CANADA

PROVINCE DE QUÉBEC

District de Montréal

R É G I E D E L' É N E R G I E

No. : **R-3746-2010**

Hydro-Québec Distribution

(ci-après nommé le Distributeur)

Demanderesse

et

Groupe de recherche appliquée en macroécologie (GRAME)

Intervenant

ARGUMENTATION DU GRAME

TABLE DES MATIÈRES

I. Analyse technique de la demande et impact sur la fiabilité et la qualité de prestation du service de distribution d'électricité 3
II. Analyse des résultats en efficacité énergétique 4
III. Analyse du coût évité et des résultats des tests (TNT et TCTR) 7
IV. Réduction de la facture en lien avec les économies d'énergies projetées 8
V. Analyse des écarts en puissance, avec ou sans projet CATVAR 10
VI. Création d'un compte de frais reportés, pour y comptabiliser, à compter de la présente demande, les coûts afférents à la réalisation du Projet en 2010-2011 11
VII. Commentaires spécifiques portant sur la contre-preuve du Distributeur 12
VIII. Commentaires portant sur l'argumentation finale du Distributeur 22
IX. Conclusions et recommandations du GRAME 24

Annexe I : «Evaluation of Conservation Voltage Reduction (CVR) » 26
Annexe II : « How Green are Compact Fluorescent Lamps? » 30
Annexe III : « Programme Éclairage - Évaluation 2008-2009 » 33

AU SOUTIEN DE SON ARGUMENTATION, LE GRAME SOUMET RESPECTUEUSEMENT CE QUI SUIT À LA RÉGIE DE L'ÉNERGIE :

1. En lien avec son intérêt pour l'efficacité énergétique, la protection de l'environnement et l'application des principes de développement durable, le GRAME a déposé une preuve au présent dossier, sous la cote C-GRAME-0010 ;

2. Les économies d'énergie liées au Projet CATVAR et l'impact de ce Projet sur la qualité et la prestation du service de distribution d'électricité sont les enjeux ayant été pris en compte dans le cadre de l'analyse de la présente demande par le GRAME, en collaboration avec M. Michel Perrachon, reconnu expert-conseil en exploitation du réseau de transport dans la décision D-2011-008 ;

3. Le Projet CATVAR, évalué à plus de 10 millions de dollars, doit faire l'objet d'une autorisation par la Régie, en vertu de l'article 73 de la *Loi sur la Régie de l'énergie* et du premier alinéa de l'article 1 du *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* ;

4. Le *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* prévoit, aux articles 2 et 3, les renseignements devant accompagner une demande d'autorisation visant les projets de plus de 10 millions de dollars du Distributeur visée au paragraphe b) du premier alinéa de l'article 1 ;

5. Le *Règlement* exige d'abord la description des objectifs visés par le Projet (art. 2, par. 1), une description du Projet (art. 2, par. 2) ainsi qu'une justification du Projet en relation avec les objectifs visés (art. 2, par. 3) ;

6. En plus des autres exigences prévues à l'article 2, le *Règlement* exige également que soit présenté l'impact du Projet sur la fiabilité et la qualité de prestation du service de distribution d'électricité (art. 2, par. 8) ;

7. Ces exigences réglementaires liées aux renseignements devant accompagner une demande d'autorisation pour un investissement dont le coût est supérieur à 10 millions de dollars, tel le Projet CATVAR, sont précisées à la section 4.2 du Guide de dépôt pour Hydro-Québec dans ses activités de distribution (ci-après « Guide de dépôt »);

8. Aussi, le *Règlement sur la procédure de la Régie de l'énergie* prévoit les éléments devant être déposés lors d'une demande d'autorisation ;

9. Lorsque ces exigences ne sont pas rencontrées, la Régie peut retourner la demande, ou préciser les renseignements manquants et suspendre l'étude de cette demande jusqu'à ce que les renseignements manquants lui soient fournis ;

10. Le GRAME a examiné la présente demande du Distributeur en tenant compte de ces dispositions du *Règlement sur la procédure de la Régie de l'énergie*, du

Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie et du « Guide de dépôt » ;

I. Analyse technique de la demande et impact sur la fiabilité et la qualité de prestation du service de distribution d'électricité

Qualité de l'onde et gestion de la tension sur le réseau

11. L'analyse de la preuve du Distributeur par monsieur Michel Perrachon, expert-conseil en exploitation du réseau de transport, révèle que la réalisation du Projet CATVAR comporte un intérêt indéniable pour une gestion optimale de la tension sur le réseau de distribution et mènerait à un meilleur contrôle de la tension sur les lignes et les postes de distribution ;

12. De plus, l'installation de nouveaux transformateurs de tension télé-mesurés apporterait une meilleure connaissance de l'information en temps réel des conditions de tension sur le réseau du Distributeur ;

