

Mémoire soumis à la Régie de l'énergie du Québec

Dans le cadre du dossier R-3526-2004 :

**AVIS SUR LA SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE DES QUÉBÉCOIS
À L'ÉGARD DES APPROVISIONNEMENTS ÉLECTRIQUES
ET LA CONTRIBUTION DU PROJET DU SUROÎT**

Sujet 2 :

L'apport des mesures d'efficacité énergétique pouvant être mises en place en temps et en quantité significative pour répondre à l'accroissement de la demande québécoise

Déposé par l'ASTROLab du Mont-Mégantic
Réalisé par Chloé Legris, ing. stag., Chargée de projet

Avril 2004

Tables des matières

L'ASTROLab du Mont-Mégantic	p.3
Résumé des résultats	p.4
1. Introduction	p.5
2. Potentiel d'économies d'énergie en éclairage extérieur	p.6
2.1 Résultats	p.7
2.1.1 Interprétation des données satellites	p.7
2.1.2 Interprétation des données de l' <i>Office de l'efficacité énergétique du Canada (OEE)</i> et de la <i>California Energy Commission (CEC)</i>	p.8
2.1.3 Remarques	p.9
2.2 Exemples d'économies potentielles au Québec	p.10
3. Conclusion	p.11
4. Références	p.12

L'ASTROLab du Mont-Mégantic

L'ASTROLab du Mont-Mégantic est une corporation sans but lucratif qui a été incorporée en vertu de la partie III de la loi sur les compagnies du Québec le 25 janvier 1996 et qui a été officiellement reconnue comme organisme de bienfaisance.

L'ASTROLab du Mont-Mégantic est officiellement reconnue par le ministère de la Culture et de Communication du Québec (MCCQ) comme une institution muséale dans la catégorie « Centre d'interprétation ».

La Corporation est formée de huit (8) membres réguliers qui ont été sélectionnés de manière à apporter à l'ASTROLab une expertise scientifique en astronomie, à être bien enraciné dans le milieu et à combler différents besoins ponctuels de l'organisme.

Parmi ces membres réguliers on retrouve:

- un (1) membre nommé à vie en raison de sa contribution exceptionnelle :
 - Monsieur Bernard Malenfant, fondateur de l'ASTROLab;
- cinq (5) membres représentant des organismes associés à l'ASTROLab, à savoir :
 - l'Observatoire du Mont-Mégantic;
 - le Parc national du Mont-Mégantic;
 - la Fédération des astronomes amateurs du Québec;
 - le CLD de la MRC du Granit (tourisme et culture);
 - le CLD de la MRC du Haut-Saint-François (tourisme et culture);
- deux (2) membres cooptés nommés par le conseil d'administration de l'ASTROLab;

En raison de sa composition qui réunit les principaux acteurs intéressés à développer l'astronomie amateur et professionnelle, la Corporation de l'ASTROLab a été désignée comme le porteur de dossier du projet de lutte contre la pollution lumineuse dans la région autour du mont Mégantic, et c'est dans le cadre de ce projet que nous présentons ce mémoire.

Résumé des résultats

Afin de connaître le profil de la consommation d'énergie en éclairage extérieur et d'estimer les économies potentielles qui pourraient être réalisées, deux méthodes ont été utilisées, soit l'interprétation des données satellites, qui est une conversion de l'énergie lumineuse mesurée à partir des données satellites en énergie électrique, et d'après l'interprétation des données de l'*Office de l'efficacité énergétique du Canada (OEE)* et de la *California Energy Commission (CEC)*. Dans les méthodes utilisées, les économies d'énergie potentielles ont été estimées à 30% de la consommation actuelle en éclairage. Les deux méthodes donnent des résultats comparables et révèlent qu'on pourrait réaliser entre 714 et 760 GWh d'économie d'énergie sur le territoire québécois.

