automatiquement justifié.

Si le rapport obtenu est inférieur ou égal à 2, les autres lignes de la grille doivent être remplies comme décrites ci-dessous.

– Géométrie

- Nombre total de voies de l'autoroute :
Il s'agit du nombre total de voies dans les deux directions. Si ce nombre varie dans l'élément routier à l'étude, il faut prendre le nombre le plus grand.
- Largeur des voies de l'autoroute (m) :
C'est la largeur de la voie de l'autoroute en mètres mesurée entre les deux lignes délimitant la voie. S'il y a plusieurs voies de circulation, il faut prendre la largeur la plus petite.
- Largeur du terre-plein central de l'autoroute (m) :
C'est la largeur du terre-plein central de l'autoroute mesurée entre les deux lignes de rive intérieures.
- Types d'échangeurs (di, lo, tr, to, cg) :
Ce critère analyse la forme de l'échangeur. Les types d'échangeurs sont illustrés dans le *Tome I – Conception routière*, chapitre 9 « Carrefours dénivelés », des normes du Ministère. Les choix possibles sont :
 - DI = Directe;
 - LO = Losange;
 - TR = Trèfle;
 - TO = Trompette;

- CG = Côté gauche.
- Rayon de courbure horizontal (ligne centrale) (m) :
Il s'agit de la longueur en mètres du rayon de l'arc de cercle représentant la courbure de la bretelle. Il est mesuré à la ligne centrale de la bretelle. Lorsque l'échangeur est traité globalement, il faut utiliser le rayon de courbure le plus contraignant, c'est-à-dire prendre le rayon de courbure de la bretelle possédant le rayon de courbure le plus petit.

Pour une bretelle droite, on assume un rayon de courbure supérieur à 3500 m; il faut prendre par exemple 4000 m.
- Gradient vertical (pente en %) :
C'est le pourcentage d'inclinaison de la pente incluse dans la bretelle. Lorsque l'échangeur est traité globalement, il faut utiliser le gradient vertical le plus contraignant.
- Canalisation des routes transversales (au, co, ib) :
Il s'agit de l'orientation et de la distribution des courants de circulation dans des couloirs déterminés par des îlots ou des marques sur la chaussée, favorisant le flux des véhicules et le passage des piétons en toute sécurité. Les choix possibles sont :
 - AU = Aucune : pas de marquage ni de séparation des voies de virage;
 - CO = Continue : délimitation continue des voies;
 - CB = Carrefour de la bretelle : canalisation aux carrefours de la bretelle avec un dispositif de régulation de la circulation (habituellement avec des îlots séparateurs), des voies de virages et le marquage requis.
- Voie latérale (au, su, ds) :
C'est une route adjacente à une route principale conçue pour intercepter, rassembler et distribuer la circulation des véhicules qui souhaitent traverser, atteindre ou quitter la route principale et pour donner accès aux propriétés riveraines. Les choix possibles sont :
 - AU = Aucune : aucune voie latérale;
 - SU = Sens unique : la voie latérale est à sens unique;
 - DS = Deux sens : la voie latérale est à au moins deux voies et la circulation se fait dans les deux directions.
- Distance de visibilité du carrefour de la route transversale (m) :
La distance de visibilité est la distance maximale, mesurée le long de la bretelle en plan et en profil, à partir de laquelle le conducteur d'une automobile, situé dans la bretelle, peut apercevoir la surface de la route ou un point situé à une hauteur donnée au-dessus de la route au carrefour avec la route transversale, lorsque sa

vue n'est pas gênée par la circulation ou par d'autres obstacles latéraux. Cette distance n'est pas liée à la distance d'arrêt de sécurité. Lorsque l'échangeur est traité globalement, il faut utiliser la distance de visibilité la plus contraignante, c'est-à-dire prendre la distance de visibilité de la bretelle possédant la plus petite distance de visibilité du carrefour.

Pour plus de détails sur la distance de visibilité, il faut se référer au *Tome I – Conception routière*, chapitre 7 « Distance de visibilité », des normes du Ministère.

– Opération

- Niveau de service nocturne (heure de pointe de noirceur) :

Le niveau de service est une mesure servant à décrire les conditions qui prévalent dans un courant de circulation et leur perception par les usagers. Le niveau de service se mesure entre le coucher et le lever du soleil à la pire heure de pointe de noirceur.

La définition des niveaux de service comprend généralement une description de ces conditions en matière de vitesse, de temps de trajet, de liberté de manœuvre, d'interruption de trafic, de confort, d'aisance de conduite et de sécurité. Les niveaux de service sont définis dans le *Tome I – Conception routière*, chapitre 3 « Niveaux de service », des normes du Ministère.

Il existe deux façons d'obtenir le niveau de service soit à partir d'un logiciel spécialisé ou par la prise de mesure directement sur le terrain,

– Environnement

- Développement (0 à 4) :
Il s'agit de dénombrer combien de quadrants de l'échangeur sont partagés en lots (résidentiels, commerciaux ou industriels). Les lotissements (développements) situés à plus de 60 m des lignes de rive ne sont pas considérés.
- Distance des développements à partir de la route (m) :
Cette distance est mesurée à partir de la ligne de rive jusqu'au développement. La distance qu'il faut prendre est la plus contraignante, soit la plus petite distance.
- Éclairage des routes transversales (ne, pa, co) :
Il faut déterminer si les routes transversales sont éclairées. Les choix possibles sont :
 - NE = Non éclairées : il n'y a pas d'éclairage sur les routes transversales;

- PA = Partiel : les routes transversales sont éclairées seulement dans un rayon de 200 m autour de l'échangeur;
 - CO = Continu ou justifié : l'éclairage des routes transversales est continu ou justifié.
- Éclairage de l'autoroute (ne, es, co) :
Ce critère permet d'indiquer si l'autoroute ou les autres échangeurs de l'autoroute à l'étude sont éclairés. Les choix possibles sont :
 - NE = Non éclairée : l'autoroute n'est pas éclairée;
 - ES = Échangeurs seulement : seuls les échangeurs de l'autoroute sont éclairés;
 - CO = Continu ou justifié : l'éclairage de l'autoroute est continu ou justifié.
- Sécurité (accidents)

- Rapport des accidents nuit/jour :
Le concepteur inventorie tous les accidents survenus dans les bretelles de l'échangeur d'autoroute au cours des trois années complètes les plus récentes au minimum. Il fait la somme des accidents de nuit et celle des accidents de jour localisés dans toutes les bretelles de l'échangeur. Les accidents localisés sur l'autoroute et aux carrefours des bretelles avec la route transversale ne doivent pas être considérés. L'inventaire des accidents peut être fait sur plus de trois ans pourvu que les caractéristiques de l'échangeur n'aient pas changé de manière à fausser les résultats. Il faut toujours utiliser les données sur des années complètes. Le concepteur fait le décompte des accidents survenus de nuit et ceux de jour.

Le rapport des accidents nuit/jour est obtenu en divisant le taux d'accidents de nuit par celui des accidents de jour. Afin de tenir compte des différences de débit de circulation, le concepteur multiplie le rapport des accidents de nuit et ceux de jour par les DJMA appropriés.

Cette formule est la suivante :

$$\text{RNJ} = \text{TAN/TAJ}$$

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;

TAN (Taux d'accidents de nuit) = Moyenne annuelle des accidents de nuit/(DJMA de nuit);

TAJ (Taux d'accidents de jour) = Moyenne annuelle des accidents de jour/(DJMA de jour);

DJMA = Débit journalier moyen annuel.

Cependant si ces données ne sont pas disponibles, un débit de nuit de 20 % et un débit de jour de 80 % sont considérés. Par conséquent, le rapport des accidents nuit/jour est multiplié par un facteur 4.

Cette formule est la suivante :

$$\text{RNJ} = 4(\text{NAN}/\text{NAJ})$$

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;
NAN = Nombre d'accidents de nuit;
NAJ = Nombre d'accidents de jour;

Dans le cas où le rapport obtenu est supérieur à 2, l'éclairage est automatiquement justifié quel que soit le pointage total obtenu.

Tous les accidents qui ont causé des dommages corporels ou matériels sont considérés. Les accidents impliquant des animaux ne sont pas considérés.

Dans le cas où le rapport obtenu est égal à l'infini, (c'est-à-dire qu'aucun accident de jour n'est survenu), il faut vérifier la cause des accidents. Il est justifié d'éclairer seulement si au moins un des accidents (de nuit) a pour cause, directe ou indirecte, le manque d'éclairage.

Dans le cas contraire ou lorsqu'il n'y a aucun accident répertorié, il faut entrer « 0 » comme valeur pour ce critère.

La grille G4 peut être utilisée de façon exceptionnelle pour traiter une bretelle d'un échangeur indépendamment des autres. Dans ce cas, seules les lignes suivantes doivent être remplies en tenant uniquement compte de la bretelle traitée :

- Ligne 4 : « Rayon de courbure horizontal (ligne centrale) (m) »;
- Ligne 5 : « Gradient vertical (pente en %) »;
- Ligne 9 : « Distance de visibilité du carrefour de la route transversale (m) »;
- Ligne 10 : « Niveau de service nocturne à toute heure »;
- Ligne 15 : « Rapport des accidents nuit/jour ».

Toutes les autres lignes de la grille G4 doivent toujours être remplies en tenant compte de l'échangeur dans son ensemble.

Grille d'évaluation G5

Cette dernière grille traite de tous les types de carrefours.

– Géométrie

- **Canalisation (0 à 4)**
Ce critère met en évidence la présence de voies de virage exclusives et le type de canalisation utilisé pour diriger la circulation des véhicules.
- **Distance de visibilité de l'approche la plus limitée/distance de visibilité minimale recommandée :**
Dans ce cas-ci, il s'agit d'un rapport entre la distance de visibilité la plus courte sur la distance de visibilité minimale recommandée pour les approches (x 100). Ce rapport est exprimé en pourcentage.

La distance de visibilité est la distance maximale, mesurée le long de la route en plan et en profil, à partir de laquelle le conducteur d'une automobile peut apercevoir la surface de la route ou un point situé à une hauteur donnée au-dessus de la route, lorsque sa vue n'est pas gênée par la circulation ou par d'autres obstacles latéraux. La distance de visibilité minimale recommandée est la distance de visibilité d'anticipation (se référer au tableau 7.9-1 du *Tome I* –, *Conception routière*, chapitre 7 « Distance de visibilité », des normes du Ministère).

- **Rayon de courbure horizontal immédiatement à (ou juste avant ≤ 200 m) n'importe quelle approche du carrefour (pour une vitesse affichée de 110, 90 ou 100, 70 ou 80 et 60 km/h) :**
Il s'agit de la longueur en mètres du rayon de l'arc de cercle représentant la courbure de la route. Il est mesuré à la ligne de centre.

Lorsqu'une route est traitée globalement pour déterminer si un éclairage est requis, il faut utiliser le rayon de courbure le plus contraignant, c'est-à-dire le plus petit. Si l'éclairage est requis, il faut par la suite analyser chaque élément routier du tronçon de route à l'étude.

Pour un tronçon droit, on assume un rayon de courbure supérieur à 3500 m; il faut prendre par exemple 4000 m.

- **Angle de croisement ou carrefour décalé :**
Il s'agit de déterminer l'angle selon lequel les routes se croisent.
- **Pente immédiatement « à » ou « juste avant (≤ 200 m) » n'importe quelle approche du carrefour :**

C'est la pente de l'approche la plus abrupte. Dans les autres grilles un tel critère est aussi utilisé. Cependant, il est dénommé gradient vertical. C'est le pourcentage d'inclinaison de la pente incluse dans les approches du carrefour à l'étude. Il faut prendre la pente la plus contraignante.

- Nombre d'approches :
Il s'agit du nombre d'approches que comporte le carrefour.

– Opération

- DJMA entrant (deux sens) :
Il faut utiliser le DJMA entrant qui représente le débit journalier moyen annuel.

Il faut tenir compte uniquement des DJMA entrants, c'est-à-dire faire la somme des DJMA entrants des approches nord et sud pour une route et celle des approches est et ouest pour l'autre route. Il faut faire cette somme pour la route principale et aussi pour la route secondaire afin de remplir les deux lignes correspondantes de la grille. Cependant, il ne faut retenir que la cote qui permet d'obtenir la valeur pondérée la plus élevée. La version électronique de la grille fait automatiquement ce choix. Si vous regardez à droite de la grille à la hauteur de ces critères, vous apercevrez les valeurs obtenues. Noter que le justificatif des feux de circulation ne doit pas être complété, car celui-ci n'est pas le même que celui utilisé dans les normes du Ministère.

- Débit d'activités piétonnières nocturnes/h :
On utilise le nombre de piétons/cyclistes par heure qui emprunte le carrefour le soir (voir l'article 10.1.3 du guide de l'ATC). Afin de prendre en compte, dans le calcul du facteur, la vitesse affichée et certaines catégories de piétons (enfants, 65 ans et +) et de refléter leurs besoins d'une plus grande visibilité, le système multiplie automatiquement par 2 le nombre des piétons entrés et choisit le pointage de classement approprié.
- Classification des routes du carrefour (0 à 4) :
Il faut déterminer le type de route en présence. Pour se faire, la classification suivante est utilisée :
 - une autoroute (0 à 99 et 400 à 999);
 - une route nationale (100 à 199);
 - une route régionale (200 à 399);
 - une collectrice ou une locale (non numérotée).
- Vitesse courante ou vitesse affichée (km/h) :
Il s'agit de la vitesse nocturne 85e centile si on la connaît, ou sinon, utiliser la vitesse affichée pour le tronçon de route à l'étude.

– Environnement

- Développement éclairé dans un rayon de 100 m du carrefour (1 à 4) :
Le développement englobe les bâtiments commerciaux, industriels ou domiciliaires. Il s'agit de déterminer les quadrants du carrefour qui sont éclairés. Un développement éclairé est constitué d'au moins un bâtiment (résidentiel, commercial ou industriel) et d'un lampadaire.

– Sécurité (Accidents)

- Fréquence annuelle moyenne des accidents nocturnes* ou du taux pour les trois dernières années complètes au minimum. Il faut considérer seulement les accidents pouvant être attribués à l'éclairage.
Le concepteur inventorie tous les accidents survenus à ce carrefour et jusqu'à 100 m sur chaque approche du carrefour au cours des trois dernières années complètes au minimum. L'inventaire des accidents peut être fait sur plus de trois ans pourvu que les caractéristiques de la route n'aient pas changé de manière à fausser les résultats. Il faut toujours utiliser les données sur des années complètes. Le concepteur fait le décompte des accidents survenus de nuit et ceux de jour.

La formule est la suivante :

$$FAN = NAN/NAR$$

FAN = Fréquence annuelle moyenne d'accidents nocturnes;
NAN = Nombre d'accidents de nuit;
NAR = Nombre d'années de référence sur lequel l'inventaire des accidents est fait.

Les choix possibles sont :

- « 0 » si $0 \leq FAN < 0,5$
- « 1 » si $0,5 \leq FAN < 1,5$
- « 3 » si $1,5 \leq FAN < 2,5$
- « 4 » si $FAN \geq 2,5$
- « 4 » doit être choisi si $TA \geq 1,5$ et $RNJ \geq 1,5$.

$$TA = A \times 10^6 / V \times T \times L$$

A = Nombre total d'accidents (jour et nuit) répertorié;
V = DJMA (Débit journalier moyen annuel) entrant;
T = Nombre de jours sur lesquels portent les accidents (habituellement 1096, soit pour trois ans);
L = Longueur du secteur étudié (km)**;
TA = Taux d'accidents annuel par millions de véhicules entrants.

RNJ = TAN/TAJ

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;
TAN (Taux d'accidents de nuit) = Moyenne annuelle des accidents de nuit/(DJMA de nuit);
TAJ (Taux d'accidents de jour) = Moyenne annuelle des accidents de jour/(DJMA de jour);
DJMA = Débit journalier moyen annuel.

Si les données sur les débits de nuit et de jour ne sont pas disponibles, un débit de nuit de 20 % et un débit de jour de 80 % sont considérés. Par conséquent, le rapport d'accidents nuit/jour est multiplié par un facteur 4 et devient :

RNJ = 4(NAN/NAJ)

RNJ = Rapport des accidents nuit/jour;
NAN = Nombre d'accidents de nuit;
NAJ = Nombre d'accidents de jour;

* nocturne = Durée comprise entre le coucher civil et le lever civil du soleil.

** La longueur du secteur à considérer pour un carrefour en « T » est de 0,45 km et pour un carrefour en « croix » la longueur est de 0,6 km.

Tous les accidents qui ont causé des dommages corporels et/ou matériels sont considérés. Les accidents impliquant des animaux ne sont pas considérés.

Dans la version électronique de la grille G5, cette ligne ne peut pas être remplie directement. Pour le faire, il faut remplir la grille G5.1 en bas de la grille G5. Les lignes de la grille G5.1 qui doivent être remplies sont :

- Nombre d'accidents de nuit :
C'est le nombre total d'accidents de nuit inventoriés par le concepteur.
- Nombre d'accidents total :
C'est le nombre total d'accidents qui est la somme des accidents de nuit et de jour inventoriés par le concepteur.
- Somme des DJMA entrants (principale + secondaire) :
C'est la somme des DJMA entrants à un carrefour des routes principale et secondaire.
- Nombre d'années de référence :
C'est le nombre d'années de référence sur lequel l'inventaire des accidents est fait.

- Type de carrefour (T ou X) :
Il s'agit de définir le type de carrefour à l'étude. Il faut inscrire « T » pour un carrefour en « T » et « X » pour un carrefour en croix.