13. Le GRAME conclut de la preuve du Distributeur et des commentaires de monsieur Perrachon, suite à son analyse de celle-ci, que l'impact sur la fiabilité et la qualité de la prestation du service sera positif ;

14. En effet, selon notre expert-conseil, la télésurveillance permettrait d'éviter des écarts de tension et d'améliorer le comportement de ce réseau ainsi que la satisfaction des clients ;

15. De plus, les travaux sur les réseaux de moyenne et basse tension permettraient une meilleure répartition des charges sur le réseau de distribution, et l'acquisition d'outils de gestion du réseau permettrait d'améliorer en temps réel la gestion de la tension sur le réseau de distribution ;

16. Le paragraphe 8 de l'article 2 du *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* exige qu'une demande visée au premier alinéa de l'article 1 soit accompagnée de l'identification de l'impact du Projet sur la fiabilité et de la qualité de prestation du service de distribution d'électricité ;

17. De plus, le « Guide de dépôt » prévoit, à l'article 33, que le Distributeur doit présenter une analyse de l'impact du Projet sur la qualité et la fiabilité de service, le cas échéant par zone, région ou type de clients ;

18. Le GRAME soutient que ces exigences sont globalement rencontrées par le Distributeur au présent dossier et que l'information fournie est suffisante pour conclure que la proposition du Distributeur permettrait une gestion optimale de la tension sur le réseau et donc assurerait la fiabilité et la qualité de la prestation du service de distribution d'électricité ;

II. Analyse des résultats en efficacité énergétique

19. Le *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* exige la description des objectifs visés par le Projet (art. 2, par. 1), ainsi qu'une justification du Projet en relation avec les objectifs visés (art. 2, par. 3) ;

Description et quantification des objectifs du Projet

20. Le paragraphe 1 de l'article 2 du *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* prévoit que le Distributeur doit déposer une description du Projet ;

21. L'article 15 du « Guide de dépôt », précise cette exigence par une description et une quantification des objectifs du Projet ;

22. La preuve du Distributeur démontre qu'une description et une quantification suffisante des objectifs du Projet est déposée au présent dossier ;

23. En effet, l'objectif 1er du Projet est la réduction de la consommation énergétique par une gestion optimisée du contrôle de la tension (CAT) et de la puissance réactive (VAR) du réseau de distribution ;

24. Le Distributeur quantifie son objectif en anticipant des économies d'énergie de 2 TWH à l'horizon 2015 ;

25. Quoique le GRAME appuie l'objectif d'économies d'énergie de 2 TWh, il émet des réserves dans la section II de son rapport (C-GRAME-0010, p.10 à 25), quant à l'atteinte de ceux-ci ;

Justification du projet en lien avec les objectifs visés

26. Le Distributeur justifie le Projet CATVAR en relation avec les objectifs visés, tel que requis par le paragraphe 3 de l'art. 2 du *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* ;

27. En effet, le Distributeur justifie l'objectif visé par le Projet CATVAR, la cible d'économies d'énergie de 2 TWh à l'horizon 2015, par les objectifs de 11 TWh pour le secteur de l'électricité de la Stratégie énergétique du Québec, considérant que sans le projet CATVAR, le Distributeur n'atteindrait que 9 TWh d'économies d'énergie en 2015;

Justifications techniques

28. Les articles 18 à 20 du « Guide de dépôt » prévoient notamment que le Distributeur doit fournir les principales normes ou critères techniques utilisés dans les études, justifier le Projet en termes techniques, économiques, réglementaires ou légaux tout en démontrant comment les résultats visés seront atteints et, si applicable, décrire les projets pilotes réalisés ainsi que les résultats ;

29. Ainsi, selon l'analyse du GRAME, en conformité avec les exigences du « Guide de dépôt », la preuve du Distributeur identifie les éléments techniques du Projet permettant d'atteindre ces objectifs, soit l'ajout d'équipements de mesure, l'exploitation d'un nouveau système intelligent et dynamique de gestion de la tension ainsi que l'ajout de dispositifs de télécommande des batteries de condensateurs situées en fin de ligne;

30. Également, en conformité avec les exigences du « Guide de dépôt », la preuve du Distributeur décrit le projet pilote réalisé et propose une démonstration de la manière dont les résultats du Projet CATVAR seront atteints ;

31. Cependant, l'analyse de la demande d'autorisation du Projet CATVAR, en regard des résultats du projet pilote du Poste Pierre-Boucher qui servent de justificatifs techniques à l'atteinte des objectifs visés de 2 TWh, permet de douter que la démonstration de l'atteinte des résultats visés par le Projet a été effectuée par le Distributeur, tel que requis par le « Guide de dépôt » ;