1. L'interprétation des données satellites

Économies d'énergie potentielles d'après les cartes satellites de pollution lumineuse

	GWh
Agglomérations urbaines	245
Montréal	80
Québec	20
Saguenay	16
Estimation pour l'ensemble du Québec	760.0

2. L'interprétation des données de l'*Office de l'efficacité énergétique du Canada (OEE)* et de la *California Energy Commission (CEC)*

Économies d'énergie potentielles d'après les données de l'OEE et de la CEC

	GWh
Consommation instit. /comm./indus. électrique	79368
Proportion pour l'éclairage extérieur (3%)	2381
Économie potentielle (30%)	714

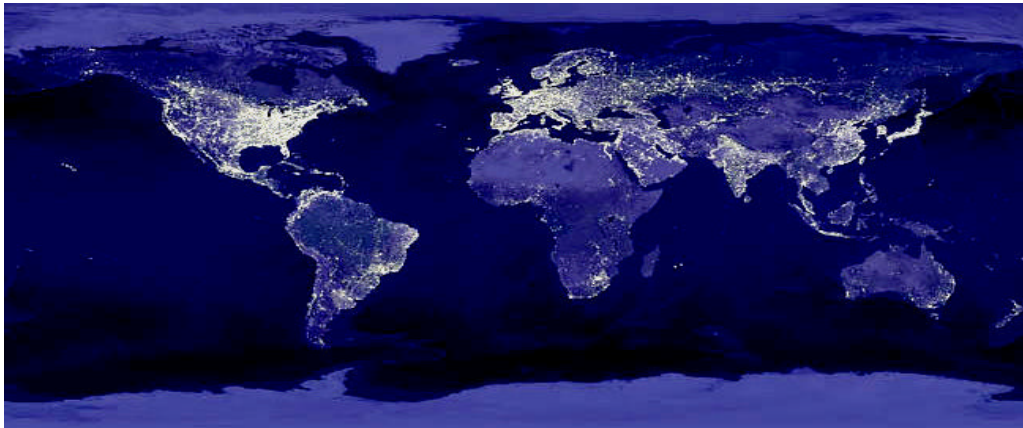
Lorsqu'on considère que le Québec s'éclaire de 2 à 3 fois plus que l'Europe ou les Etats-Unis, nos résultats semblent conservateurs puisque la proportion de l'énergie électrique serait fort probablement plus de 3% (proportion basée d'après une étude californienne) et que les gains à réaliser pourraient être plus de 30%. Des études plus approfondies sur la situation du Québec permettraient d'établir un profil plus précis.

Le projet de lutte contre la pollution lumineuse offre cette opportunité puisqu'il vise à faire la promotion d'un éclairage modérée et mieux contrôlé s'inspirant des nouvelles tendances et recommandations internationales. L'expertise actuellement développée au cœur de ce projet sera profitable pour l'ensemble du Québec et lui permettra d'améliorer sa situation énergétique.

1. Introduction

« En 1992, l'UNESCO a déclaré le ciel étoilé comme partie intégrante du patrimoine mondial à préserver »

Image satellite de la pollution lumineuse à travers le monde



Source: P. Cinzano, F. Falchi (University of Padova), C. D. Elvidge (NOAA National Geophysical Data Center, Boulder). Copyright Royal Astronomical Society

Depuis un peu plus d'un an, l'ASTROLab du Mont-Mégantic a mis sur pied le projet de lutte contre la pollution lumineuse dans la région autour du mont Mégantic dans le but de minimiser les impacts indésirables liés à l'utilisation de l'éclairage nocturne¹.

La pollution lumineuse est issue des éclairages mal conçus, mal orientés ou utilisés abusivement qui sont responsables du voilement des étoiles, de la lumière intrusive (lumière dirigée hors des limites de propriété) et de l'éblouissement des automobilistes et des piétons. Lorsque toute cette lumière se propage vers le ciel et rencontre les molécules et les aérosols présents dans l'atmosphère, elle est rediffusée vers la Terre, augmentant ainsi la brillance du fond du ciel. Les rues, les stationnements, les parcs, les édifices publics, les commerces, les industries et les résidences privées sont souvent éclairés pendant toute la nuit. En illuminant ainsi le ciel, tous ces luminaires mettent en péril l'observation des étoiles et les recherches en astronomie, portent atteinte à l'équilibre des écosystèmes et **génèrent d'importantes pertes d'énergie**.

L'Observatoire du Mont-Mégantic (OMM), un pôle important de la recherche astronomique au Canada et à l'est de l'Amérique du Nord, craint de perdre sa capacité de recherche et sa rentabilité scientifique si rien n'est fait pour contrôler la croissance de la pollution lumineuse, tel que cela est arrivé à nombre d'observatoires astronomiques de par le monde. En vingt ans, la pollution lumineuse a plus que doublé sur ce site, dégradant d'autant les performances du télescope.