Une fois ces lignes de la grille G5.1 remplies, la ligne 13 de la grille G5 sera remplie automatiquement en suivant la même procédure que celle décrite plus haut.

2.2.3 Interprétation

Le pointage total obtenu à chaque grille d'évaluation va conduire à la justification d'un éclairage complet ou partiel ou bien à un refus (voir l'article 3.4.1 de ce manuel pour les différences entre un éclairage complet et un éclairage partiel).

2.2.3.1 Résultat des grilles d'évaluation G1, G2, G3 et G4

L'éclairage est justifié si le pointage total est au moins égal à 60. Il faut se rappeler lorsqu'on effectue une analyse justificative pour une route quelconque que, même si le total des points ne justifie pas le plein éclairage, d'autres facteurs peuvent à eux seuls le justifier. Il importe donc de vérifier ces facteurs supplémentaires pour faire une analyse justificative complète.

L'éclairage est recommandé sur une courte distance entre deux carrefours ou deux échangeurs éclairés. Il peut l'être aussi pour éviter de laisser de courtes distances sans éclairage entre deux tronçons de route pleinement éclairés. Il faut aussi considérer l'installation d'éclairage pour éliminer les tronçons non éclairés de la route principale, entre les carrefours ou les échangeurs, dans les conditions suivantes :

- Les tronçons non éclairés d'une route nationale, d'une route régionale, d'une route collectrice ou d'une artère de moins de 500 m, situés entre deux sections de routes complètement éclairées, doivent être éclairés.
- Les tronçons d'autoroutes de moins de 1 km, situés entre deux sections complètement éclairées, doivent être éclairés.

L'éclairage est justifié si le rapport entre les collisions de nuit et les collisions de jour est au moins égal à 2, peu importe le pointage total obtenu. L'éclairage est aussi justifié, peu importe le pointage total obtenu, s'il existe dans le tronçon de route à l'étude, des voies partagées de virage à gauche dans les deux sens (VVG2S).

D'autre part, il y a lieu de considérer comme justifié l'éclairage de la route au-dessus du tablier d'un pont si au moins l'une des conditions suivantes est satisfaite :

- L'éclairage de l'approche du pont est justifié.

- Le pont comporte un trottoir ou une voie cyclable.

En ce qui concerne une route sous un pont d'étagement (viaduc), l'éclairage est justifié si :

- elle est bordée de trottoirs ou si l'éclairage de l'approche n'est pas suffisant;
- la structure empêche la pénétration de la lumière du jour.

Quand les approches d'une route sous un pont d'étagement ne sont pas éclairées, il n'y a pas de trottoirs pour piétons et le pont d'étagement mesure moins de 25 m, il n'est pas justifié d'éclairer la route lorsqu'il y a une bonne pénétration de la lumière du jour.

Par leurs caractéristiques, certaines routes sous les ponts d'étagement doivent être considérées comme des tunnels et doivent être éclairées selon les spécifications du chapitre 14 « Tunnels » du guide de l'ATC.

De plus, dans le cas d'une nouvelle route, il y a lieu de recommander l'éclairage dans les secteurs qui sont souvent associés à une très mauvaise visibilité attribuable à des conditions climatiques tel le brouillard.

Tous les trottoirs d'une route éclairée doivent être éclairés.

Pour les échangeurs d'autoroutes, un éclairage partiel des entrées et sorties peut être justifié quand le nombre de points est inférieur à 60 ou que le rapport entre les accidents de nuit et ceux de jour est inférieur à 2 si au moins une des conditions suivantes est satisfaite :

- L'autoroute, à la hauteur de la bretelle, comporte au moins trois voies sans inclure la voie de la bretelle;
- La bretelle a au moins deux voies;
- Le volume de la circulation dans la bretelle est supérieur au quart de celle dans les voies directes ou le DJMA dépasse 9000 véhicules;
- Les normes de conception géométrique de la bretelle sont inférieures aux recommandations des normes de conception ou à celles établies par les autorités routières.

Par contre, si le nombre de points est inférieur à 60, le rapport entre les collisions de nuit et celles de jour est inférieur à 2 et si aucune des conditions définies ci-dessus ne le justifie, l'éclairage n'est alors pas recommandé.

2.2.3.2 Résultat de la grille d'évaluation G5

L'éclairage complet d'un carrefour est automatiquement justifié, quel que soit le pointage total obtenu, s'il y a présence d'un système de feux de circulation. Il l'est aussi lorsque le pointage total obtenu est au moins égal à 240. Cela implique l'obtention du maximum de points dans deux groupes de critères critiques.

Par contre, un éclairage partiel ou de délimitation est recommandé lorsque le total des points se situe entre 120 et 240.

L'éclairage complet et l'éclairage partiel sont définis à la section 3.4.1 du présent manuel.

Le type d'éclairage, lorsque le pointage total est compris entre 120 et 240, est déterminé comme suit :

- si au moins 80 des 120 points minimums nécessaires concernent les critères géométriques, il faut chercher à éclairer partiellement ces éléments qui ont le plus contribué à ce total. Cet éclairage partiel touche évidemment les principales zones de décisions, les points de conflits probables et les autres éléments dangereux aux points d'entrée et de sortie des approches du carrefour;
- lorsqu'au moins 120 points touchent le facteur opérationnel, on doit considérer comme justifié un éclairage de délimitation. L'éclairage de délimitation est formé d'un seul lampadaire qui démarque l'emplacement d'un carrefour à l'intention des véhicules qui s'en approchent, éclaire les véhicules qui circulent dans les rues transversales ou attendent dans la voie médiane, les piétons et les cyclistes;
- si 120 points sont marqués dans le facteur sécurité, les causes des collisions doivent être connues. Dans l'éventualité où elles ne peuvent être corrigées, l'éclairage partiel ou de délimitation est à envisager pour en réduire le nombre.

Finalement, lorsque le total des points fait apparaître plusieurs facteurs justificatifs secondaires on doit examiner les facteurs qui donnent le plus grand nombre de points pour déterminer les circonstances qui ont contribué à ce résultat. Un éclairage partiel ou de délimitation doit être choisi.

Un total inférieur à 120 points indique qu'aucun éclairage n'est nécessaire puisque ni le facteur opérationnel critique de justification (volume de circulation élevé) ni le facteur critique touchant les accidents (nombreuses collisions de nuit) ne sont présents.

2.3 CONCLUSION

On peut se servir du pointage total obtenu à la suite de l'analyse justificative pour prioriser les projets d'éclairage des routes. On accordera une plus grande importance aux routes dont le pointage total est le plus élevé puisque, comme on pourrait s'y attendre, la nécessité d'éclairer est d'autant plus grande.

Les routes où des travaux sont envisagés peuvent être priorisées soit en fonction du seul pointage total obtenu, soit en fonction de ce pointage et des résultats d'une analyse coûts-bénéfices ayant trait, par exemple, à la réduction potentielle de la fréquence ou de la gravité des collisions.

CHAPITRE 3

CRITÈRES DE CONCEPTION

TABLE DES MATIÈRES

3.1	ANALYSE PRÉALABLE	3-1
3.2	MILIEU	3-1
3.2.1	Débit d'automobiles et niveaux d'activité piétonnière	3-2
3.2.2	Vitesse affichée de la route	3-2
3.2.3	Systèmes d'éclairage existants	3-2
3.3	ÉCLAIRAGE DES ÉLÉMENTS ROUTIERS	3-2
3.3.1	Segment de route sans croisement	3-3
3.3.2	Segment de route sous un pont d'étagement	3-3
3.3.3	Carrefour (intersection)	3-4
3.3.4	Carrefour giratoire	3-4
3.3.5	Zone de transition d'éclairage	3-4
3.3.6	Traverse piétonnière, sentier pédestre et piste cyclable	3-4
3.3.7	Pont	3-5
3.3.8	Tunnel	3-5
3.3.9	Éclairage architectural	3-5
3.3.10	Poste de pesée et aire de vérification	3-6
3.3.11	Parcs routiers	3-6
3.3.12	Aire de vérification des freins et lit d'arrêt	3-6
3.3.13	Passage à niveau	3-6
3.3.14	Aire de stationnement	3-7
3.3.15	Éclairage des panneaux et des enseignes	3-7
3.3.16	Zone de protection pour observatoire astronomique	3-7
3.3.17	Trottoirs	3-8
3.3.18	Point de réduction de voies de circulation	3-8
3.4	PHOTOMÉTRIE	3-9
3.4.1	Éclairage complet, partiel et délimitation	3-9
3.4.2	Intensité et uniformité de l'éclairage	3-9
3.5	CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX	3-12
3.5.1	Acceptation de produits	3-12
3.5.2	Structures d'éclairage et massifs	3-13

3.5.3	Luminaires	3-13
3.5.4	Sources lumineuses	3-13
3.5.5	Autres matériaux	3-14
3.6	EMPLACEMENT DES ÉQUIPEMENTS	3-15
3.6.1	Emplacement transversal des lampadaires	3-15
3.6.2	Emplacement longitudinal des lampadaires	3-17
3.6.3	Emplacement de l'alimentation et de la distribution	3-17
3.7	PROTECTION DES ÉQUIPEMENTS	3-18
3.8	VISITE DES LIEUX	3-18
3.9	MISE EN PLAN	3-19
3.9.1	Système d'éclairage	3-19

3.1 ANALYSE PRÉALABLE

À cette étape, on établit l'envergure du projet. On rassemble les données nécessaires à la conception des plans et devis du système d'éclairage.

- Le numéro de système électrotechnique, le numéro de projet et, dans le cas d'un projet qui va en soumission, le numéro de dossier.

Note : On peut raccorder une charge connexe (caméra, radar photo...) dans un coffret d'alimentation-distribution d'éclairage, mais cette charge doit avoir un numéro de système électrotechnique différent.

- Le mode de réalisation d'un projet (en régie ou à contrat).
- La localisation du système.
- Le plan de la géométrie à l'échelle montrant entre autres les lignes de rive, les bordures et les lignes d'emprise.
- Le plan de levé montrant entre autres la localisation des services d'utilité publique, les conduits de drainage, les fossés, les égouts pluviaux, le profil longitudinal, la position des câbles électriques souterrains et la hauteur des câbles aériens.
- La vitesse affichée.
- Un rapport photographique des lieux.
- Le type de sol (étude géotechnique si requise).

3.2 MILIEU

Il est primordial de déterminer et d'analyser les divers aspects du milieu et des secteurs au moment de la planification et de la conception d'un système d'éclairage.

On considère deux types de milieux, soit le milieu rural et le milieu urbain, à l'intérieur desquels on distingue les secteurs commerciaux, industriels et résidentiels.

Les milieux urbain et rural ainsi que les secteurs commerciaux, industriels et résidentiels sont définis à l'article 9.1.1 du guide de l'ATC.

3.2.1 Débit d'automobiles et niveaux d'activité piétonnière

– Débit d'automobiles

Le débit d'automobiles est le débit journalier moyen annuel (DJMA).

– Niveaux d'activité piétonnière

Trois niveaux d'activité piétonnière sont définis, soit les niveaux forts, moyens et faibles.

Les définitions générales des trois niveaux d'activité piétonnière, soit pour les routes et échangeurs, sont présentées à l'article 9.1.3 du guide de l'ATC.

Pour quantifier les niveaux d'activité piétonnière aux intersections, aux carrefours giratoires et aux traverses piétonnières, le conflit piétonnier est utilisé.

Trois niveaux de conflit piétonnier sont aussi définis, soit les niveaux forts, moyens et faibles.

Les définitions du conflit piétonnier et de ses trois niveaux sont présentées à l'article 10.1.3 du guide de l'ATC.

3.2.2 Vitesse affichée de la route

La vitesse affichée est la vitesse prescrite sur la route même. Elle est utilisée au moment de la planification et de la conception d'un réseau d'éclairage pour déterminer le type de matériaux à employer, comme entre autres les caissons de sécurité, et l'emplacement des lampadaires.

3.2.3 Systèmes d'éclairage existants

L'éclairage produit par les systèmes d'éclairage installés à proximité des éléments routiers projetés doit être pris en compte au moment de la planification et de la conception des systèmes d'éclairage.

S'il y a lieu, des modifications aux systèmes existants devraient être demandées afin que les critères de conception du présent manuel puissent être respectés.

3.3 ÉCLAIRAGE DES ÉLÉMENTS ROUTIERS

Le concepteur doit mettre en évidence le tracé de la route par rapport aux accès des différents éléments routiers. En aucun cas, quelles que soient les conditions atmosphériques et la période de la journée ou de la nuit, le conducteur ne doit s'interroger sur l'alignement de la route.

En général, les critères de conception pour les différents éléments routiers décrits dans cet article se réfèrent aux stipulations correspondantes des divers chapitres du volume 2 du guide de l'ATC.

Au moment de la planification et de la conception de systèmes d'éclairage, le concepteur devra tenir compte des stipulations des volumes 1 et 2 du guide de l'ATC.

Dans le cas de l'éclairage par des lampadaires haut-mâts, le concepteur devra tenir compte de l'article 5.2.4 du guide de l'ATC. Les lampadaires haut-mâts devront être utilisés dans les cas suivants :

- dans les échangeurs autoroutiers en milieu urbain où l'esthétique, les coûts et l'impact environnemental en justifient l'utilisation;
- dans les échangeurs autoroutiers isolés où un faible niveau d'éclairage moyen est requis;
- sur les autoroutes sans résidences aux abords.

Les critères de conception utilisés pour chacun des types d'éléments routiers doivent être conformes aux exigences des articles qui suivent.

3.3.1 Segment de route sans croisement

La présente section couvre l'éclairage des segments de route sans croisement ainsi que celui des échangeurs, courbes verticales et horizontales (pente), aires de stationnement, trottoirs et pistes cyclables attenants à la route.

Les systèmes d'éclairage de ces éléments routiers doivent être conformes aux stipulations du chapitre 9 « Routes et échangeurs » du guide de l'ATC.

3.3.2 Segment de route sous un pont d'étagement

Cette section couvre l'éclairage sous les ponts d'étagement, passerelles et autres éléments routiers semblables inclus dans les segments de route.

Les systèmes d'éclairage de tout segment de route localisé sous des éléments routiers d'une longueur de 25 m et moins doivent être conformes aux stipulations du chapitre 9 « Routes et échangeurs » du guide de l'ATC.

Les systèmes d'éclairage de tout segment de route localisé sous ces éléments routiers d'une longueur de plus de 25 m doivent être conformes aux exigences du présent manuel relatives aux tunnels.

3.3.3 Carrefour (intersection)

Les systèmes d'éclairage de tout carrefour (intersection) doivent être conformes aux stipulations du chapitre 10 du guide de l'ATC.

3.3.4 Carrefour giratoire

Les systèmes d'éclairage de tout carrefour giratoire doivent être conformes aux stipulations du chapitre 11 « Carrefours giratoires » du guide de l'ATC.

3.3.5 Zone de transition d'éclairage

On distingue deux types de zones de transition d'éclairage, soit la zone de fin d'éclairage complet et la zone de transition entre deux milieux éclairés à des niveaux différents.

Les systèmes d'éclairage pour les zones de transition en fin d'élément routier avec éclairage complet doivent être conformes aux stipulations correspondantes du chapitre 9 « Routes et échangeurs » du guide de l'ATC.

Pour les systèmes d'éclairage dans les zones de transition entre deux milieux éclairés, il faut prévoir une transition graduelle pour passer d'un niveau à l'autre tout en respectant les rapports d'uniformité et le coefficient d'éblouissement exigés pour l'élément routier donné.

3.3.6 Traverse piétonnière, sentier pédestre et piste cyclable

Cette section couvre l'éclairage des traverses piétonnières ainsi que celui des sentiers pédestres et des pistes cyclables contigus à une route.

Lorsqu'une intersection est éclairée complètement, toutes les traverses piétonnières à cette intersection doivent être éclairées. L'éclairage des traverses piétonnières localisées aux intersections doit être conforme aux stipulations du chapitre 10 du guide de l'ATC.

Lorsqu'un carrefour giratoire est éclairé complètement, toutes les traverses piétonnières à ce carrefour giratoire doivent être éclairées. L'éclairage des traverses piétonnières

localisées aux carrefours giratoires doit être conforme aux stipulations du chapitre 11 « Carrefours giratoires » du guide de l'ATC.

Toutes les traverses piétonnières non situées aux carrefours doivent être éclairées. L'éclairage des traverses piétonnières non situées aux carrefours doit être conforme aux stipulations du chapitre 12 « Passages pour piétons situés entre les carrefours » du guide de l'ATC.

Les systèmes d'éclairage de tout sentier pédestre et de toute piste cyclable contigus à une route et partageant la même chaussée de route doivent être considérés comme faisant partie intégrante de la route et doivent être conformes aux stipulations correspondantes du chapitre 9 « Routes et échangeurs » du guide de l'ATC.

Les systèmes d'éclairage de tout sentier pédestre et de toute piste cyclable distancés de 5 m et plus d'une chaussée de route ou localisés dans un tunnel ou sur une passerelle propre à cet usage doivent être conformes aux stipulations du chapitre 16 « Installations hors route » du guide de l'ATC.

Pour tous les autres cas de sentiers pédestres et de pistes cyclables, les critères de conception seront déterminés par le concepteur.

3.3.7 Pont

Les systèmes d'éclairage de tout segment de route localisé sur le tablier d'un pont doivent être conformes aux mêmes exigences que la route elle-même.

3.3.8 Tunnel

Cette section couvre l'éclairage dans les tunnels et sous les ponts d'étagement localisés au-dessus d'un segment de route de plus de 25 m de longueur autorisé aux automobiles.