32. Le GRAME soumet à la Régie que les résultats du projet-pilote du Poste Pierre-Boucher doivent être interprétés en fonction de certains facteurs n'ayant pas été considérés par le Distributeur, selon la preuve fournie au présent dossier, et que les économies d'énergie anticipées devraient être réévaluées en tenant compte de certaines variables, afin de satisfaire aux exigences du « Guide de dépôt » ;

33. Dans son rapport, le GRAME fait état de deux variables liées au marché de l'éclairage pouvant fausser les résultats du calcul des économies d'énergie anticipées :

34. La **Première variable** concerne les modifications du marché de l'éclairage durant les tests et mesures du projet-pilote Pierre-Boucher ;

35. L'engagement 6 déposé par le Distributeur (HQD-3, doc. 2, p.6) démontre que le calcul du gain en énergie s'appuie sur la relation entre la variation de l'énergie consommée et la variation de la marge de tension ;

36. Ainsi, lors du calcul du CVR pour le poste Pierre-Boucher, la variation de la consommation pourrait être le résultat d'une combinaison de la modification dans le type d'éclairage en cours de test et de l'abaissement de tension ;

37. La **Deuxième variable** concerne les modifications du marché de l'éclairage après les tests et mesures du projet-pilote Pierre-Boucher (ou durant le projet CATVAR) :

38. L'implantation massive de l'éclairage de type électronique pourrait avoir un impact à la baisse qui sera non négligeable sur les économies générées par le Projet CATVAR, selon l'expert-conseil du GRAME en exploitation du réseau de transport, m. Michel Perrachon ;

39. Selon l'analyse de sensibilité réalisée par Mme Moreau pour le GRAME, l'impact pourrait représenter entre 15 et 25 % des économies envisagées, soit entre 0,300 TW et 0,500 TW ;

40. Par conséquent, considérant la probabilité d'une conversion des marchés vers les systèmes d'éclairage à contrôle électronique, les résultats en économies d'énergie ne se reflèteront probablement pas dans les proportions escomptées par le Distributeur ;

41. Ainsi, si on considère un objectif de 2 TWh d'économies d'énergie, le GRAME émet des réserves quant à la justification du Projet en lien avec cet objectif, tel que requis au par. 8 de l'art. 2 du *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* ;

42. De plus, en lien avec les exigences des articles 19 et 20 du « Guide de dépôt », le GRAME soutient que la preuve du Distributeur est insuffisante puisqu'il manque une démonstration de l'impact de l'implantation des systèmes d'éclairage à contrôle électronique sur le calcul des économies d'énergie anticipées ;

43. Le GRAME recommande donc à la Régie de requérir l'information relative à l'état d'avancement de l'implantation des systèmes d'éclairage à contrôle électronique et son impact sur le calcul des économies d'énergie anticipées, et ce en vertu du par. 2 de l'article 3 du *Règlement sur la procédure de la Régie de l'énergie* ;

III. Analyse du coût évité et des résultats des tests (TNT et TCTR)

44. Le GRAME est d'avis que la preuve du Distributeur rencontre les exigences prévues aux articles 26 et 28 du « Guide de dépôt », notamment par la démonstration des résultats du test du coût total en ressources et de l'impact sur les tarifs ;

45. La preuve du Distributeur (HQD-1, doc.1, p.27) démontre que la valeur des coûts évités sur une période de 15 ans est suffisante pour couvrir un scénario de réduction se situant entre 15 et 25 % des économies d'énergies estimées pour le projet CATVAR ;

46. Avec une réduction entre 15 et 25 % des coûts évités, le test du coût total en ressources serait toujours positif et la perte de revenu serait inférieure, les économies n'étant pas réalisées ;

47. Advenant un scénario significativement plus défavorable que celui présenté par le Distributeur (HQD-1, doc. 1, Section 4.3.3 Analyse de sensibilité), la rentabilité du projet remplirait toujours le critère décisionnel du TCTR associé aux programmes d'efficacité énergétique ;

48. Pour ce qui est l'impact sur les tarifs et du résultat du TNT, un scénario plus défavorable induirait nécessairement une pression à la hausse sur les tarifs, et ce sur une période de temps plus longue que celle présentée par le Distributeur (HQD-1, Document 1, Page 27) ;

49. Bien que les économies d'énergie pourraient être inférieures au total indiqué dans les projections du Distributeur, l'analyse du GRAME conclut que le Projet CATVAR rencontre le test du TCTR, même avec un scénario impliquant une perte significative des économies d'énergie suite à une modification du marché de l'éclairage par des systèmes d'éclairage à contrôle électronique et le remplacement d'ampoules incandescentes par des ampoules de type fluo-compactes ;

50. À l'instar du Distributeur, le GRAME conclut que ce Projet devrait recevoir un traitement similaire à celui des programmes en efficacité énergétique au niveau de son analyse économique ;