Afin d'assurer la pérennité des activités de recherche, d'éducation et de tourisme lié au ciel étoilé, l'ASTROLab entend créer une des plus importantes réserves de ciel étoilé à travers le monde en agissant sur trois axes d'intervention (sensibilisation, réglementation, conversion) et sur un territoire impliquant les MRC du Granit, du Haut-Saint-François et de Sherbrooke.

¹ Voir Plan d'action

Le projet de lutte contre la pollution lumineuse ne vise pas à éliminer l'éclairage nocturne, mais plutôt à faire la promotion d'un éclairage modérée et mieux contrôlé s'inspirant des nouvelles tendances et recommandations internationales de manière à offrir :

- Une bonne visibilité;
- Un environnement sécuritaire;
- Une **économie d'énergie**;
- Une lumière douce et contrôlée qui n'est ni intrusive ni éblouissante;
- Une ambiance nocturne tout en beauté;
- La sauvegarde du ciel étoilé.

C'est en **considérant étroitement l'impact énergétique** lié à la gestion de l'éclairage extérieur que l'ASTROLab entend adopter différentes mesures. L'expertise actuellement développée au cœur de ce projet pilote sera profitable pour l'ensemble du Québec et c'est pour cette raison que nous désirons présenter ce mémoire. Ainsi, nous souhaitons permettre à la Régie de l'énergie du Québec et au Ministre des Ressources Naturelles de la Faune et des Parcs du Québec de connaître les gains potentiels énergétique en éclairage extérieur au Québec et ainsi constater que le projet pilote mené par l'ASTROLab du Mont-Mégantic peut contribuer à améliorer la situation énergétique au Québec.

2. Potentiel d'économies d'énergie en éclairage extérieur

Le profil de la consommation énergétique lié à l'éclairage extérieur est difficile à dresser avec exactitude en raison du manque de données et d'études au Québec. Cependant, à travers les travaux et recherches effectuées par l'ASTROLab et d'après les observations faites sur le territoire des trois MRC, il est possible d'affirmer qu'il existe un très bon potentiel d'économies d'énergie en repensant nos façons d'utiliser et de gérer l'éclairage extérieur.

Afin de connaître le profil de la consommation d'énergie et d'estimer les économies potentielles en éclairage extérieur, deux méthodes ont été utilisées, à savoir:

1. L'interprétation des données satellites
2. L'interprétation des données de l'*Office de l'efficacité énergétique du Canada (OEE)* et de la *California Energy Commission (CEC)*

Dans les méthodes utilisées, les économies d'énergie potentielles ont été estimées à 30% de la consommation actuelle en éclairage.

À la section **2.2 Exemples d'économies d'énergie potentielles au Québec**, il sera démontré qu'en appliquant quelques principes de base en éclairage à certains cas flagrants d'abus ou d'utilisation inappropriée au Québec, il y a des gains importants à faire. Ces exemples viennent appuyer la possibilité de réaliser une économie conservatrice d'énergie de 30%.

2.1. Résultats

2.1.1. L'interprétation des données satellites

En 1997 à la demande des astronomes, des observations spécifiques destinées à l'étude de la pollution lumineuse ont été réalisées par les satellites météorologiques militaires DMSP de la US Air Force, (Cinzano, Falchi & Elvidge 2001; Isobe, Hamamura & Elvidge 2001). Ces données ont permis d'estimer le flux lumineux total se dirigeant vers le ciel.

En se basant sur des hypothèses *conservatrices* au sujet des coefficients de réflexion au sol et d'efficacité de conversion de l'électricité en lumière par les lampadaires, il a été possible d'obtenir une estimation de la consommation énergétique impliquée dans l'éclairage extérieur. En considérant que 30% de cette énergie pourrait être récupérée par un éclairage plus efficace, il est évalué que 760 GWh sont ainsi perdus chaque année sur l'ensemble du territoire québécois (Dutil 2001, 2002). Fait à noter, ces études montrent que le Québec est un des endroits les plus éclairés au monde ; chaque québécois émet en moyenne 2 à 3 fois plus de lumière qu'un américain ou un européen.