L'éclairage des tunnels et de leurs approches doit être conforme aux recommandations du chapitre 14, « Tunnels » du guide de l'ATC ainsi qu'à la publication ANSI/IESNA RP-22-05 "Tunnel Lighting".

3.3.9 Éclairage architectural

L'éclairage architectural (mise en lumière) qui s'applique à divers éléments routiers tels que les structures de pont, les portiques des tunnels et des ponts d'étagement, des abribus, des monuments, et autres doit être conçu suivant les recommandations du chapitre 18 « Paysages urbains » du guide de l'ATC.

L'éclairage produit par les systèmes d'éclairage architectural, existants ou projetés, doit être pris en compte par le concepteur de systèmes d'éclairage routier afin de respecter

le niveau moyen d'intensité d'éclairage, les rapports d'uniformité et le coefficient d'éblouissement exigés pour chacun des éléments routiers d'un projet donné afin de ne pas nuire à la sécurité des usagers de la route.

3.3.10 Poste de pesée et aire de vérification

Les systèmes d'éclairage extérieur sur les sites de postes de pesée et aires de vérification ainsi que des entrées et sorties de routes donnant accès à ces sites doivent être conformes aux stipulations correspondantes du chapitre 16 du guide de l'ATC.

L'éclairage à l'intérieur des bâtiments de ces sites ne fait pas partie du domaine d'expertise du présent manuel.

3.3.11 Parcs routiers

Les systèmes d'éclairage extérieur sur les sites des parcs routiers ainsi que des entrées et sorties de routes donnant accès à ces sites de même que les aires de stationnement doivent être conformes aux stipulations correspondantes du chapitre 16 du guide de l'ATC.

L'éclairage à l'intérieur des bâtiments de ces sites ne fait pas partie du domaine d'expertise du présent manuel.

3.3.12 Aire de vérification des freins et lit d'arrêt

Cette section couvre la conception des systèmes d'éclairage pour les aires de vérification des freins, les lits d'arrêt, les entrées et sorties donnant sur ces sites et le segment de route qui leur est contigu.

Ces éléments routiers sont éclairés sur toute la longueur, y inclus les accès à l'aire de vérification des freins et les accès au lit d'arrêt. Le tronçon de route, en amont, en aval et aux abords de ces éléments routiers doit aussi être éclairé, en continu, sur toute la longueur. Le niveau moyen minimal d'éclairement pour une aire de vérification des freins et un lit d'arrêt est de 6 lux. Le niveau moyen minimal d'éclairement de la route, des accès à l'aire de vérification des freins et des accès au lit d'arrêt, devra être de 10 lux. Il est recommandé de mettre en évidence le tracé de la route par rapport aux accès de l'aire de vérification des freins et du lit d'arrêt. En aucun cas, quelles que soient les conditions atmosphériques et la période de la journée ou de la nuit, le conducteur ne doit s'interroger sur l'alignement de la route. Pour que cela soit possible, il est recommandé de placer les lampadaires de façon à mettre en évidence le tracé de la route.

3.3.13 Passage à niveau

Tout passage à niveau doit être éclairé dans le but de bien illuminer tant la chaussée que le train, les véhicules automobiles, les cyclistes et les piétons qui sont à proximité.

Les systèmes d'éclairage de tout passage à niveau doivent être conformes aux stipulations du chapitre 13, « Passages à niveau » du guide de l'ATC.

Cependant, il est mentionné au chapitre 13 que si le passage à niveau est muni de barrières et de feux clignotants ou que la limite de vitesse de la route est inférieure à 50 km/h, l'éclairage n'est pas justifié.

3.3.14 Aire de stationnement

Les systèmes d'éclairage des aires de stationnement contiguës à une route ou à un élément routier doivent être conformes aux stipulations correspondantes du chapitre 16 du guide de l'ATC.

3.3.15 Éclairage des panneaux et des enseignes

Cette section couvre la conception des systèmes d'éclairage pour les panneaux et les enseignes éclairés de l'intérieur et de l'extérieur, localisés dans l'emprise de la route.

En général, les panneaux et les enseignes ne doivent pas être éclairés de l'extérieur. L'éclairage intérieur des panneaux et des enseignes doit être conforme aux stipulations correspondantes du chapitre 17 « Éclairage des panneaux de signalisation » du guide de l'ATC.

L'éclairage produit par les enseignes, existantes ou projetées, doit être pris en compte par le concepteur de systèmes d'éclairage routier afin de respecter le niveau moyen d'intensité d'éclairage, les rapports d'uniformité et le coefficient d'éblouissement exigés pour chacun des éléments routiers d'un projet donné afin de ne pas nuire à la sécurité des usagers de la route.

3.3.16 Zone de protection pour observatoire astronomique

Cette section traite de la problématique engendrée par la préservation du ciel noir à proximité d'un observatoire astronomique. Le concepteur des systèmes d'éclairage de tout élément routier localisé dans un rayon de 25 km de l'observatoire doit tenir compte des longueurs d'ondes émises par les sources lumineuses, de la proportion de lumière émise vers le ciel ainsi que de l'intensité d'éclairage permise en fonction des divers éléments routiers. La sécurité doit cependant y être maintenue.

– Source d'éclairage

Dans un rayon de 25 km autour d'un observatoire astronomique, seule la source d'éclairage à haute pression de sodium sera acceptée. De plus, cette source devra être distribuée par un luminaire limitant tout flux lumineux (lumens) dirigé au-dessus du plan horizontal de l'ouverture du luminaire à un maximum de 1 % par rapport au flux lumineux total produit par le luminaire.

– Intensité d'éclairage

Dans un rayon de 5 km autour d'un observatoire astronomique, il faut maintenir le niveau d'intensité lumineuse à la moitié du niveau moyen minimal exigé dans le présent manuel.

Dans un rayon compris entre 5 et 25 km autour d'un observatoire astronomique, il faut maintenir au minimum le niveau d'intensité lumineuse, les rapports d'uniformité et le coefficient d'éblouissement exigés dans le présent manuel.

3.3.17 Trottoirs

Les systèmes d'éclairage des trottoirs doivent être conformes aux stipulations du chapitre 9 du guide de l'ATC.

3.3.18 Point de réduction de voies de circulation

Le point de réduction de voie de circulation se définit comme le point à partir duquel le nombre de voies diminue.

Lorsque la route où se situe le point de réduction est éclairée :

Les systèmes d'éclairage du point de réduction des voies de circulation doivent être conformes aux stipulations de la figure 9-14 et de la section 9.5.5 du guide de l'ATC.

Lorsque la route où se situe le point de réduction n'est pas éclairée :

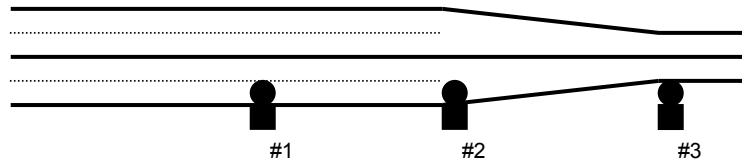
L'éclairage du point de réduction doit être réalisé à l'aide de 3 lampadaires (2 cycles de luminaire). Pour cette zone le niveau de luminance moyenne doit être de $0,6 \text{ cd/m}^2$ et le rapport d'uniformité (moyenne-à-minimum) ≤ 3.5 .

Le lampadaire # 1 doit être positionné avant le point de réduction, le lampadaire # 2 au point de réduction et le lampadaire # 3 après le point de réduction.

Cas 1 :



Cas 2 :



3.4 PHOTOMÉTRIE

3.4.1 Éclairage complet, partiel et délimitation

L'éclairage complet consiste à éclairer toutes les voies de circulation d'un élément routier désigné. L'éclairage doit être fait d'une façon uniforme sur la chaussée, d'une extrémité à l'autre et sur la pleine largeur entre les lignes de rive. Dans le cas des intersections, l'éclairage complet consiste en un éclairage complet de l'intersection, conformément au chapitre 10 du guide de l'ATC, suivi d'un éclairage de transition conformément à la section 9.5.5 du chapitre 9 « Routes et échangeurs » de ce guide sur les approches des routes ministérielles formant l'intersection. L'utilisation de puissances de lampes différentes doit être privilégiée pour l'éclairage de transition. Si une route municipale est concernée, seulement un lampadaire additionnel doit être ajouté sur ses approches.

Une grille de calcul (méthode d'éclairement) doit être utilisée pour l'intersection et d'autres grilles de calcul (méthode de luminance) pour les approches où un éclairage de transition doit être réalisé. Les niveaux moyens de luminance au début de la transition doivent être conformes au tableau 9.2 du chapitre 9 du guide de l'ATC.

L'éclairage partiel consiste à éclairer des parties désignées des voies de circulation et à mettre en évidence certains éléments routiers. Il s'agit d'éclairer les entrées et les sorties des bretelles d'autoroutes, les intersections formées par les bretelles d'autoroutes et la route, les zones de convergence ou de divergence des voies séparées par des terre-pleins ou par des bandes médianes, et de s'assurer de la clarté des carrefours.

L'éclairage de délimitation consiste en un seul lampadaire qui démarque l'emplacement d'une intersection à l'intention des véhicules qui s'en approchent, éclaire les véhicules qui circulent dans les rues transversales ou attendent dans la voie médiane, ou illumine les piétons. (Voir l'article 10.5.3 du guide de l'ATC.)

3.4.2 Intensité et uniformité de l'éclairage

– Niveau moyen d'éclairage et de luminance

Les niveaux moyens de luminance pour tout tronçon routier sont établis à partir du tableau 9.2, « Critères de luminance lumineuse des routes et des échangeurs » du guide de l'ATC.

Dans le cas des intersections, les niveaux moyens en éclairage sont établis à partir des tableaux 10-1, « Niveaux d'éclairage (lumineux) recommandés pour l'éclairage complet des carrefours », et 10-2, « Niveaux d'éclairage (lumineux) recommandés pour l'éclairage partiel des carrefours ».

Les critères de conception de l'éclairage d'un élément routier doivent être au niveau moyen minimum de luminance ou d'éclairage des tableaux sélectionnés. Les résultats des simulations informatiques des calculs ne doivent pas dépasser de 30 % le niveau moyen minimum. S'ils le dépassent, une justification devra être fournie en démontrant que les calculs ont été effectués en utilisant différentes hauteurs de montage, différentes dispositions des luminaires, différents luminaires et différents patrons de distribution photométrique. Les critères justifiant la limite de 30 % sont l'économie d'énergie ainsi que la diminution de la pollution lumineuse (débordement d'éclairage).

Dans le cas d'un tronçon à éclairer entre deux zones, le niveau de luminance ou d'éclairage doit être atteint de façon progressive en ajustant l'espacement des lampadaires et en suivant les dispositions de l'article 9.5.5 du guide de l'ATC. Le secteur central doit être le plus près possible de la moyenne des niveaux de luminance ou d'éclairage des zones déjà éclairées.

– Rapport d'uniformité

Les rapports d'uniformité doivent être établis à partir de la ligne des niveaux de luminance ou d'éclairage des tableaux sélectionnés dans le paragraphe précédent.

– Coefficient d'éblouissement

Les coefficients d'éblouissement doivent être établis à partir de la ligne du tableau de luminance indiqué précédemment.

– Débordement de l'éclairage

Le concepteur doit prendre les mesures appropriées pour éliminer ou réduire le débordement d'éclairage, mais celles-ci ne doivent jamais être une entrave au respect des exigences concernant les niveaux moyens d'intensité d'éclairage, l'uniformité et l'éblouissement applicables pour chacun des éléments routiers tels qu'ils ont été définis précédemment.

– Facteur de dépréciation attribuable aux luminaires (LLF)

Le facteur de dépréciation ou facteur de maintenance (LLF) attribuable aux luminaires pour déterminer le niveau moyen maintenu d'intensité lumineuse est composé de différents autres facteurs, dont la dépréciation du flux lumineux de la lampe (LLD), l'empoussièrément du luminaire (LDD), le facteur de température ambiante du luminaire (AT), le facteur de ballast et le facteur de l'équipement, tels qu'ils sont définis dans le chapitre 2 « Vision et concepts fondamentaux » du guide de l'ATC.

Pour les sources d'éclairage à haute intensité de décharge, seuls les facteurs de dépréciation du flux lumineux de la lampe (LLD), d'empoussièrément du luminaire (LDD) et le facteur d'équipement doivent être utilisés.

– Facteur de dépréciation du flux lumineux de la lampe (LLD)

Le facteur de dépréciation du flux lumineux de la lampe (LLD) est généralement déterminé à l'aide des courbes de déperdition lumineuse fournies par le manufacturier de la lampe en tenant compte d'un cycle de relampage de trois ans ou 12 000 heures de fonctionnement, pour les lampes à haute pression de sodium, et de deux ans ou 8 000 heures de fonctionnement, pour les lampes aux halogénures métalliques.

Le facteur de dépréciation du flux lumineux de la lampe (LLD) devra être de 0,9 pour les lampes à haute pression de sodium et de 0,7 pour les lampes aux halogénures métalliques décrites dans la section 3.4 « Caractéristiques des matériaux » du présent manuel.

– Facteur d'empoussièrément du luminaire (LDD)

Le facteur d'empoussièrément du luminaire (LDD) tient compte de l'encrassement interne et externe du luminaire et il est généralement déterminé pour un environnement propre, par le type d'étanchéité du luminaire et par le cycle de nettoyage de celui-ci qui est généralement le même que le cycle de relampage.

Le facteur d'empoussièrément du luminaire (LDD) pour tous les luminaires de types « profilé », « surface » et « rond » est de 0,9, soit pour un environnement propre et un nettoyage tous les trois ans. Dans des conditions particulièrement empoussiérées, par exemple les tunnels, le LDD doit être ajusté en conséquence.

– Facteur d'équipement

Le facteur de dépréciation de l'équipement pour tous les luminaires est de 0,9, en considérant une durée de vie du luminaire égale à 20 ans.

3.5 CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX

3.5.1 Acceptation de produits

L'ordre dans lequel les produits doivent être acceptés est celui-ci :

– Produit homologué :

Un produit qui fait l'objet d'un programme d'homologation supervisé par le guichet unique des fournisseurs du Ministère. Les produits homologués doivent être conformes au programme d'homologation et être approuvés par le comité d'homologation. Lorsqu'un programme d'homologation existe pour un type de produits, le concepteur n'a d'autre choix que d'utiliser les produits homologués. Les autres produits qui pourraient entrer dans cette catégorie, mais qui n'ont pas réussi le processus d'homologation, seront automatiquement refusés.

– Produit normalisé :

Les produits électriques qui doivent être conformes au *Tome VII – Matériaux*, chapitre 8 « Matériaux électriques », tandis que les structures d'éclairage sont réglementées par le *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 6 « Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux », des normes du Ministère. On trouve également certains contrôles de qualité dans le Cahier des charges et devis généraux (CCDG), à la section 16. Ces articles doivent être conformes à ces critères.

– Produit conforme à une spécification technique :

Un produit qui doit être conforme à une spécification technique ou à une spécification d'achat. Ces spécifications sont élaborées par le Service de l'électrotechnique et peuvent être consultées sur le site de la Direction des structures.

– Produit accepté au cas par cas :

Il s'agit d'un nouveau produit pour lequel il n'existe pas, au Ministère, de programme d'homologation, de normes ou de spécifications techniques. Dans la plupart des cas, ce produit doit être enregistré au guichet unique des fournisseurs et ensuite analysé par le Service de l'électrotechnique. L'acceptation ou le rejet d'un tel produit dépend des normes usuelles du marché pour un produit de ce genre (p. ex. : CSA, ASTM), des essais pilotes ou en laboratoire, et de sa qualité et de sa solidité générales. Un tableau intitulé « Liste des produits évalués » peut être consulté sur le site de la Direction des structures. Il regroupe les divers produits analysés et indique s'ils sont acceptés ou non pour utilisation par le Ministère.

3.5.2 Structures d'éclairage et massifs

Les structures d'éclairage et les massifs doivent être conformes aux critères de conception décrits dans le *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 6 « Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux », des normes du Ministère, ainsi qu'aux plans types d'éclairage présents sur le site de la Direction des structures.

Un fût comprenant 2 alimentations distinctes (120/240 V et 347/600 V) doit être conçu avec une cloison pour séparer les deux alimentations. Exemple d'application : fût conjoint pour éclairage et feux de circulation.

3.5.3 Luminaires

Les luminaires pour l'éclairage routier de types « profilés », « décoratifs », « de surface » et « ronds » (haut-mâts) sont régis par des programmes d'homologation. C'est donc dire que, pour tous les luminaires servant à l'éclairage routier, le concepteur doit obligatoirement utiliser les luminaires homologués qui sont inscrits sur la liste officielle du Ministère et que l'on trouve sur le site Internet de la Direction des contrats et des ressources matérielles, sous la rubrique « Centre d'affaires », à « Contrats – Homologation de produits ».

En ce qui concerne les endroits où l'installation des luminaires doit se faire obligatoirement à des hauteurs moindres que celles habituellement utilisées, comme sous les lignes de distribution d'énergie, sur les murs de ponts d'étagement ou dans certaines bretelles d'échangeurs, les luminaires doivent respecter la norme 8302 « Luminaires pour montage en surface » dans le *Tome VII – Ouvrages d'art*, chapitre 8 « Matériaux électriques », des normes du Ministère.

Pour les lieux à l'extérieur du réseau routier, tels que les parcs routiers, les aires de stationnement ou autres, des luminaires plus adaptés à ce type d'éclairage peuvent être considérés.