Le tableau ci-dessous résume le potentiel énergétique, **indépendamment du secteur d'activités**, d'après ces données satellitaires.

Tableau 1

Économies d'énergie potentielles d'après les cartes satellites de pollution lumineuse	
Agglomérations urbaines	GWh
Montréal	245
Québec	80
Saguenay	20
Trois-Rivières	16
Estimation pour l'ensemble du Québec	760.0

Ces résultats sont cependant partiels puisqu'ils ne donnent que l'information sur les pertes d'énergie vers le ciel et ne traduisent pas complètement tout le potentiel énergétique à réaliser. Toutefois, c'est un outil qui permet de donner un ordre de grandeur.

2.1.2. Interprétation des données de l'Office de l'efficacité énergétique du Canada (OEE) et de la California Energy Commission (CEC)

Il est possible d'estimer grossièrement la proportion de l'énergie électrique au Québec utilisée pour l'éclairage extérieur dans les secteurs commercial, institutionnel et industriel grâce aux données de l'OEE et de la CEC. La consommation d'énergie pour ces secteurs, est résumée dans le tableau suivant et démontre, entre autre, que l'éclairage des voies publiques correspond à 2% de l'énergie électrique utilisée dans le secteur commercial/institutionnel.

Tableau 2 :

Profil de la consommation énergétique au Québec d'après l'OEE			
	PJ	TWH	GWh
Total	1674.3	465.1	465083
Commercial / Institutionnel			
Total	219	60.8	60833
Électrique	117.9	32.8	32750
Éclairage voie publique (1% du total*) (2% de l'électrique)	2.19	0.6	608
Industriel			
Total	671.3	186.5	186472
Électrique	167.8	46.6	46618

À partir des ces données, il suffit de déterminer la proportion d'énergie servant à l'éclairage extérieur à l'aide des données fournies par la *California Energy Commission* (CEC).

La *California Energy Commission* (CEC) a récemment adopté de nouvelles normes en éclairage extérieur dans l'unique but de réaliser des économies d'énergie. Afin de préparer ces normes et d'en évaluer les impacts, une série d'études et de rapports d'une grande pertinence ont été réalisés. Ces travaux ont été fort utiles pour évaluer la situation au Québec et ainsi corroborer les résultats des données satellites.

D'après les études préparées par la CEC, on révèle que l'éclairage commercial et industriel extérieur représente 2% de la consommation électrique totale de l'état alors que l'éclairage des voies publiques est d'environ 0,8%. Ainsi, la proportion moyenne d'énergie électrique utilisée pour l'éclairage extérieur est environ **3% de la consommation électrique totale** de l'état Californien pour les secteurs commercial, industriel et des voies publiques.

À partir du profil de la consommation électrique pour le Québec pour les mêmes secteurs, une proportion de 3% est donc également utilisée. Ce chiffre est conservateur puisqu'il n'est pas reporté sur l'ensemble de la consommation électrique au Québec.

De plus, une autre importante étude statistique effectuée sur une multitude de sites californiens a permis d'évaluer le profil de la consommation actuelle en éclairage

extérieur et d'estimer les gains énergétiques qui résulteront de l'adoption des nouvelles normes californiennes : on y révèle qu'il y a 30% d'économie d'énergie à faire dans l'état californien.

Le tableau suivant résume les résultats que nous livre l'ensemble de ces données pour évaluer le potentiel au Québec.

Tableau 3 :

Économies d'énergie potentielles d'après les données de l'OEE et de la CEC	
	GWh
Consommation instit. /comm./indus. électrique	79368
Proportion pour l'éclairage extérieur (3%)	2381
Économie potentielle (30%)	714

Cependant, cette économie potentielle ne tient compte que des secteurs commercial, industriel et des voies publiques et non de l'ensemble de l'énergie lumineuse utilisée au Québec.

2.1.3. Commentaires sur la situation au Québec : un champion de l'éclairage!

Lorsqu'on considère que le Québec s'éclaire de 2 à 3 fois plus que l'Europe ou les Etats-Unis, nos résultats semblent conservateurs puisque la proportion de l'énergie électrique serait fort probablement plus de 3% (proportion basée d'après une étude californienne) et que les gains à réaliser pourraient être plus de 30%.