Le ciel noir, aux abords des observatoires astronomiques, doit être protégé par l'utilisation de luminaires plus efficaces qui concentrent la lumière vers le sol (voir l'article 3.2.16 du présent manuel). Un rayon de protection a été défini et dans cette zone l'utilisation systématique de luminaires limitant tout flux lumineux (lumens) dirigé au-dessus du plan horizontal à un maximum de 1 % par rapport au flux lumineux total produit par le luminaire, est prescrite. Ces luminaires sont disponibles à partir de la liste des luminaires homologués.

3.5.4 Sources lumineuses

Les lampes utilisées par le Ministère sont regroupées dans une feuille de chiffrier Excel intitulée « Répertoire des lampes acceptées » sur le site de la Direction des structures dans « Avis techniques » de la rubrique « Électrotechnique ». Une deuxième feuille de

chiffrier intitulée « Répertoire des courbes photométriques des luminaires homologués » donne les lampes acceptées pour chacun des luminaires. De plus, ce tableau fournit les caractéristiques techniques essentielles aux concepteurs dans l'élaboration de leurs simulations photométriques. Pour chaque type de luminaires profilés homologués, on trouve également les courbes photométriques s'y rattachant.

3.5.5 Autres matériaux

Parmi les divers autres matériaux utilisés en électrotechnique, certains ont fait l'objet d'une analyse afin de déterminer leur compatibilité avec les travaux à exécuter, leur qualité, leur solidité et leur respect des exigences du ministère des Transports.

En voici quelques-uns :

– Fils et câbles

Tous les câbles et fils électriques utilisés par le ministère des Transports doivent être conformes aux exigences de la norme 8201 du *Tome VII – Matériaux*, chapitre 8 « Matériaux électriques », des normes du Ministère.

Tous les câbles et fils utilisés pour l'éclairage sont de type RWU, et ce, peu importe qu'ils soient localisés dans un conduit, un coffret, dans le sol ou directement à l'air libre. Les câbles utilisés à l'air libre doivent être conçus pour une exposition directe au soleil.

Les câbles armés sous gaine de PVC en cuivre ou en NUAL sont acceptés.

– Conduits

Tous les conduits métalliques en PVC ou en polyéthylène doivent être conformes aux exigences du *Tome VII – Matériaux*, chapitre 8 « Matériaux électriques », des normes du Ministère.

Tous les câbles enfouis dans le sol sont protégés par des conduits de PVC.

Sur les ponts, différents types de conduits sont acceptés :

- Les conduits en fibre de verre renforcés d'époxy d'une épaisseur minimale de 0,96 mm;
- Les conduits en acier galvanisé recouverts de PVC;
- Les conduits en acier galvanisé recouverts d'époxy.

– Douilles à compression

Les douilles à compression acceptées au Ministère ont un code de couleur. Les modèles et les couleurs acceptés sont indiqués dans les plans types d'éclairage.

– Dispositif élévateur à couronne mobile

Les dispositifs élévateurs à couronne mobile doivent être conformes à la spécification technique ST8307-01-2009 « Dispositif de levage à couronne mobile » que l'on trouve sur le site de la Direction des structures sous « Devis » de la rubrique « Électrotechnique ».

Le manufacturier doit avoir obtenu une approbation préalable du produit décrit par cette spécification avant de commencer la fabrication. La même exigence s'applique si un produit déjà approuvé subit des modifications.

3.6 EMPLACEMENT DES ÉQUIPEMENTS

Les lampadaires, l'alimentation, la distribution, l'alimentation-distribution et les autres dispositifs d'éclairage représentent des risques pour les différents usagers de la route et devraient être installés de manière à ne pas compromettre leur sécurité et à s'intégrer harmonieusement dans le milieu.

Le concepteur de systèmes d'éclairage routier devrait également tenir compte des besoins et des coûts d'entretien pour déterminer la localisation des différentes composantes du système, ainsi que des recommandations indiquées dans le chapitre 5, « Composants du système et éléments de conception courants » du guide de l'ATC.

L'implantation des lampadaires et de ces unités doit être étudiée de manière qu'ils soient installés en dehors de la zone de dégagement, afin que l'installation ne nécessite pas l'utilisation de dispositifs de retenue.

Aux intersections où il y a présence de feux de circulation, il n'est pas recommandé d'utiliser des fûts conjoints supportant à la fois des têtes de feux de circulation et des luminaires. L'utilisation de fûts conjoints est acceptée seulement s'il y a des contraintes physiques importantes qui empêchent de faire autrement.

3.6.1 Emplacement transversal des lampadaires

La localisation transversale des lampadaires doit tout d'abord être conforme aux exigences correspondantes indiquées dans l'album de plans types d'éclairage accessible sur le site de la Direction des structures. Les lampadaires peuvent être installés soit :

- en bordure d'une chaussée;
Le retrait latéral pour un lampadaire situé en bordure d'une chaussée est généralement de 1 m (voir les plans types d'éclairage). Pour faciliter l'entretien de la route l'hiver le retrait latéral peut aller jusqu'à 2 m.
- derrière une bordure;
Le retrait latéral pour un lampadaire situé derrière une bordure est généralement de 1 m (voir les plans types d'éclairage).
- derrière un trottoir;
Le retrait latéral est au minimum. Il est généralement de 500 mm et se mesure entre le côté du massif faisant face à la chaussée et la partie extérieure du trottoir. (voir les plans types d'éclairage).
- derrière un dispositif de retenue;
Le retrait se mesure entre la face arrière du poteau du dispositif de retenue et le côté du massif le plus rapproché de la chaussée (voir les plans types d'éclairage).
- dans une bande médiane avec ou sans bordure;
Le dessus du massif est à 10 mm au dessus du sol fini. Si ces deux bords ne sont pas au même niveau, la partie supérieure du massif est au même niveau que le niveau moyen des deux bords.

Le massif doit être placé au centre de la bande médiane. Si l'emplacement du massif ou la construction du tumulus nuit à l'écoulement normal des eaux du fossé, il faut déplacer le massif de façon à installer un tuyau dans le prolongement du fossé.

- intégrés à une glissière rigide en béton;
Selon la longueur de fût utilisé, le lampadaire est installé sur un massif de fondation incorporé à la glissière rigide ou indépendant de celle-ci. Le massif est placé au centre de la glissière rigide.

Les calculs photométriques doivent être effectués en tenant compte de la hauteur supplémentaire imposée.

- près d'une ligne électrique;
Le dégagement des lampadaires près des lignes électriques doit respecter les exigences du Code de sécurité pour les travaux de construction de la CSST (S-2.1, r.6) ainsi que les normes du fournisseur d'électricité. Dans tous les cas, l'emplacement doit être déterminé de façon que le lampadaire ne puisse toucher à une ligne électrique à la suite d'une chute.

Il faut définir, en collaboration avec l'entreprise de services publics concernée, le dégagement minimal devant être respecté entre ses installations et le lampadaire.

Dans tous les cas, l'élévation du massif de fondation ne doit pas excéder le niveau du sol environnant indiqué dans l'album de plans types d'éclairage de la Direction des structures du ministère des Transports.

3.6.2 Emplacement longitudinal des lampadaires

L'emplacement longitudinal des lampadaires doit être conforme à l'option retenue au cours de l'étude photométrique, dont les exigences relatives à cette étude sont décrites dans la section 3.3 « Photométrie » du présent chapitre.

L'emplacement longitudinal doit généralement être conforme aux stipulations correspondantes du guide de l'ATC ou aux exigences suivantes, et il doit tenir compte :

- du milieu et de la géométrie routière;
- des différents types d'éléments routiers.

La localisation des lampadaires doit mettre en évidence le tracé de la route par rapport aux accès des différents éléments routiers qui lui sont contigus. En aucun cas, quelles que soient les conditions atmosphériques et la période de la journée ou de la nuit, le conducteur ne doit s'interroger sur l'alignement de la route.

Les lampadaires doivent, autant que possible, être alignés et suivre le profil en long de la route. Cependant, lorsque cet alignement doit être brisé, par exemple en raison d'un élargissement, les dimensions des lampadaires et de ses composants demeurent identiques. Seules les répartitions photométriques peuvent varier en fonction du changement.

Sur un pont, les consoles d'appui sont à l'extérieur du dispositif de retenue. L'emplacement longitudinal des consoles doit être choisi de façon à présenter une symétrie par rapport à l'axe du pont, tout en respectant les calculs photométriques. La hauteur et l'orientation de la porte d'accès doivent permettre d'y accéder facilement.

3.6.3 Emplacement de l'alimentation et de la distribution

Le mode d'alimentation-distribution doit être privilégié et localisé de manière à respecter les normes de livraison et de branchement du fournisseur d'électricité ainsi que les exigences du Code de construction du Québec, chapitre V « Électricité C22.10 ».

Lorsqu'il est impossible d'utiliser le mode d'alimentation-distribution, on doit utiliser un raccordement souterrain entre le coffret de branchement et le coffret de distribution. L'alimentation et la distribution doivent être localisées de manière à respecter la norme de livraison et de branchement du fournisseur d'électricité soit « norme E 21-10 Service

d'électricité en basse tension » ainsi que les exigences du Code de construction du Québec, chapitre V « Électricité C22.10 ».

3.7 PROTECTION DES ÉQUIPEMENTS

Le concepteur de systèmes d'éclairage doit bien choisir l'emplacement des fûts et des coffrets (branchement, alimentation et distribution) afin qu'ils soient bien protégés contre tout type de dommage.

Les fûts supportant un coffret (de branchement, d'alimentation ou de contrôle) ou possédant des interconnexions électriques aériennes (alimentation aérienne) ne doivent jamais être installés sur un support cédant sous l'impact. Ces fûts doivent être placés à l'extérieur de la zone de dégagement latéral ou être protégées selon les exigences du *Tome I – Conception routière*, chapitre 13 « Dispositifs de retenue », et du *Tome II – Construction routière*, chapitre 7 « Dispositifs de retenue », des normes du Ministère.

Supports cédant sous l'impact

Les supports cédant sous l'impact doivent être conforme au programme d'homologation HOM 6310-101 « Supports cédant sous l'impact » pour structures d'éclairage et de signalisation lumineuse.

Caissons de sécurité

Le caisson de sécurité doit être utilisé conformément au chapitre 6.5.6 « Supports cédant sous l'impact » du Tome III – *Ouvrages d'art* de la collection *Normes – Ouvrages routiers du Ministère*.

3.8 VISITE DES LIEUX

Une visite des lieux doit être effectuée. Cette visite doit servir à trouver les meilleures solutions aux contraintes physiques qui affectent l'implantation de l'éclairage ou à valider les choix qui ont été faits lors du plan préliminaire. Les principaux éléments qui doivent être regardés sont :

- la localisation des massifs de fondation;
- le parcours souterrain des conduits;
- la localisation du point de raccordement au réseau du fournisseur d'électricité.

3.9 MISE EN PLAN

3.9.1 Système d'éclairage

Les exigences des sections 8.1 à 8.4 du chapitre 8 « Matériaux électriques » du *Tome VII – Signalisation routière* (volume 2) de la collection Normes – Ouvrages routiers du ministère des Transports, doivent être respectées.

Les principaux feuillets constituant le plan d'un système d'éclairage sont les suivants :

Localisation et description générale

Ce feuillet est la page frontispice du plan. Il comporte un schéma de localisation du projet, sa description ainsi que ses coordonnées géographiques. Il comporte aussi la table des matières du plan. L'identification du projet, le numéro de plan, l'identification du dossier et l'identification du regroupement y sont également inscrits.

Le plan type PT1EB-01 est utilisé comme feuillet de base.

Légende et tableau descriptif

Le plan type PT1EI-01 est utilisé comme feuillet de base.

Ce feuillet montre la légende du système d'éclairage et les informations suivantes :

- le « Tableau descriptif » du système d'éclairage et des massifs de fondation qui spécifie leurs différents composants;
- le tableau « Caractéristiques photométriques générales » qui indique les résultats de l'étude photométrique;
- le tableau « Conduits et câbles électriques exigés » qui indique le nombre et le type de câbles électriques qui relie le coffret de distribution à la dernière unité d'éclairage de chaque circuit;
- les précautions préliminaires dédiées à l'entrepreneur;

État des lieux

Ce feuillet montre les éléments existants à enlever ou à déplacer. L'échelle est généralement de 1:500 ou 1:1000..

Le plan type PT1EI-02 est utilisé comme feuillet de base en le renommant « ÉTAT DES LIEUX ».

Les routes portant un numéro pair doivent être placées à l'horizontale sur le plan. Celles portant un numéro impair doivent être placées à la verticale. Le nord doit toujours être pointé vers le haut.

Implantation

Ce feuillet montre la mise en plan du système d'éclairage. L'échelle est généralement de 1:500 ou 1 :1000.

Le plan type PT1EI-02 est utilisé comme feuillet de base.

La mise en plan regroupe :

- les massifs de fondation;
- les boîtes de tirage;
- les conduits et les gaines qui relient les massifs de fondation et les boîtes de tirage
- les unités d'éclairage;
- le câblage électrique.
- la localisation du point de raccordement, des coffrets de branchement et de distribution;

Lampadaire

Ce feuillet montre les différents composants d'un lampadaire et le diagramme de raccordement électrique.

Le plan type PT1EE-03 est utilisé comme feuillet de base.

Lampadaire haut-mât

Ce feuillet montre les différents composants d'un lampadaire haut-mât et le diagramme de raccordement électrique.

Les plans types PT1EE-01, PT1EE-02 et PT1EE-04 sont utilisés comme feuillets de base.

Alimentation – distribution

Ce feuillet montre les différents composants de l'alimentation et de la distribution. Le tableau des charges et le diagramme type de raccordement s'y trouvent aussi.

Selon le type d'alimentation, les plans types suivants doivent être utilisés :

- PT1EA-01 : Alimentation aérienne et distribution 120/240 V
- PT1EA-02 : Alimentation souterraine et distribution 120/240 V
- PT1EA-03 : Alimentation aérienne et distribution 347/600 V
- PT1EA-04 : Alimentation souterraine et distribution 347/600 V

Le concepteur doit remplir le tableau des charges.

Installations souterraines

Ce feuillet montre les tumulus, la localisation latérale des massifs de fondation, l'installation des conduits, la boîte de tirage, l'excavation et le remblayage des tranchées.

- Le plan type PT1EM-01 est utilisé

Ce feuillet montre l'installation des conduits pour massif de fondation type ME-11 @ 13-830

- Le plan PT1EM-02 est utilisé.

Installations sur structure

Ce feuillet montre les différents composants de l'installation de conduits sur la structure.

Selon le type choisi, les plans types suivants doivent être utilisés :

- PT1ES-01 : Installations sur structure avec conduit rigide en acier galvanisé recouvert de PVC ;
- PT1ES-02 : Installations sur structure avec conduit rigide en fibre de verre.

Coffrets

Lorsque le coffret de branchement n'est pas fourni à l'entrepreneur par le Ministère, les feuillets suivants doivent être ajoutés :

- PT1PC-01, PT1PC-01A, PT1PC-02 et PT1PC-02A

Lorsque le coffret de distribution n'est pas fourni à l'entrepreneur par le Ministère, les feuillets suivants doivent être ajoutés :

- PT1PC-01, PT1PC-01A, PT1PC-03 et PT1PC-03A dans le cas d'une alimentation 120/240 V
- PT1PC-01, PT1PC-01A, PT1PC-04 et PT1PC-04A dans le cas d'une alimentation 347/600 V

Le concepteur doit demander au devis spécial que le fabricant ou le manufacturier des coffrets fournisse le plan de fabrication et de montage électrique des coffrets pour validation avant leur fabrication. De plus, ces plans devront être scellés par un ingénieur.

Remarque :

Aux feuillets énumérés ci-dessus doivent être ajoutés au plan les feuillets des structures d'éclairage, des massifs de fondation ou d'ancrage, des éléments d'ancrage et des dispositifs de rupture fournis par l'ingénieur en structure.

Ces feuillets peuvent ne pas être tous requis dans le cadre d'un projet. De la même façon, des feuillets additionnels non mentionnés peuvent être requis dépendamment

des travaux à effectuer. Les données non utilisées des plans types doivent être enlevées ou porter la mention « NUL ».

CHAPITRE 4

MÉTHODES DE CALCUL

TABLE DES MATIÈRES

4.1	CALCULS PHOTOMÉTRIQUES	4-1
4.1.1	Logiciel accepté	4-1
4.1.2	Méthodes de calcul acceptées	4-1
4.1.3	Données photométriques des luminaires	4-2
4.1.4	Calculs d'éclairage préliminaires (« Roadway Optimiser »)	4-3
4.1.5	Calculs d'éclairage point par point	4-8
4.2	CALCULS ÉLECTRIQUES	4-11

4.1 CALCULS PHOTOMÉTRIQUES

4.1.1 Logiciel accepté

Le logiciel AGI32 version 2.1 ou subséquente, de la compagnie Lighting Analysts, est celui qui est accepté pour les calculs photométriques. Les caractéristiques de ce logiciel sont décrites dans le chapitre 7 du guide de l'ATC et sur le site Internet de la compagnie.

Le logiciel AGI32 respecte toutes les exigences des calculs d'éclairage de l'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), des normes du ministère des Transports et du guide de l'ATC.

4.1.2 Méthodes de calcul acceptées

Les différentes méthodes de calcul d'éclairage sont décrites à la section 2.6 du guide de l'ATC.