Des études plus poussées et la réalisation d'un projet pilote permettraient de faire la démonstration des gains réels à faire et d'évaluer plus précisément tout le potentiel à l'échelle du Québec.

Fait à noter, les économies d'énergie dans le domaine de l'éclairage sont distribuées d'une façon intéressante dans le temps. En effet, la demande de puissance en matière d'éclairage suit à peu près la courbe de demande annuelle d'électricité. Les watts gaspillés par l'éclairage extérieur prennent toute leur importance lors de la pointe hivernale alors qu'ils doivent être importés à prix fort.

2.2. Exemples d'économies d'énergie potentielles au Québec

La présente section vise principalement à démontrer certains cas flagrants où il y a d'importants gains énergétiques à réaliser, justifiant la pertinence de se pencher davantage sur la situation de l'éclairage extérieur au Québec. C'est d'ailleurs ce qu'entend démontrer l'ASTROLab en menant à terme son projet. Il s'agit de faire la démonstration qu'en respectant certains principes de base - des lampes et des luminaires efficaces, des niveaux d'éclairage adéquats et le contrôle des heures d'opération – il y a tout à gagner à repenser la façon dont le Québec s'éclaire.

2.2.1. Efficacité des lampes : le cas des lampes au mercure

Le cas le plus évident à traiter est l'utilisation encore fort répandue de luminaires au mercure. Au Québec, il s'est vendu cette année seulement 3700 luminaires de types « sentinelles de ferme » dont 2200 sont des 400 watts au mercure. Ces 2200 luminaires au mercure consomment 3828 MWh annuellement.

Une lampe 400 watts au mercure peut être remplacée par une lampe au sodium haute pression 150 watts et générer la même quantité de lumière. Simplement en interdisant l'utilisation des sources au mercure au profit du sodium haute pression, une économie de 3,2 GWh annuellement aurait été réalisée cette année seulement, soit une **économie de 60%**. En reportant le nombre de sentinelles vendues cette année sur une échelle de 10 ans, ces 22 000 sentinelles 400 watts au mercure présentes sur le territoire québécois auraient pu générer des économies de plus de **32 GWh** annuellement.

Nous ne savons pas quelle est la quantité de sentinelles de ferme au mercure au Québec, mais elles sont **fortement répandues** dans le secteur résidentiel des milieux ruraux et semi-ruraux et très présentes dans les secteurs industriel et commercial :

- dans une zone de 25 km autour du mont Mégantic des estimés révèlent qu'il y en aurait près de 1200 pour un bassin de population d'environ 12000 habitants (1 habitant sur 10 posséderait une sentinelle de ferme);
- l'étude des sites de deux industries a démontré que près de la moitié (9 sur 20) des luminaires de la PME étaient au mercure tandis qu'il y en avait plus du tiers sur le site de l'industrie manufacturière, soit 92.

2.2.2. L'efficacité des luminaires

La lampe émet une certaine quantité de lumière, mais une fois installée dans le luminaire, une grande partie de cette lumière est perdue à travers ce dernier. La conception du luminaire est donc un élément tout aussi important à considérer puisque cela permet d'optimiser la lumière générée par la lampe.

C'est le cas des luminaires qui envoient une grande proportion de la lumière directement vers le ciel ou en dehors des surfaces concernées. Certains luminaires décoratifs présent sur le territoire du Québec n'ont une efficacité que de 30%, alors que les nouvelles technologies **peuvent atteindre une efficacité d'environ 60%**.

2.2.3. Les niveaux d'éclairage et les heures d'opération

En étudiant le cas des commerces, il a été constaté que la majorité des stationnements des surfaces commerciales utilisent des niveaux d'éclairage qui sont en moyenne de 2 à 5 fois plus élevés que les normes actuellement recommandées : ce sont les commerces qui fixent eux-mêmes leurs propres normes et la tendance est à la hausse. De plus, la majorité de ces installations demeurent ouvertes toute la nuit alors que cela n'est utile à personne.