Deux méthodes de calcul pour l'éclairage routier sont utilisées au ministère des Transports :

- Méthode de la luminance
- Méthode de l'éclairement

Il existe une autre méthode, soit le calcul de la visibilité des petites cibles (STV). Cette méthode détermine la visibilité d'une cible sur la chaussée. Au Ministère, elle n'est pas recommandée pour élaborer des concepts d'éclairage ou comme méthode primaire de calcul d'éclairage.

Cependant, certaines applications spécifiques peuvent être calculées par le STV. À titre d'exemple, citons les applications qui demandent de déterminer la visibilité :

- des objets le long de la route;
- des panneaux de signalisation fixe ou variable, des affiches;
- des piétons, des cyclistes près des éléments routiers.

Les critères de conception de la méthode STV sont définis à l'annexe A du guide de l'ATC.

La méthode de la luminance doit être utilisée pour l'analyse des tronçons routiers, comme définie au chapitre 9 du guide de l'ATC. La méthode d'éclairage doit être utilisée pour les intersections, tel que cela est décrit dans le chapitre 10 de l'ATC. Dans le cas des autres types d'éléments routiers, la méthode d'éclairage est utilisée comme décrit dans les chapitres de l'ATC.

La méthode d'éclairage peut être utilisée pour l'analyse des courbes d'un tronçon routier dont le rayon de courbure est inférieur à 600 m. Dans ce cas, les critères de conception à utiliser sont définis à l'annexe A du guide de l'ATC.

Pour les tronçons routiers, les calculs d'éblouissement doivent être fournis à l'aide de la grille de luminance de voile (« Veiling Luminance Grid [Lv] »).

Lorsqu'il y a une courbe, dont le rayon de courbure est inférieur à 600 m, dans le tronçon routier, et que l'analyse est faite en utilisant la méthode d'éclairage, les calculs d'éblouissement doivent se faire à l'aide du « Roadway Optimiser » de AGI. Dans le cas où le « Roadway Optimiser » est employé pour les calculs d'éblouissement, l'espacement maximal entre les lampadaires dans la courbe à l'étude doit être utilisé.

4.1.3 Données photométriques des luminaires

– Format (IES)

Tous les calculs de simulations photométriques doivent être faits en utilisant les courbes photométriques dont le fichier est en format IES. Les courbes utilisées doivent correspondre aux luminaires et aux lampes choisis pour les simulations de l'élément routier à l'étude.

Ces courbes photométriques peuvent être obtenues chez le manufacturier du luminaire ou sur le site du logiciel AGI32. Par contre, il faut s'assurer de la mise à jour des courbes lorsqu'elles sont prises sur le site du logiciel. Dans le cas des luminaires homologués par le ministère des Transports, les fichiers IES sont accessibles sur le site de la Direction des structures.

Le format IES est décrit dans la norme [ANSI/IESNA LM-63-2002](#). Une description en est donnée à la figure 11-12 du *Lighting Handbook* de l'IESNA et à la section 7.4.7 du guide de l'ATC. Les informations nécessaires à la sélection de la courbe IES sont disponibles dans la première partie du fichier de la courbe. On y trouve également les références au laboratoire ayant composé la courbe, les descriptions photométriques du luminaire et la lampe ayant servi à la composition de la courbe.

– Laboratoires photométriques

Ces laboratoires doivent être reconnus par le Conseil canadien des normes (CCN), par un autre organisme accréditeur qui est accepté par le Ministère, par les laboratoires recommandés par le Ministère ou ceux qui sont mentionnés dans les courbes photométriques des luminaires homologués.

4.1.4 Calculs d'éclairage préliminaires (« Roadway Optimiser »)

Le concepteur de systèmes d'éclairage routier doit effectuer des calculs d'éclairage préliminaires à l'aide de la fonction « Roadway Optimiser » du logiciel de calcul d'éclairage exigé AGI32.

Le concepteur doit analyser différents scénarios afin de choisir celui qui aura les résultats optimums en fonction des niveaux d'intensité d'éclairage, d'uniformité et d'éblouissement, du choix des lampadaires et de leur répartition dans le ou les éléments routiers, des coûts de système relatifs à la construction, la consommation énergétique et l'entretien, de manière à respecter les critères de conception et les différentes exigences décrites dans le présent manuel, le tout présenté sous la forme d'un tableau synthèse.

Le concepteur devra présenter un tableau synthèse indiquant les résultats des calculs photométriques, y inclus le niveau moyen d'intensité lumineuse, les rapports d'uniformité (E_{moy}/E_{min} et E_{max}/E_{min}) et le coefficient d'éblouissement (L_{vmax}/L_{moy}) ainsi que les coûts de système composés des coûts de construction, de consommation énergétique et d'entretien, et ce, pour chacun des éléments routiers étudiés.

– Critères de conception à utiliser

Lorsqu'il est justifié d'éclairer un élément routier, selon les données inscrites sur les grilles d'évaluation remplies suivant les exigences du chapitre 2, le concepteur doit effectuer les calculs d'éclairage en conformité avec les données de cette grille et des critères de conception décrits dans le chapitre 3 du présent manuel.

– Calculs photométriques préliminaires

La première étape pour élaborer les concepts d'éclairage se fait au moyen de l'option « Roadway Optimiser ». On recommande de commencer les calculs avec les niveaux moyens minimums de luminance ou d'éclairement des critères de conception. Par la suite, les niveaux d'uniformité doivent correspondre à la prescription des niveaux moyens minimums des critères de conception. L'ajustement devrait se faire progressivement en augmentant les niveaux moyens minimums de luminance ou d'éclairement jusqu'à l'obtention de la conformité de tous les critères de conception définis à l'article 3.3.2 de ce manuel.

C'est à cette étape qu'on obtient les premières caractéristiques du système d'éclairage, dont la distribution photométrique des luminaires, la hauteur de montage et le type des lampadaires et le recul des lampadaires par rapport à la chaussée. À cette étape, on a un ordre de grandeur de l'espacement des lampadaires. La précision de l'espacement sera obtenue par les calculs d'éclairage point par point, définie dans le présent chapitre.

– Choix et répartition des lampadaires

Les lampadaires choisis pour les calculs d'éclairage doivent répondre aux exigences correspondantes de l'article 3.4 « Caractéristiques des matériaux » du présent manuel, en tenant compte de la hauteur de montage et de la longueur de potence des structures d'éclairage normalisées et de la distance de recul exigée dans les plans types d'éclairage du ministère des Transports.

Ces lampadaires doivent être répartis dans les différents éléments routiers de manière à respecter les niveaux d'intensité d'éclairage, d'uniformité et d'éblouissement tout en optimisant leurs coûts de système.

– Choix du type et de la hauteur de montage

Le choix de la hauteur de montage tient compte de plusieurs facteurs, soit : la largeur de la route, la puissance de la lampe et le type de répartition des lampadaires (d'un seul côté, du côté opposé, en quinconce, en face à face, etc.).

Plus on augmente la largeur de la route et la puissance de la lampe, plus la source lumineuse doit être haute. De façon générale, la hauteur de montage est décrite à la section 5.2.3 du guide de l'ATC.

Différentes longueurs de fût ont été normalisées au Ministère pour l'éclairage routier. Les différentes longueurs se trouvent dans le *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 6 « Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux », des normes du Ministère. Il faut faire une différence entre la hauteur de montage et la longueur du fût. Cette différence est montrée à la figure 4.1-1.

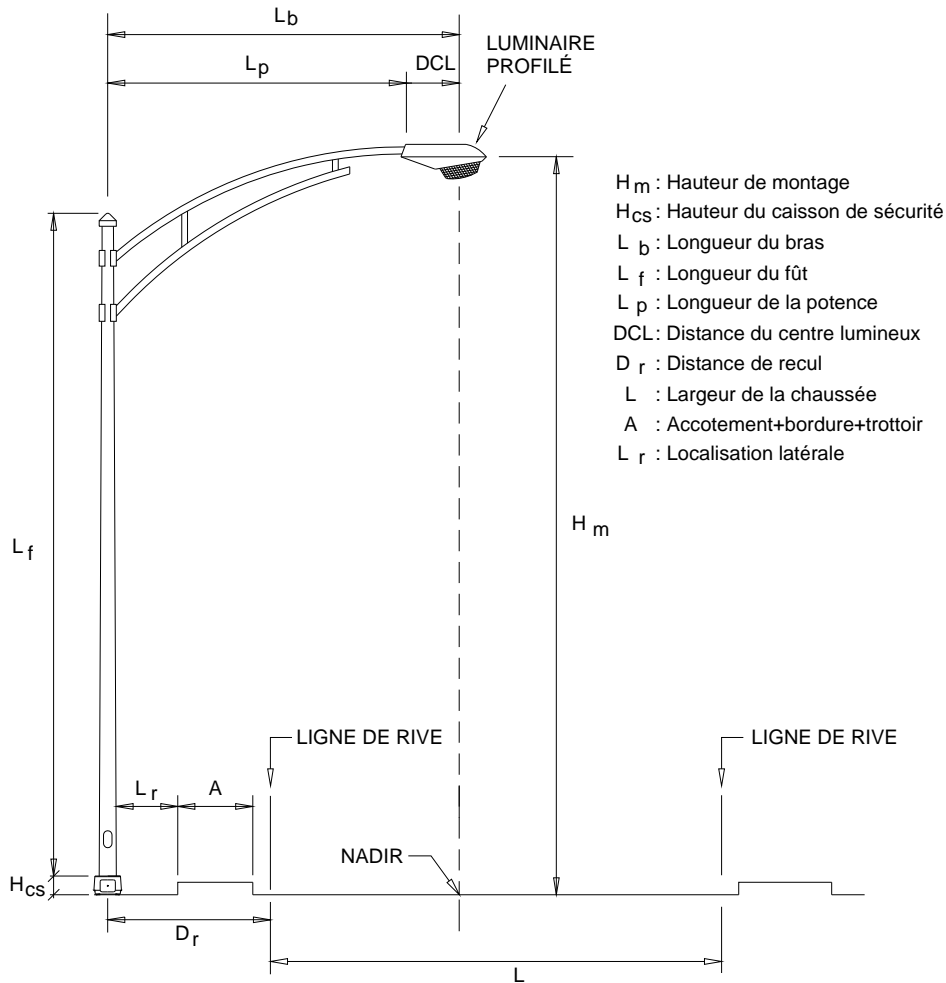


Figure 4.1-1
Géométrie de l'installation d'éclairage

La géométrie de l'installation d'éclairage se divise en trois groupes : lampadaire, lampadaire haut-mât et luminaire pour montage en surface. Le tableau 4.1-1 présente les caractéristiques des différents groupes.

– **Lampadaire**

Le lampadaire comporte un fût d'une longueur maximale de 15 m, avec lequel on peut utiliser indifféremment cinq longueurs de potence, soit 0,6 m, 1,2 m, 2 m, 3 m et 4 m. L'ensemble fût et potence doit s'agencer.

La structure mécanique du fût et de la potence est calculée selon les exigences du *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 6 « Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux », des normes du Ministère.

– **Lampadaire haut-mât**

Le lampadaire haut-mât est constitué d'un fût d'une longueur de 30 m et est muni d'un dispositif de levage pour couronne mobile et d'un certain nombre de tenons.

La structure mécanique du fût est calculée selon les exigences du *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 6 « Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux », des normes du Ministère.

Luminaire pour montage en surface

Le luminaire pour montage en surface est utilisé pour éclairer entre autres les tunnels et les dessous de pont d'étagement. Il n'y a pas de hauteur spécifique pour ce genre d'équipement, car comme il est installé sous la structure, la hauteur varie en fonction du dégagement vertical. Il faut placer les luminaires de façon à éviter qu'ils soient endommagés par la circulation et le vandalisme.

Tableau 4.1-1
Caractéristiques des trois groupes

	Avantages	Inconvénients	Utilisation
Lampadaire	Éclairage ponctuel facile. Approvisionnement facile. Plus approprié en milieu urbain.	Nombreux objets fixes. Déneigement des accotements plus difficile.	Routes ou autoroutes.
Lampadaire haut-mât	Élimination ou éloignement des obstacles. Esthétique plus élevée (masque peu le paysage). Entretien plus sécuritaire. Déneigement facilité.	Accès à prévoir pour l'entretien. Débordement de l'éclairage à contrôler en milieu urbain. Délais d'approvisionnement plus longs.	Autoroutes. Voir la section 5.2.4 du guide de l'ATC.
Luminaire pour montage en surface		Nettoyage plus fréquent. Sujet au vandalisme. Risque d'éblouissement. Cause possible de pollution lumineuse.	Tunnels. Ponts d'étagement. Sous les lignes à haute tension.

Choix de la distance de recul

La longueur de la potence est fonction de la distance requise entre le fût et la route à éclairer et qu'on nomme « distance de recul ». La distance de recul se mesure au niveau du sol à partir de la ligne de rive de la route jusqu'à l'axe central du fût.

Le choix du type de potence doit faire en sorte que ce dernier s'harmonise avec le type de fût. La potence peut être en aluminium ou en acier selon le cas. Il y a deux types de potences normalisés au ministère des Transports, soit la potence à rayon et la potence droite.

Différentes longueurs de potences ont été normalisées au Ministère pour l'éclairage routier. Les différentes longueurs sont indiquées dans le *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 6 « Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux », des normes du Ministère.

– Estimation préliminaire des coûts de système

Chaque calcul d'éclairage préliminaire doit être accompagné de l'estimation préliminaire des coûts de système.

Les coûts de système doivent comprendre les coûts de construction et de consommation énergétique pour chacun des systèmes étudiés.

- Coûts de construction :

L'estimation préliminaire des coûts de construction de chacun des systèmes d'éclairage pour chacun des scénarios étudiés doit contenir les coûts de fourniture et d'installation des lampadaires et de leur massif, de l'alimentation et de la distribution, y inclus les massifs de fondation et d'ancrage, la fourniture et l'installation et le raccordement des conduits et câbles d'alimentation et de distribution, l'excavation et le remblayage, la construction de tumulus, comprenant l'engazonnement, et toute la main-d'œuvre et tous les matériaux temporaires nécessaires à la construction complète des systèmes d'éclairage.

- Coûts de consommation énergétique :

L'estimation préliminaire de la consommation énergétique de chacun des systèmes d'éclairage pour chacun des scénarios étudiés doit correspondre à la charge des lampadaires et des divers appareils électriques raccordés aux systèmes d'éclairage.

La charge des luminaires doit être évaluée en tenant compte des puissances indiquées au tableau 1 « Charge d'un luminaire en fonction du type de lampe et du type de ballast » de l'annexe C, normalisées par Hydro-Québec et figurant à la section « Calculs électriques » du présent chapitre.

Les calculs de la consommation électrique devront tenir compte d'une durée de fonctionnement de 11,5 heures par jour et du « Tarif pour service général d'éclairage public » comme indiqué dans la publication Tarifs du distributeur et conditions d'application d'Hydro-Québec en vigueur au moment de l'étude des systèmes d'éclairage projetés.

4.1.5 Calculs d'éclairage point par point

Les calculs photométriques doivent être réalisés selon les méthodes prescrites par l'IESNA, le guide de l'ATC et le logiciel accepté. Après avoir effectué les calculs préliminaires à l'aide de la fonction « Roadway Optimizer » du logiciel de calcul d'éclairage, le concepteur doit faire un calcul selon la méthode point par point.

– Création d'un fichier AGI32

Le concepteur doit créer un fichier pour faire sa grille de calcul point par point. Avant de créer la grille de calcul, il doit avoir en sa possession toutes les données requises pour effectuer les calculs.

Ces données sont :

- le fichier en format IES de la distribution photométrique du luminaire choisi (établi selon la sorte et la puissance de la lampe ainsi que le type de distribution du luminaire);
- le plan d'implantation de la route en fichier DWG ou DXF;
- la hauteur de montage, la longueur du bras et la distance de recul (voir la figure 4.1-1);
- le facteur de dépréciation du flux lumineux LLD;
- le facteur d'encrassement du luminaire LDD;
- le facteur de dépréciation du ballast et de l'équipement BF.

Après avoir recueilli tous ces renseignements, le concepteur doit ajouter dans le fichier le luminaire choisi à l'aide de la commande : DEFINE LUMINAIRE.

Il doit ensuite insérer dans le logiciel le plan d'implantation de la route en format DWG ou DXF à l'aide de la commande : IMPORT FILE.

Puis, il doit installer à l'emplacement voulu sur le plan les lampadaires requis en définissant la hauteur de montage désirée à l'aide de la commande : ADD LUMINAIRE LOCATION.

Une fois tous les lampadaires installés, la prochaine étape consiste à créer les grilles de calcul.

Après avoir effectué les calculs et obtenu les résultats demandés selon les normes du Ministère, le concepteur doit inclure obligatoirement les résultats obtenus dans les trois tableaux suivants :

- Tableau de la description des luminaires

Ce tableau doit présenter les renseignements concernant les caractéristiques de chacun des luminaires utilisés dans les grilles de calcul requises sur le plan, soit le symbole du luminaire (Symbol); la quantité (Qty); l'identification (Label); l'arrangement; les lumens; la dépréciation du flux lumineux de la lampe combiné avec l'encrassement des parties interne et externe du luminaire et la dépréciation de l'équipement (LLF); la description; le fichier IES (Filename); la longueur du bras (Arm); la puissance de chaque lampe (Watts); et la classe de la photométrie (IES Class, Long. Class et Cutoff Class). Voir le tableau 4.1-2.