L'étude de l'éclairage du stationnement et de la périphérie du bâtiment d'un commerce appartenant à une grande chaîne révèle qu'en révisant le niveau d'éclairage, **une économie annuelle de 50%**, soit 28 MWh serait possible. En considérant que ce stationnement n'a pas à être éclairé toute la nuit, donc en préservant uniquement l'éclairage sécuritaire, **l'économie s'élève à près de 75%!** À elle seule, cette chaîne commerciale qui possède 100 magasins à travers le Québec, dont plusieurs sont de plus grandes tailles que celui étudié, aurait réalisé une économie conservatrice de 2800 MWh.

Imaginons les gains potentiels en appliquant ces principes pour l'ensemble des grandes chaînes commerciales...

3. Conclusion

L'éclairage est un des secteurs où il est possible d'obtenir des résultats intéressants par rapport à la consommation actuelle puisque le Québec utilise l'énergie lumineuse de manière abondante. En demeurant conservateur, on sait qu'il y a un peu plus de 700 GWh d'économies potentielles à faire au Québec, mais des études plus détaillées permettraient probablement d'obtenir des estimations plus précises. En plus d'alléger la charge énergétique annuellement et pendant les périodes de pointes, une utilisation plus réfléchie de cette énergie permettra à l'ensemble de la collectivité d'en retirer des bienfaits.

Le projet de lutte contre la pollution lumineuse s'inscrit dans un contexte de développement durable où une multitude d'intérêts convergent : sauvegarde du ciel étoilé, économies d'énergie, environnement sécuritaire, visibilité améliorée, impact sur les écosystèmes réduit,... Ce projet pilote offre l'opportunité d'expérimenter de nouvelles façons de gérer l'éclairage grâce à l'élaboration d'un cadre réglementaire s'inspirant des nouvelles tendances internationales et grâce à la réalisation de son projet de conversion des luminaires publics et privés des municipalités se trouvant à l'intérieur de la zone 0 à 25 km autour de l'Observatoire, démontrant qu'il est possible d'améliorer grandement la problématique de la pollution lumineuse pour l'ensemble du Québec.

De plus, à travers les actions de sensibilisation actuellement en cours, une grande partie de la population commence déjà à se sensibiliser à la problématique. L'intérêt est d'autant plus grand que le Québec a la fierté d'avoir un important centre de recherche en astronomie sur son territoire. Un peu partout à travers le monde, ce sont les astronomes amateurs et professionnels qui ont sonné l'alarme face à ce gaspillage d'énergie et grâce à eux, nombreux de pays (Angleterre, États-Unis, Italie, République Tchèque,...) considèrent avec sérieux cette problématique en adoptant des mesures pour limiter les pertes d'énergie lumineuse. À nous d'emboîter le pas!

4. Références

California Energy Commission, Gary Flamm, Bill Pennington, Valerie hall, Robert L. Therkelsen, Juillet 2003, California Outdoor Lighting Standards, Staff Report

California Energy Commission, Eley and Associated, Benya Lighting Design, Hescong Mahone Group, Clanton and Associates, RLW Analytics, Juillet 2002, California Outdoor Lighting Standards, Outdoor Lighting Research

California Energy Commission, Eley and Associated, Juin 2003, Commission Report, Impact Analysis, 2005 Update to the California Energy Efficiency Standards

California Energy Commission, Public Interest Energy Research Program, Dr. Roger Wright, Cathy Higgins, Don Aumann, Novembre 2002, Outdoor Lighting Baseline Assessment, Integrated Energy Systems Productivity and Building Science

Cinzano, P. Falchi, F. & Elvidge, C. D., 2001, The World Atlas of Artificial Sky Brightness, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 328, 689

Dutil, Y., 2001, Light Pollution in Quebec, dans le compte rendu du Symposium no. 196 de l'Union Astronomique Internationale: Preserving the Astronomical Sky, R. J. Cohen & W. T. Sullivan Eds., p. 134

Dutil, Y., 2002, Qui a volé les étoiles?, rapport présenté au groupe-conseil sur la politique du patrimoine culturel, 2000, version corrigé et mise à jour.

Isobe S. & Hamamra S. & Elvidge, C. D., 2001, Educating Public about light pollution, dans le compte rendu du Symposium no. 196 de l'Union Astronomique Internationale : Preserving the Astronomical Sky, R. J. Cohen & W. T. Sullivan Eds., p. 363

Office de l'efficacité énergétique du Canada, site internet, <http://oeo.nrcan.gc.ca>