Tableau 4.1-2

Exemple d'un tableau de la description des luminaires

Luminaire Schedule												
Symbol	Qty	Label	Arrangement	Lumens	LLF	Description	Filename	Arm	Total Watts	IES Class	Long. Class	Cutoff Class
—	28	0VY15SXX2D	SINGLE	16000	0.729	0VY15SXX2D	0VY15SXX2D.ies	3.6	150	Type II	Medium	Cutoff

- Tableau du résumé de la localisation des luminaires

Ce tableau doit présenter les renseignements concernant le numéro du luminaire (LumNo); l'identification (Label); la localisation (X et Y); la hauteur de montage (Z); l'orientation (Orient); l'inclinaison (Tilt); et le statut (Status) de chacun des luminaires utilisés dans les grilles de calcul requises sur le plan. Voir le tableau 4.1-3.

Tableau 4.1-3
Exemple d'un tableau du résumé de la localisation des luminaires

Luminaire Location Summary							
LumNo	Label	X	Y	Z	Orient	Tilt	Status
38	OVY15SXX2D	280	38	6	270	0	On
40	OVY15SXX2D	320	38	6	270	0	On
42	OVY15SXX2D	360	38	6	270	0	On
29	OVY15SXX2D	120	29	6	90	0	On
31	OVY15SXX2D	160	29	6	90	0	On
33	OVY15SXX2D	200	29	6	90	0	On
35	OVY15SXX2D	240	29	6	90	0	On
37	OVY15SXX2D	280	29	6	90	0	On
39	OVY15SXX2D	320	29	6	90	0	On
41	OVY15SXX2D	360	29	6	90	0	On
16	OVY15SXX2D	-160	38	6	270	0	On

– Tableau du résumé des grilles de calcul

Ce tableau doit fournir les résultats obtenus pour toutes les grilles de calcul requises sur le plan, soit le nom identifiant la grille (Label); la méthode de calcul (CalcType); l'unité de calcul (Units); l'éclairement moyen (Avg); la luminance moyenne (Avg); l'uniformité (Avg/Min); le contraste (Max/Min); l'éblouissement perturbateur (LVRatio); le maximum (Max); et le minimum (Min). Voir le tableau 4.1-4.

Tableau 4.1-4
Exemple d'un tableau du résumé des grilles de calcul

Calculation Summary								
Label	CalcType	Units	Avg	Avg/Min	Max/Min	LVRatio	Max	Min
Direction_Est_Lum	L_Roadway	Cd/Sq.M.	0.00	N.A.	N.A.	0.00	0.0	0.0
Direction_Est_Ill	Illuminance	Lux	0.00	N.A.	N.A.	0.00	0.0	0.0
Direction_Est_Lv	L_Veiling	Cd/Sq.M.	0.00	N.A.	N.A.	0.00	0.00	0.00
Direction_Ouest_Lum	L_Roadway	Cd/Sq.M.	0.00	N.A.	N.A.	0.00	0.0	0.0
Direction_Ouest_Ill	Illuminance	Lux	0.00	N.A.	N.A.	0.00	0.0	0.0
Direction_Ouest_Lv	L_Veiling	Cd/Sq.M.	0.00	N.A.	N.A.	0.00	0.00	0.00

– Grilles de calcul de l'élément routier

Une grille de calcul est le résultat de la simulation informatique d'un plan de calcul photométrique d'un élément routier que l'on veut éclairer. Toutes les grilles de calcul doivent répondre aux critères du guide de l'ATC, des chapitres 9 à 16.

Les grilles de calcul doivent être découpées selon les limites et l'homogénéité géométrique de l'élément routier. Les limites de l'élément routier sont comprises entre les lignes de rive et les limites de la route à éclairer. Une grille de calcul ne doit pas contenir deux routes différentes. Il doit y avoir aussi une seule grille de calcul par direction (sens de la circulation) pour une route donnée autant pour les calculs de luminance que pour les calculs d'éclairement.

Si un éclairage unilatéral (disposition des lampadaires du même côté de la route) est utilisé, il faut atteindre le niveau d'éclairement moyen minimum pour la grille de calcul extérieur et limiter le sur-éclairage de la grille de calcul intérieur à 30 %. Il faut cependant noter que selon l'ATC (voir section 9.1.6), la disposition unilatérale est utilisée sur les routes comptant de une à trois voies.

Pour les calculs de luminance, il faut tenir compte du sens de la circulation dans la construction des grilles. Dans le cas d'un élément routier hors route, une grille de calcul est limitée par la chaussée ou le stationnement de cet élément routier.

- Grilles de calcul à l'extérieur du plan d'éclairage de l'élément routier

Dans le cas de systèmes d'éclairage munis de lampadaires haut-mâts, des grilles de calcul à l'extérieur du plan d'éclairage doivent être faites pour s'assurer que l'éclairage ne nuit pas aux résidents riverains. Le niveau moyen d'éclairement horizontal sur les résidences doit être inférieur ou égal à 3 lux.

- Grilles de calcul pour le traitement d'une plainte

Une plainte peut provenir d'un résident ou d'un commerçant aux abords d'un élément routier éclairé. Le ministère des Transports du Québec peut aussi formuler une plainte auprès d'un résident ou d'un commerçant dont l'éclairage nuit aux conducteurs sur la route. Tout traitement de plainte doit être appuyé par les grilles d'éclairage.

4.2 CALCULS ÉLECTRIQUES

Le concepteur de systèmes d'éclairage routier doit effectuer divers calculs électriques, en tenant compte de la tension à utiliser, afin de déterminer la charge, le balancement des charges et l'intensité du courant sur chacune des phases ou des lignes de chacun des circuits et coffrets de distribution pour chacun des systèmes d'éclairage.

- Tension

Deux tensions peuvent être utilisées pour l'alimentation des systèmes d'éclairage routier, soit 120/240 V pour les réseaux monophasés, et 347/600 V pour les réseaux

triphases. Cependant, chaque luminaire est raccordé entre la ligne et le neutre. Le raccordement ligne-ligne n'est pas permis pour les luminaires à 600 V.

– Intensité du courant

L'intensité de courant maximale permise au branchement et au disjoncteur principal du coffret de distribution est de 100 A alors que celle permise pour chacun des disjoncteurs secondaires pour les circuits d'éclairage est de 40 A, ou selon les indications figurant dans les plans types d'éclairage.

– Charges

Les charges doivent être calculées de manière à tenir compte de l'intensité de courant maximum permise, comme définie précédemment.

La charge des luminaires doit être estimée selon le type de lampe utilisé et les pertes du ballast comme il est indiqué dans le tableau 1 « Charge d'un luminaire en fonction du type de lampe et du type de ballast » de l'annexe C.

Le facteur de puissance du luminaire doit être considéré. Si la valeur réelle du facteur de puissance n'est pas connue, la valeur de 0,9 doit être utilisée.

– Équilibrage des charges

Les charges sur les deux côtés de la ligne, dans le cas de la tension 120/240 V, et celles sur les trois phases, dans le cas de la tension 347/600 V, doivent être réparties de façon à avoir le meilleur équilibre.

Pour les tensions de 120/240 V, les charges doivent être raccordées alternativement sur chaque côté de la ligne, tandis que pour la tension 347/600 V les charges doivent être raccordées alternativement sur chaque phase.

– Calcul de chute de tension

Des calculs de chute de tension doivent être effectués afin de s'assurer que les lampadaires les plus éloignés en fin de réseau aient la tension requise pour opérer correctement. Ces calculs doivent tenir compte de la tension et du courant d'alimentation des lampadaires, de la résistance et de l'impédance des conducteurs, de la chute de tension du réseau ainsi que de la distance entre le point d'alimentation et les éléments en fin de réseau.

CHAPITRE 5

PRÉPARATION DES PLANS ET DEVIS

TABLE DES MATIÈRES

5.1	DOCUMENTS PRÉLIMINAIRES	5-1
5.1.1	Rapport d'étude photométrique	5-1
5.1.2	Plan, devis spécial et bordereau d'estimation préliminaire	5-2
5.2	DOCUMENTS DÉFINITIFS	5-3
5.2.1	Plan, devis spécial et bordereaux d'estimation définitifs et de soumission	5-3
5.2.2	Transmission des documents définitifs	5-4
5.3	PLAN	5-5
5.3.1	Logiciel accepté	5-5
5.3.2	Plans types	5-5
5.4	PRÉSENTATION DU DEVIS SPÉCIAL ET DES BORDEREAUX	5-7
5.4.1	Devis spécial	5-7
5.4.2	Bordereau d'estimation	5-8
5.4.3	Bordereau de soumission	5-9
5.4.4	Numérotation	5-9

5.1 DOCUMENTS PRÉLIMINAIRES

Au moment de la conception d'un projet d'éclairage, il faut préparer les documents préliminaires distincts, pour chacun des systèmes d'éclairage projetés, comprenant un rapport d'étude photométrique, un plan, un devis spécial et un bordereau d'estimation. L'approbation de ces documents par l'unité administrative responsable des systèmes d'éclairage est nécessaire pour entreprendre les calculs et les plans détaillés définitifs de l'ouvrage.

À ce stade, il est important d'avoir le numéro du système électrotechnique tel qu'il est défini dans le document « Codification des systèmes électrotechniques » qui se trouve dans la section « Avis techniques » de la rubrique « Électrotechnique » du site de la Direction des structures.

Selon le cas, ces documents préliminaires peuvent aussi être utilisés, entre autres pour :

- inscrire les commentaires provenant de l'unité administrative responsable des structures d'éclairage;
- obtenir les commentaires des unités administratives du ministère des Transports;
- justifier la nécessité de modifier la géométrie et le profil d'une route;
- coordonner les travaux avec les plans des services publics;
- demander l'approbation de la Commission canadienne des transports, de sociétés ferroviaires ou d'organismes concernés dans le dossier;
- informer les autres ministères touchés ou concernés par le projet.

5.1.1 Rapport d'étude photométrique

Un rapport d'étude photométrique justifiant le choix de la solution est produit pour étayer les hypothèses et préciser les autres types de solutions considérées et les critères (photométriques, matériaux, coûts de système, esthétique, etc.) justifiant le choix retenu.

Le rapport d'étude photométrique doit inclure le tableau synthèse indiqué à la section « Calculs d'éclairage préliminaires (« Roadway Optimiser ») » du chapitre 4 et le plan de calcul d'éclairage point par point conforme aux exigences de la section « Calculs d'éclairage point par point » du chapitre 4. L'approbation du plan de calcul point par point par l'unité administrative responsable des systèmes d'éclairage est nécessaire pour entreprendre la confection des plans, devis et estimation budgétaire préliminaires.

Le rapport d'étude photométrique final doit contenir une copie électronique en version AGI32 et une copie électronique en version AutoCad.

5.1.2 Plan, devis spécial et bordereau d'estimation préliminaire

– Plan préliminaire

Le plan préliminaire comprend une page frontispice sur laquelle se trouvent le plan de localisation, la liste des feuillets projetés, la description générale et les agréments techniques et administratifs. Il comprend aussi un plan d'ensemble et les feuillets des plans types d'éclairage nécessaires à la description complète du système d'éclairage proposé. Tous les feuillets portent la mention « Préliminaire ».

Il doit comprendre au minimum les données suivantes :

- la description sommaire et la localisation des lampadaires;
- la localisation de l'alimentation et de la distribution;
- la localisation du point de raccordement;
- la localisation des gaines et des conduits;
- la description des travaux qui devront être effectués par d'autres spécialités concernées par le projet.

Il doit être réalisé à l'aide des plans types d'éclairage accessibles sur le site de la Direction des structures. Il doit être présenté selon les exigences de la section 5.3 du présent manuel.

– Devis spécial préliminaire

Le devis spécial préliminaire décrit les exigences spécifiques à respecter pour la construction d'un projet donné et complète ou modifie le Cahier des charges et devis généraux (CCDG) du ministère des Transports. Le CCDG renferme les conditions générales de tout contrat, les normes de contrôle des matériaux ainsi que la description de certains travaux de base. La dernière version du CCDG ou celle indiquée au devis spécial fait partie du contrat.

Il comprend une page frontispice sur laquelle se trouvent la description générale et les agréments techniques et administratifs. Il inclut des articles que complètent au besoin des annexes, des dessins, etc. Toutes les pages portent la mention « Préliminaire ».

Il doit être réalisé à l'aide du devis spécial type d'éclairage accessible sur le site de la Direction des structures. Il doit contenir les articles du devis spécial type se rapportant aux ouvrages auxquels il est destiné.

Il doit être présenté selon les exigences de la section 5.4 du présent manuel.

– Bordereau d'estimation préliminaire

Le bordereau d'estimation (Bordereau des quantités et des prix – Estimation) préliminaire comprend la liste détaillée des matériaux et ouvrages nécessaires à la construction du système d'éclairage tel qu'il est proposé, sur laquelle les quantités approximatives et les prix unitaires ou globaux estimés par le concepteur sont indiqués.

Il doit être produit à l'aide de l'outil informatisé BDP.

Il doit être présenté selon les exigences de la section 5.4 du présent manuel.

5.2 DOCUMENTS DÉFINITIFS

Les documents définitifs d'un projet d'éclairage comprennent le plan définitif, le devis spécial définitif et les bordereaux d'estimation définitifs et de soumission.

5.2.1 Plan, devis spécial et bordereaux d'estimation définitifs et de soumission

– Plan définitif

Le plan définitif est constitué des mêmes documents que le plan préliminaire. Ces documents doivent être modifiés et complétés afin de bien décrire les ouvrages nécessaires à la construction ou à la modification du système d'éclairage projeté. La mention « Préliminaire » doit être enlevée.

Il doit être signé et scellé par l'ingénieur concepteur du projet.

Les qualités essentielles qui caractérisent un plan définitif sont la précision de son contenu et la clarté de sa présentation afin d'éviter toute intervention entre le donneur d'ouvrage et l'entrepreneur ayant à réaliser les travaux.

Il doit être présenté selon les exigences de la section 5.3 du présent manuel.

– Devis spécial définitif

Le devis spécial définitif doit être composé des mêmes documents que le devis spécial préliminaire. Ces documents doivent être modifiés et complétés afin de bien décrire les ouvrages nécessaires à la construction ou à la modification du système d'éclairage projeté. La mention « Préliminaire » doit être enlevée.

Les qualités essentielles qui caractérisent un devis spécial définitif sont la précision de son contenu et la clarté de sa présentation afin d'éviter toute intervention entre le donneur d'ouvrage et l'entrepreneur ayant à réaliser les travaux.

La dernière page du devis spécial définitif doit être signée et scellée par l'ingénieur concepteur du projet.

– Bordereau d'estimation définitif

Le bordereau d'estimation définitif doit être composé des mêmes documents que le bordereau d'estimation préliminaire. Ces documents doivent être modifiés et complétés afin de comprendre la liste complète des matériaux et des ouvrages nécessaires à la construction ou à la modification du système d'éclairage projeté. Les quantités et les prix unitaires et globaux estimés doivent aussi faire l'objet d'un examen final.

Les qualités essentielles qui caractérisent un bordereau d'estimation définitif sont la précision de son contenu et la clarté de sa présentation afin d'éviter toute intervention entre le donneur d'ouvrage et l'entrepreneur ayant à réaliser les travaux.

La dernière page du bordereau d'estimation définitif doit être signée par celui qui l'a préparé et celui qui le vérifie. S'il ne l'a pas préparé, l'ingénieur concepteur du projet doit être celui qui le vérifie.

– Bordereau de soumission

Le bordereau de soumission (Bordereau des quantités et des prix – Soumission) est identique au bordereau d'estimation définitive à l'exception qu'il n'inclut pas les prix unitaires et globaux estimés. Ce bordereau ne doit pas être signé.

Il est destiné à l'entrepreneur qui doit le compléter par les prix unitaires et globaux soumissionnés. Il doit le signer.

Les bordereaux de soumission et d'estimation définitives, le devis spécial définitif et le plan définitif doivent tous porter la même date.

5.2.2 Transmission des documents définitifs

Une fois réalisées, une copie papier et une autre sur support informatisé de chacun des documents suivants doivent être transmises à l'unité administrative responsable du système d'éclairage :

- plans définitifs;
- devis spécial définitif;
- bordereaux d'estimation définitif et de soumission;

- étude photométrique;
- grilles d'évaluation d'éclairage remplies
- autres documents pertinents.

5.3 PLAN

Le concepteur doit préparer le plan d'un projet d'éclairage en utilisant les plans types élaborés par le ministère des Transports en version AutoCAD.

Le plan comprend une page frontispice sur laquelle se trouve le plan de localisation, la liste des feuillets, la description générale, le nom des ingénieurs et des techniciens, la date d'émission du plan, le numéro de dossier, le numéro de projet et le numéro de plan.

Les autres feuillets du plan comprennent entre autres le plan d'implantation, les détails d'installation des éléments du système d'éclairage, l'alimentation et la distribution, l'excavation et le remblayage des tranchées.

Il doit contenir tous les renseignements pertinents dont l'entrepreneur a besoin pour préparer sa soumission et construire le système d'éclairage.

Sur chacun des feuillets, on trouve le numéro du plan. Ce numéro est unique et la codification est expliquée en détail dans le document « Codification des systèmes électrotechniques » disponible sur le site de la Direction des structures.

Le format ISO A1 est utilisé.

5.3.1 Logiciel accepté

Le logiciel de dessin accepté au ministère des Transports pour les projets d'éclairage est AutoCAD.

5.3.2 Plans types

L'utilisateur d'un plan type n'engage sa responsabilité que dans le choix du bon plan type pour son projet spécifique (utilisation adéquate), dans les valeurs qu'il inscrit sur le plan type et dans les modifications qu'il apporte au plan type.

Le ministère des Transports prend la responsabilité de ce que comporte initialement le plan type s'il est utilisé adéquatement.

– Codification

L'exemple suivant explique la méthode de codification des plans types.

Exemple : **PT0XX-00**

Position : **12345-67**

– Position dans la numérotation

1 et 2 toujours **PT**, qui signifie plan type

3 Indique le format du plan original

Exemple : **1** pour A1, **2** pour A2

4 Indique le domaine du plan

A aéroport

B caméra

C feux clignotants

E éclairage

F feux de circulation

M massif (voir structures)

P coffrets

S stations météo

V panneau à messages variables

5 Indique le titre du dessin

A alimentation et distribution

B page frontispice

C coffrets

D équipement d'aéroport

E équipement d'éclairage

F (voir structures)

G équipement de feux de circulation

H équipement de feux clignotants

I feuillet d'implantation

J équipement de panneau à messages variables

K équipement de caméra

L équipement de station météo

M massif de fondation

P (voir structures)

S installation sur une structure

T (voir structures)

6 et 7 Numéro séquentiel

– Accessibilité

Les plans types sont accessibles sur support informatique (format AutoCAD) dans la rubrique « Électrotechnique » sur le site de la Direction des structures.

– Utilisation des plans types

Les plans types ont été élaborés en respectant les règles de dessin (épaisseur des traits, hauteur des textes, types de lignes, etc.) spécifiées à l'annexe A « Normalisation des dessins assistés par ordinateur ».

5.4 PRÉSENTATION DU DEVIS SPÉCIAL ET DES BORDEREAUX

Le concepteur doit préparer le devis spécial en utilisant le devis spécial type élaboré par le ministère des Transports. Il doit élaborer les bordereaux d'estimation et de soumission en utilisant le logiciel BDP.

5.4.1 Devis spécial

Le devis spécial ne doit pas reprendre les articles du CCDG, ni décrire les matériaux et les modes de construction ou autres détails qui doivent être indiqués sur les plans.

Chaque page du devis spécial doit être identifiée, au haut, par le numéro de dossier et le numéro de plan et, en bas de page, par le numéro du document et le numéro de page.

Pour faciliter la rédaction du devis spécial d'un projet et assurer l'uniformité des textes, un devis spécial type représentant la façon de faire du ministère des Transports du Québec a été élaboré. Ce devis spécial type regroupe la plupart des articles potentiels nécessaires à la réalisation d'un ouvrage. Tout article ou paragraphe du devis spécial type doit être lu avec attention pour vérifier son application au projet d'éclairage envisagé et doit être modifié ou omis au besoin.

Les instructions comportent une partie conçue pour aider le rédacteur à choisir les articles qu'il doit inclure pour un projet donné. De plus, lorsque des articles doivent être finalisés, les instructions fournissent généralement au rédacteur les renseignements nécessaires pour remplir les espaces laissés en blanc en fonction des exigences particulières de chaque projet.

Le fichier électronique du devis spécial type est accessible dans la rubrique « Électrotechnique » sur le site de la Direction des structures.

– Annexes au devis spécial

Les annexes doivent être placées immédiatement après la page des signatures.

Les annexes doivent être numérotées suivant l'ordre de leur mention dans le devis spécial. Au moment de la vérification du devis spécial, il faut s'assurer que les annexes nécessaires sont incluses avec leur numéro, le numéro du dossier et le numéro d'identification technique du plan, ainsi que la pagination séquentielle du document (voir la figure 5.4-1).

Plan : (1) Dossier : (2)
ANNEXE (3)
À INSCRIRE
<ul style="list-style-type: none">(1) Le numéro d'identification technique des plans(2) Le numéro de dossier(3) Le numéro de l'annexe selon l'ordre chronologique et son titre(4) Le numéro du document pertinent au devis spécial(5) Le numéro séquentiel de la pagination du devis
(Pagination propre à l'annexe) 1 de 1
(4) - (5)

Figure 5.4-1 Exemple d'identification d'une annexe

5.4.2 Bordereau d'estimation

Le bordereau d'estimation doit être rédigé sur les formulaires V-423B et V-424B « Bordereau des quantités et des prix – Estimation » à l'aide du logiciel BDP.

Il peut être préparé à l'aide de la publication « Liste et prix des ouvrages d'infrastructures de transport » réalisée par la Direction des contrats et des ressources matérielles. Ces prix peuvent être modifiés au besoin pour tenir compte notamment des contraintes de circulation et des délais d'exécution des travaux. Certains prix peuvent

varier selon l'ampleur des travaux, la disponibilité des matériaux, la complexité de fabrication, les difficultés de montage, etc. L'éloignement du chantier des grands centres urbains peut aussi faire majorer les prix.

Dans le bordereau d'estimation définitif, les quantités qui feront l'objet du contrat doivent être précisées, même si un prix global est fixé sur le bordereau pour certaines parties d'ouvrage.

Sur celui-ci, la quantité prévue est généralement inscrite :

- sans décimale, lorsque le prix d'un ouvrage est évalué à moins de 100 \$/unité;
- à une décimale près, lorsque le prix d'un ouvrage est évalué à plus de 100 \$/unité.

Le code d'ouvrage, l'unité de mesure ainsi que la désignation de l'ouvrage doivent correspondre à la « Liste et prix des ouvrages d'infrastructures de transport ». La désignation des ouvrages et l'unité de mesure pour leur paiement se réfèrent au CCDG ou au devis spécial.

Un ouvrage qui ne figure pas dans cette liste ou dans la « Liste des ouvrages d'infrastructures de transport » est enregistré sous un code universel 9000NN, où NN est le code d'unité de mesure.

Sous le titre « art. bord. », chaque partie d'ouvrage est numérotée selon un ordre croissant en utilisant une numérotation à trois chiffres à partir de 001.

5.4.3 Bordereau de soumission

Le bordereau de soumission doit être rédigé sur les formulaires V-423A et V-424A « Bordereau des quantités et des prix – Soumission » à l'aide du logiciel BDP.

Pour les besoins du traitement informatique, seuls les champs qui nécessitent l'inscription du prix unitaire et du coût total doivent être laissés libres sur le bordereau de soumission. Il faut inscrire une ligne pointillée dans les autres champs libres.

5.4.4 Numérotation

Le devis spécial et les bordereaux d'estimation et de soumission reçoivent un numéro de document.

Lorsque le projet est formé d'un seul système d'éclairage, le devis spécial porte le numéro de document 140 et les bordereaux d'estimation et de soumission portent le numéro de document 240.

Si le projet est formé de plusieurs systèmes d'éclairage qui font partie du même contrat, les devis spéciaux portent les numéros de documents consécutifs 141, 142, 143, etc. De la même façon, les bordereaux d'estimation et de soumission portent les numéros de documents consécutifs 241, 242, 243, etc.

Le numéro de projet et le numéro de dossier sont fournis par la Direction territoriale.

ANNEXE A

NORMALISATION DES DESSINS ASSISTÉS PAR ORDINATEUR

TABLE DES MATIÈRES

A.1	INTRODUCTION	A-1
A.2	LOGICIEL DE DESSIN	A-1
A.3	TYPES DE LIGNES	A-1
A.4	VARIABLES DE SYSTEME	A-1
A.5	COULEURS	A-2
A.6	CALQUE (LAYER)	A-3
A.7	NOM DE FICHIER	A-3
A.8	STYLE ET FONTE UTILISÉS	A-3
A.9	TEXTE	A-4
A.10	TITRE	A-4
A.11	ÉCHELLE	A-4
A.12	UNITÉS	A-4
A.13	LOCALISATION DE LA COTE	A-4
A.14	FORMAT DU PAPIER	A-5

1 INTRODUCTION

L'annexe « Normalisation des dessins assistés par ordinateur » définit les règles en usage au Service de l'électrotechnique de la Direction des structures concernant le dessin assisté par ordinateur.

Un fichier électronique de dessins types est accessible sur le site de la Direction des structures.

2 LOGICIEL DE DESSIN

Le logiciel de dessin utilisé au ministère des Transports est AutoCAD.

Fichiers de départ : (inclus dans le fichier électronique des dessins types)
Plume-eclairage.ctb (pour impression finale)

3 TYPES DE LIGNES

Le tableau 1 présente les cinq types de lignes utilisées en dessin au Service de l'électrotechnique.

Tableau 1

EXEMPLE	TYPE
_____	CONTINUOUS
___· · · ___· · · ___· · · ___	PVC16*
_____ - - _____	PVC27*
_____ - - - _____	PVC41*
_____ - - - - _____	PVC53*
* Type de ligne particulier au Service de l'électrotechnique	

4 VARIABLES DE SYSTEME

Certaines variables sont prédéfinies par le logiciel AutoCAD et peuvent être modifiées selon les besoins.

La liste des variables modifiées en vigueur à la Direction des structures et leur valeur correspondante sont données dans le tableau 2. Les autres variables ont les valeurs par défaut attribuées par le logiciel AutoCAD.

Tableau 2 Variables de système

NOM DE LA VARIABLE	VALEUR
ANGBASE	0d
ANGDIR	0
APERTURE	6
AUNITS	0
AUPREC	2
DIMALT	0
DIMALTD	2
DIMATLF	25.4000
DIMASO	0 ou 1
DIMASZ	2.5000
DIMCEN	-3.0000
DIMDLE	0.0000
DIMDLI	10.0000
DIMEXE	1.5000
DIMEXO	3.0000
DIMLFAC	1.0000
DIMLIM	0
DIMRND	0.0000
DIMSAH	0
DIMSCALE	1.0000
DIMSE1	0
DIMSE2	0
DIMSHO	1
DIMSOX	0
DIMTAD	0
DIMTIH	0

NOM DE LA VARIABLE	VALEUR
DIMTIX	0
DIMTM	0.0000
DIMTOFL	0
DIMTOH	0
DIMTOL	0
DIMTP	0.0000
DIMTSZ	0.0000
DIMTVP	0.0000
DIMTXT	2.0000
DIMZIN	0
EXPERT	0
FILLMODE	1
HIGHLIGHT	1
LTSCALE	1.0000
LUNITS	2
LUPREC	2
MEASUREINIT	0
MEASUREMENT	1
MENUECHO	0
MIRRTEXT	1
PDMODE	0
PDSIZE	0.5
PICKBOX	5
QTEXTMODE	0
REGENMODE	1

5 COULEURS

Les dessins courants utilisent les couleurs identifiées chacune par un numéro.

À des fins de traçage, à chaque couleur correspond une épaisseur de trait, selon le fichier « plume-eclairage.ctb ». Il est disponible sur le site de la Direction des structures

Le tableau 3 établit les correspondances relatives à ces couleurs.

Tableau 3 Correspondance entre la couleur et l'épaisseur du trait

COULEUR	NUMÉRO DE COULEUR	ÉPAISSEUR DE TRAIT
Rouge	1	0,10 mm
Jaune	2	0,20 mm
Vert	3	0,30 mm
Cyan	4	0,40 mm
Bleu	5	0,50 mm
Magenta	6	0,70 mm
Blanc	7	0,20 mm
	12	0,30 mm
	54	0,40 mm
	92	0,50 mm
	181	0,05 mm
	autres	0,20 mm

6 CALQUE (LAYER)

Toutes les lignes dessinées à l'aide du logiciel AutoCAD doivent appartenir à un calque spécifique, tel que défini dans le document de la CDAO du Ministère intitulé « Structure des données » fourni par la Direction territoriale.

7 NOM DE FICHER

Le nom de fichier du plan final est défini dans le document de codification des systèmes électrotechniques.

8 STYLE ET FONTE UTILISÉS

Le nom du style utilisé pour le texte se nomme ROMAN ou MTQ ROMAN.

9 TEXTE

Tout le texte sur les plans, à l'exception des unités, est en lettres majuscules et accentuées.

Selon le type de texte, la hauteur des lettres est de :

Titre principal :	5 mm
Titre secondaire :	4 mm
Texte :	2,5 mm (à l'impression)
Cote :	2,5 mm (au-dessus de la ligne de cote)
Numéro de feuille :	4 mm

10 TITRE

Le titre a une hauteur de 5 mm et est souligné. Le soulignement est simple et excède de part et d'autre le texte d'une longueur qui est équivalente à sa hauteur. Le trait est placé à 2 mm sous le lettrage.

11 ÉCHELLE

Généralement, l'échelle est placée à 10 mm en dessous de la ligne de soulignement du titre. Elle débute immédiatement à droite de la dernière lettre du titre et s'indique ainsi :

Pour le plan d'implantation l'échelle sur papier est de 1 :500

TITRE
ÉCH. 1 : 100

12 UNITÉS

La note suivante est indiquée sur le plan :

– Les dimensions sont en millimètres.

Dans les textes et pour les autres valeurs, on indique les unités avec leurs symboles selon le système international.

13 LOCALISATION DE LA COTE

De façon générale, la dimension est placée au-dessus de la ligne de cote.

14 FORMAT DU PAPIER

Le format du papier utilisé est le « ISO A1 ».

ANNEXE B

GRILLES D'ÉVALUATION D'ÉCLAIRAGE

TABLE DES MATIÈRES

B.1 INTRODUCTION	B-1
B.2 GRILLE D'ÉVALUATION G1	B-2
B.3 GRILLE D'ÉVALUATION G2	B-3
B.4 GRILLE D'ÉVALUATION G3	B-4
B.5 GRILLE D'ÉVALUATION G4	B-5
B.6 GRILLE D'ÉVALUATION G5	B-6
B.7 GRILLE G5.1	B-7

NOTE IMPORTANTE :

Les grilles d'évaluation en format Excel sont accessibles sur le site de la Direction des structures sous l'onglet « Avis techniques ».

1 INTRODUCTION

L'annexe B « Grilles d'évaluation d'éclairage » présente les grilles à titre indicatif qui vont servir à la justification d'éclairer ou non. Les grilles se trouvent sur le site de la Direction des structures. Le chapitre 2 du présent manuel définit les règles d'usage de ces grilles.

Grille d'évaluation « G1 » (voir note 2)									
Élément évalué:									
Longueur du tronçon:					Niveau (1, 2 ou 3):				
Description des critères analysés	Valeurs réelles	Pointage de classement «PT»					Pondération «PD»	Valeur pondérée «PD x PT»	
		1	2	3	4	5			
Groupe 1 : Géométrie (voir note 4)									
1	Nombre total de voies		≤ 4	5	6	7	≥ 8	0,15	
2	Largeur des voies (m)		>3,6	3,4 à 3,6	3,2 à 3,4	3,0 à 3,2	<3,0	0,30	
3	Largeur du terre-plein central (m)		>12	7,5 à 12	3,5 à 7,5	1,2 à 3,5	<1,2	0,30	
4	Largeur de l'accotement (m)		>3,0	2,5 à 3,0	1,8 à 2,5	1,2 à 1,8	<1,2	0,30	
5	Pente du talus de bas-côté (0 à 7)		> 6:1	6:1	4:1	3:1	< 3:1	0,30	
6	Rayon de courbure horizontal (m)		>3500	1750 à 3500	1750 à 875	575 à 875	<575	4,90	
7	Gradient vertical (pente en %)		<3,0	3,0 à 4,0	4,0 à 5,0	5,0 à 7,0	>7,0	0,25	
8	Distance entre les échangeurs (km)		>6,5	5,0 à 6,5	3,5 à 5,0	1,5 à 3,5	<1,5	1,85	
Sous-total géométrie:									0
Groupe 2 : Opération									
9	Niveau de service nocturne (heure de pointe de noirceur)		A	B	C	D	≥ E	3,05	
									0
Groupe 3: Environnement									
10	% de développement		0	0 à 24	25 à 50	50 à 75	>75	1,85	
11	Distance des développements à partir de la route (m) (voir note 3)		>60	45 à 60	30 à 45	15 à 30	<15	1,85	
									0
Groupe 4 : Sécurité (accidents)									
12	Rapport des accidents Nuit/jour		<1,0	1,0 à 1,2	1,2 à 1,5	1,5 à 2,0	>2,0 (voir note 1)	4,90	
									0
NOTES: 1- Éclairage justifié 2- Vitesse courante: 80 km/h (la vitesse de nuit au 95e centile si on la connaît, sinon, la vitesse affichée) 3- Développement défini comme englobant les bâtiments commerciaux, industriels ou résidentiels. 4- Utiliser les facteurs géométriques les plus défavorables pour le tronçon de route.								Grand total: Pointage requis pour éclairer Écart	0 60

Évaluateur: _____

Date: _____

Grille d'évaluation « G2 » (voir note 2)									
Élément évalué:									
Longueur du tronçon:					Niveau (1, 2 ou 3):				
Description des critères analysés	Valeurs réelles	Pointage de classement «PT»					Pondération «PD»	Valeur pondérée «PD x PT»	
		1	2	3	4	5			
Groupe 1 : Géométrie (voir note 7)									
1	Nombre total de voies		≤ 4	5	6	7	≥ 8	0,20	
2	Largeur des voies (m)		>3,6	3,4 à 3,6	3,2 à 3,4	3,0 à 3,2	<3,0	0,60	
3	Largeur de l'accotement (m)		>3,0	2,5 à 3,0	1,8 à 2,5	1,2 à 1,8	<1,2	0,60	
4	Pente du talus de bas-côté (0 à 7)		> 6:1	6:1	4:1	3:1	< 3:1	0,60	
5	Rayon de courbure horizontal (m)		>600	450 à 600	225 à 450	175 à 225	<175	6,70	
6	Gradient vertical (pente en %)		<3,0	3,0 à 4,0	4,0 à 5,0	5,0 à 7,0	>7,0	0,60	
7	Distance de visibilité (m)		>210	150 à 210	90 à 150	60 à 90	<60	0,20	
Sous-total géométrie:									0
Groupe 2 : Opération									
8	Distance entre les carrefours ou les échangeurs (km)		>2,5	2,0 à 2,5	1,5 à 2,0	1,0 à 1,5	<1,0	0,70	
9	Voies de virage (1 à 5)		Droite seul	Dr et Ga certaines inters.	Dr et Ga plupart inters.	Dr et Ga toutes inters.	VVG2S (voir notes 1 et 4)	0,40	
10	Largeur du terre-plein central (m)		>10	6 à 10	3 à 6	1,2 à 3	0 à 1,2	0,40	
11	Vitesse courante ou vitesse affichée (km/h) (voir note 6)		≤ 60	70	80	90	≥ 100	0,70	
12	Activités piétonnières/cyclistes (Fa,Mo,EI) (voir note 3)		X	X	Faible (≤ 10)	Moyenne (11-99)	Élevée (≥ 100)	3,15	
Sous-total opération:									0
Groupe 3 : Environnement									
13	% de développement		0	0 à 30	30 à 60	60 à 90	>90	0,20	
14	Classification du secteur (ru,in,re,co,cv)		rural	industriel	résidentiel	commercial	centre-ville	0,20	
15	Distance des développements à partir de la route (m) (voir note 5)		>60	45 à 60	30 à 45	15 à 30	<15	0,20	
16	Éclairage environnant; hors route (au,fa,mo,de,in)		aucun	faible	modéré	dérangeant	intense	1,20	
17	Terre-plein central avec bordure (AU;CO;IN;IS;PE)	in	aucun	continu	100% carrefours (IN)	51-99% carrefours (IS)	≤ 50% carrefours (PE) (voir note 8)	0,50	1,5
Sous-total milieu:									1,5
Groupe 4 : Sécurité (accidents)									
18	Rapport des accidents nuit/jour		<1,0	1,0 à 1,2	1,2 à 1,5	1,5 à 2,0	>2,0 (voir note 1)	5,55	
Sous-total sécurité:									0
Notes: 1- Éclairage justifié. 2- Vitesse courante de 60 à 100 km/h. 3- Niveau d'activité piétons/cyclistes à l'heure dans la plage horaire la plus achalandée en condition nocturne (voir ATC 9.1.3 - Définitions touchant les piétons/cyclistes). S'il n'y a pas d'activité piétonnière (accès interdit par la loi), utiliser 0 donc ne rien inscrire dans la case. 4- Voie partagée de virage à gauche dans les deux sens (VVG2S). 5- Développement défini comme englobant les bâtiments commerciaux, industriels ou résidentiels. 6- Utiliser le critère de vitesse nocturne au 85e centile si on le connaît, ou sinon, la vitesse affichée. 7- Utiliser les facteurs géométriques les plus défavorables pour le tronçon de route 8- Comprend aussi les terre-pleins centraux (non continus) entre les carrefours.							Grand total:		1,5
							Pointage requis pour éclairer		60
							Écart		-58,5

Conclusion: ATTENTION ! Le pointage est en deça du seuil requis. Il est recommandé de ne pas éclairer.

Évaluateur: _____

Date: _____

Grille d'évaluation « G3 »									
Élément évalué:									
Longueur du tronçon:				Niveau (1, 2 ou 3):					
Description des critères analysés	Valeurs réelles	Pointage de classement «PT»					Pondération «PD»	Valeur pondérée «PD x PT»	
		1	2	3	4	5			
Groupe 1 : Géométrie (voir note 6)									
1	Nombre total de voies	≤ 4	5	6	7	≥ 8	0,15		
2	Largeur des voies (m)	>3,6	3,4 à 3,6	3,2 à 3,4	3,0 à 3,2	<3,0	0,35		
3	Ouverture dans le terre-plein central par km	<2,5 ou une voie	2,5 à 5,0	5,0 à 7,2	7,2 à 9,0	>9 ou aucun terre-plein	1,40		
4	Voie d'accès aux propriétés et entrées par km	<20	20 à 40	40 à 60	60 à 80	>80	1,40		
5	Rayon de courbure horizontal(m)	>600	450 à 600	225 à 450	175 à 225	<175	5,90		
6	Gradient vertical (pente en %)	<3,0	3,0 à 4,0	4,0 à 5,0	5,0 à 7,0	>7,0	0,35		
7	Distance de visibilité (m)	>210	150 à 210	90 à 150	60 à 90	<60	0,15		
8	Stationnement (in,de,hp,uc,dc)	interdit	débarcadère	hors pointe (prescription)	un côté	deux côtés	0,10		
Sous-total géométrie:								0	
Groupe 2 : Opération									
9	Carrefours avec feux de circulation (%)	80 à 100	70 à 80	60 à 70	50 à 60	0 à 50	0,15		
10	Voies de virage à gauche (TC, BN, PC, MC, VVG2S ou peu)	Tous les carrefours majeurs ou sens unique	Bon nombre de carrefours Majeurs	Plupart des carrefours smajeurs	Moitié des carrefours majeures	VVG2S (voir notes 1 et 3) ou peu de carrefours	0,70		
11	Largeur du terre-plein central (m)	>10	6,0 à 10,0	3,0 à 6,0	1,2 à 3,0	0 à 1,2	0,35		
12	Vitesse courante ou affichée (km/h) (voir note 5)	≤40	50	60	70	≥80	0,60		
13	Niveau d'activités piétonnières/cyclistes (fa,mo,el) (voir note 2)	X	X	faible (≤ 10)	moyen (11-99)	elevé (≥ 100)	3,15		
Sous-total opération:								0	
Groupe 3: Environnement									
14	% de développement (voir note 4)	0	0 à 30	30 à 60	60 à 90	>90	0,15		
15	classification du secteur (ru,in,re,co,cv)	rural	industriel	résidentiel	commercial	centre-ville	0,15		
16	Distance des développements à partir de la route (m) (voir note 4)	>60	45 à 60	30 à 45	15 à 30	<15	0,15		
17	Eclairage environnant; hors route (au,fa,mo,de,in)	aucun	faible	modéré	dérangeant	intense	1,38		
18	Terre-plein central avec bordure(AU;CO;IN;IS;PE)	aucun	continu	100% carrefours (IN)	51-99% carrefours (IS)	≤ 50% carrefours (PE) (voir note 7)	0,35		
Sous-total milieu:								0	
Groupe 4 : Sécurité (accidents)									
19	Rapport des accidents nuit/jour	<1,0	1,0 à 1,2	1,2 à 1,5	1,5 à 2,0	>2,0 (voir note 1)	5,55		
Sous-total sécurité:								0	
Notes:								0	
<p>1- Éclairage justifié.</p> <p>2- Le niveau d'activité piétons/cyclistes à l'heure dans la plage horaire la plus achalandée en condition nocturne (voir ATC 9.1.3 – Définitions touchant les piétons/cyclistes).S'il n'y a pas d'activité piétonnière (accès interdit par la loi), utiliser 0 donc ne rien inscrire dans la case.</p> <p>3- Voie partagée de virage à gauche dans les deux sens (VVG2S).</p> <p>4- Développement défini comme englobant les bâtiments commerciaux, industriels ou résidentiels.</p> <p>5- Utiliser le critère de vitesse nocturne au 85e centile si on le connaît, ou sinon, la vitesse affichée.</p> <p>6- Utiliser les facteurs géométriques les plus défavorables pour le tronçon de route.</p> <p>7- Comprend aussi les terre-pleins centraux (non continus) entre les carrefours.</p>								Grand total:	0
								Pointage requis pour éclairer	60
								Écart	

Évaluateur: _____

Date: _____

Grille d'évaluation « G4 » (voir note 2)									
Élément évalué:									
Longueur du tronçon:		Niveau (1, 2 ou 3):							
Description des critères analysés	Valeurs réelles	Pointage de classement «PT»					Pondération «PD»	Valeur pondérée «PD x PT»	
		1	2	3	4	5			
Groupe 1 : Géométrie (voir note 4)									
1	Nombre total de voies de l'autoroute		≤ 4	5	6	7	≥ 8	0,10	
2	Largeur des voies de l'autoroute (m)		>3,6	3,4 à 3,6	3,2 à 3,4	3,0 à 3,2	<3,0	0,35	
3	Largeur du terre-plein central de l'autoroute (m)		>12	10,4 à 12,0	3,6 à 10,4	1,2 à 3,6	<1,2	0,35	
4	Types d'échangeurs (di,lo,tr,to,co)		Directe	Losange	Trèfle	Trompette	côté gauche	0,65	
5	Rayon de courbure horizontal (ligne centrale) (m)		>3500	1750 à 3500	875 à 1750	575 à 875	<575	5,35	
6	Gradient vertical (pente en%)		<3	3,0 à 3,9	4,0 à 4,9	5,0 à 6,9	>7	0,25	
7	Canalisation des routes transversales (au,co,cb)		aucune	 	continue	 	carrefour de la bretelle	0,65	
8	Voie latérale (au,su,ds)		aucune	 	sens unique	 	deux (2) sens	0,35	
9	Distance de visibilité du carrefour de l'intersection de la route transversale (m)		>300	215 à 300	150 à 215	120 à 150	<120	0,10	
Sous-total géométrie:									0
Groupe 2 : Opération									
10	Niveau de service nocturne (heure de pointe de noirceur)		A	B	C	D	≥ E	3,35	
Sous-total opération:									0
Groupe 3: Environnement									
11	Développement (0 à 4)		0 aucun	dans 1 quadrant	dans 2 quadrants	dans 3 quadrants	dans 4 quadrants	1,00	
12	Distance des développements à partir de la route (m) (voir note 3)		>60	45 à 60	30 à 45	15 à 30	<15	0,15	
13	Éclairage des routes transversales (ne,pa,co)		non éclairées	 	partiel	 	continu ou justifié	0,70	
14	Éclairage de l'autoroute (ne,es,co)		non éclairée	 	échangeurs seulement	 	Continu ou justifié (voir note 1)	1,30	
Sous-total milieu:									0
Groupe 4 : Sécurité (accidents)									
15	Rapport des accidents nuit/jour		<1,0	1,0 à 1,2	1,2 à 1,5	1,5 à 2,0	>2,0 (voir note 1)	5,35	
Sous-total sécurité:									0
Notes: 1- Éclairage complet de l'échangeur justifié. 2- Vitesse courante: 80 km/h (la vitesse de nuit 95e centile doit-être utilisée si on la connaît, sinon la vitesse affichée) 3- Développements englobent les bâtiments commerciaux, industriels ou résidentiels. 4- Utiliser les facteurs géométriques les plus défavorables pour le tronçon de route.								Grand total: Pointage requis pour éclairer Écart	
								0	
								60	

Évaluateur: _____

Date: _____

Grille d'évaluation « G5 » (voir note 2)										
Élément évalué:										
Longueur du tronçon:				Niveau (1, 2 ou 3):						
Description des critères analysés	Valeurs réelles		Pointage de classement « PT »					Sous-catégorie pondération	Pondération «PD»	Valeur pondérée «PD x PT»
			0	1	2	3	4			
Groupe 1 : Géométrie										
1	Canalisation (0 à 4)		aucune	voie virage dr. et/ou ga. artère sec. seul	voie virage droite tronçon princ. seul	voie virage gauche tronçon principal	voie virage dr. et ga. tous les tronçons	surélevée & vitesse <70km/h	15	
								surélevée & vitesse >=70km/h	20	
								marquage	5	
2	Distance de visibilité approche la plus limitée / distance de visibilité minimale recommandée		100% ou plus	75% à 99%	50% à 74%	25% à 49%	<25%		10	
3	Rayon de courbure horizontal immédiatement «à» ou «juste avant (≤200m)» n'importe quel approche du carrefour pour une vitesse de:	110km/h	tangente (r = ∞)	>1800m	1150 à 1800m	750 à 1150m	<750m		5	
		90 ou 100km/h	tangente (r = ∞)	>1400m	950 à 1400m	600 à 950m	<600m		5	
		70 ou 80km/h	tangente (r = ∞)	>950m	550 à 950m	340 à 550m	<340m		5	
		60km/h	tangente (r = ∞)	>575m	320 à 575m	190 à 320m	<190m		5	
4	Angle de croisement ou carrefour décalé		90°	80° ou 100°	X	70° ou 110°	<70° ou >110°		5	
5	Pente de l'approche immédiatement «à» ou «juste avant (≤200m)» le carrefour - n'importe quel tronçon		<3,0%	3,1 à 3,9% et conforme aux concept, pour type route et vitesse	4,0 à 4,9% et conforme aux concept, pour type route et vitesse	5,0 à 7,0% et conforme aux concept, pour type route et vitesse	>7,0% OU supérieur au gradient maximum pour type route et vitesse		3	
6	Nombre d'approches		X	3	4	5	6 ou plus		3	
Sous-total géométrie:										0
Groupe 2 : Opération										
Si le carrefour est doté d'un feux de circulation, l'éclairage est justifié Si le carrefour n'est pas doté de feux de circulation, utiliser le critère du DJMA.										
7	DJMA entrants (deux sens) (voir note 1)	route principale	<1000	1000 à 2000	2000 à 3000	3000 à 5000	>5000		10	
		route secondaire	<500	500 à 1000	1000 à 1500	1500 à 2000	>2000		20	
		ou justification de feux de circulation (voir note 1)	Intersection sans feux de circulation et justificatif de feux satisfait moins de 20% du débit	Intersection sans feux de circulation et justificatif de feux satisfait 20 à 40% du débit	Intersection sans feux de circulation et justificatif de feux satisfait 40 à 60% du débit	Intersection sans feux de circulation et justificatif de feux satisfait 60 à 80% du débit	Intersection sans feux de circulation et justificatif de feux satisfait plus de 80% du débit		30	
8	Débit d'activités piétonnières nocturnes / h. (voir note 2)		0	< 10	10 à 30	30 à 50	> 50		10	
9	Classification des routes du carrefour (0 à 4)		sans route régionale impliquée	Régionale / Régionale OU Régionale / Locale OU Régionale / Collectrice	Nationale / Régionale OU Nationale / Locale OU Nationale / Collectrice	Nationale / Nationale	intersection avec Autoroute comprenant un carrefour à niveau		5	
10	Vitesse courante ou vitesse affichée :route principale (voir note 3)		50 km/h ou moins	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h ou plus		5	
11	Vitesse courante ou vitesse affichée :route secondaire (voir note 3)		50 km/h ou moins	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h ou plus		5	
s- Sous-total opération										0
Groupe 3 : Environnement										
12	Développement éclairé dans rayon de 100m de l'intersection (1 à 4)		X	dans un quadrant	dans deux quadrants	dans trois quadrants	dans quatre quadrants		5	
s- Sous-total environnement										0
Groupe 4 : Sécurité (accidents)										
13	Fréquence annuelle moyenne des accidents nocturnes (voir note 4) ou taux pour 3 dernières années min. (Accidents pouvant être attribués au mauvais éclairage seulement) (tableau I1)	Remplir les information requises en bas du tableau	0 : Aucun accident par an	1 : un accident par an	X	2 : deux accidents par an	(≥3 accidents / an) OU (≥1,5 accidents / MVE / an et rapport moyen des accidents nuit/jour ≥ 1,5)	1 ou 2	15	
							≥3 OU taux ≥ 1,5 / MVE / an et accidents (voir note 5)		30	
										0
Notes: 1- Si le carrefour n'est pas doté de feux de circulation, utiliser le critère du DJMA. Ne pas utiliser le critère de justification, il ne s'applique pas au Québec. 2- Afin de prendre en compte, dans le calcul du facteur, la vitesse affichée et certaines catégories de piétons (enfants, 65ans et +) et de refléter leur besoin d'une plus grande visibilité, le système multiplie automatiquement par 2 le nombre des piétons (situation la plus contraignante). 3- Utiliser le critère de vitesse nocturne au 85e centile s'il est connu, sinon, la vitesse affichée. 4- Accidents signalés, arrondis à l'unité la plus près. 5- MVE= Million de véhicules entrants										Grand total: Pointage requis pour éclairer total Pointage pour un éclairage partiel ou de délimitation: 120 à 240 (voir manuel d'éclairage) Écart
										0
										240

Évaluateur: _____

Date: _____

Grille G5.1

Nombre d'accidents de nuit :	
nombre d'accidents de jour:	0
nombre d'accidents total:	
somme des DJMA entrants (princ+sec):	
nombre d'années de référence:	
type de carrefour (T ou X)	

FAN:		«PT» FAN:	
TA:	#####	TA arrondi:	#####
A:	0		
V:	0		
T:	0		
L:			

Valeur réelle à inscrire dans le groupe 4, item 13: #####

RNJ:

ANNEXE C

CHARGE TOTALE

TABLE DES MATIÈRES

C.1	INTRODUCTION	C-1
C.2	TABLEAU	C-2

1 INTRODUCTION

L'annexe C « Charge totale » présente la charge d'un luminaire en fonction du type de lampe et du type de ballast. C'est la charge totale en tenant compte de la source de la lampe et des pertes de ballasts de types CWI et CWA en watts.

2 TABLEAU Charge d'un luminaire en fonction du type de lampe et du type de ballast

Puissance nominale de la lampe (watts)	Charge totale en tenant compte de la source de la lampe et des pertes de ballasts de types CWI et CWA (watts)		
	HPS	BPS	HM
35	54	60	53
50	73	-	72
55	-	79	-
70	96	-	90
90	-	125	-
100	132	-	128
135	-	182	-
150	190	-	185
175	-	-	210
180	-	220	-
200	241	-	-
250	295	-	295
400	465	-	458
750	850	-	-
1000	1100	-	1080