51. Le GRAME soutient qu'il serait plus prudent de compléter la démonstration de l'atteinte des cibles avant l'approbation du Projet par la Régie, mais que les exigences des paragraphes 26 et 28 du « Guide de dépôt » sont généralement rencontrées par la démonstration des résultats du test du coût total en ressources ;

IV. Réduction de la facture en lien avec les économies d'énergies projetées

52. La preuve du Distributeur (HQD-1, doc.1, p.27) démontre que le projet CATVAR permettrait une gestion optimisée de la tension qui amènerait une réduction de la consommation d'énergie par les clients, de même qu'une réduction de la facture ;

53. Sans contester les résultats globaux fournis par le Distributeur, le GRAME émet des réserves quant à l'atteinte de la cible de 2 TWh d'économies d'énergie puisque cette cible escomptée est basée sur les résultats obtenus lors des essais au poste Pierre-Boucher qui ne précisent pas l'impact de la variable éclairage sur les économies d'énergie constatées ;

54. Par conséquent, si la cible d'économies d'énergie n'est pas atteinte, la réduction de la tension fournie aux clients n'entraînerait pas une diminution moyenne de leur consommation d'énergie de « *2,3 % calculée sur la base de l'énergie ayant transitée en 2009 par les postes visés par le projet CATVAR (87,3 TWh) uniquement » ;*

55. L'impact de l'origine de la réduction de la consommation sur la réduction de la facture est également un élément préoccupant puisque selon le Distributeur, une relation directe existe entre la tension et la consommation énergétique, cette réduction variant selon la nature de la charge ;

Différenciation des catégories de clients

56. Les investissements autorisés au présent dossier serviront, lors de la disposition du compte de frais reportés, à l'établissement de la base de tarification sur une base de projections, de même qu'à l'allocation des coûts aux bonnes catégories de clients ;

57. De l'avis du GRAME, il est important de s'assurer que les résultats du projet-pilote soient modulés afin de refléter, du moins proportionnellement, les différentes catégories de clients en fonction de ceux qui bénéficieront de l'amélioration de leur consommation d'énergie, permettant ainsi un meilleur appariement entre les bénéfices et les charges ;

58. Pour s'en assurer, on doit déterminer avec plus de précision quelles sont les catégories de clients qui en bénéficieront et dans quelle proportion ;

59. Par exemple, selon la preuve du Distributeur, une réduction de tension n'aurait aucun impact sur les kWh requis pour le chauffage des locaux ni pour le chauffage de liquides, ces deux types de chauffage étant contrôlés par des thermostats ;

60. Par conséquent, puisque les résultats en efficacité énergétique ne seraient pas associés à la chauffe des locaux, les coûts du projet ne devraient peut-être pas être attribués majoritairement à la clientèle résidentielle ;

61. Ces éléments, requis pour l'analyse des résultats en efficacité énergétique du Projet, devraient faire l'objet d'un complément d'information et être déposés au présent dossier, avant l'approbation par la Régie ;

62. Dans le cas où la Régie ne reconnaissait pas l'importance de déposer ces informations complémentaires et analyses, le GRAME demande à la Régie d'en demander le suivi lors du prochain dossier tarifaire, soit au moment où ces informations seront nécessaires pour l'établissement de la base de tarification sur une base de projections de même que pour les fins de l'allocation des coûts aux bonnes catégories de clients ;

V. Analyse des écarts en puissance, avec ou sans projet CATVAR

63. Dans sa demande d'intervention (C-GRAME-0002), le GRAME mentionnait souhaiter s'assurer qu'il n'y aurait pas de perte significative de puissance disponible pour satisfaire les besoins du réseau suite à l'abaissement de la tension et que cette perte, le cas échéant, serait prise en compte dans l'analyse économique du Projet ;

64. À la question 6.2 de sa demande de renseignements no.1, le GRAME demandait au Distributeur « *En quoi le projet CATVAR pourra-t-il influencer ces recours éventuels à des baisses de tension volontaires pour le maintien des réserves ?* » ;

65. À la réponse 6.2 (HQD-2, doc.3, p.11), le Distributeur nous renvoie au dossier R-3748-2010, plus précisément à la réponse 2.3 du Distributeur à la demande de renseignements no.1 de la Régie ;

66. Dans cette réponse, le Distributeur justifie l'impact minime du projet CATVAR sur le moyen de gestion de l'abaissement de tension par le fait que ce dernier correspond plutôt à un abaissement de tension, en bas du seuil normal d'exploitation et ce, en situation d'urgence durant une courte période temps, en respectant les seuils de tension en mode urgence de la norme CSA-235, alors que le projet CATVAR vise à exploiter le réseau à une tension plus basse, en respectant les seuils minimums d'exploitation en situation normale (norme CAN3-C235-83 (C2010)) ;

67. Ainsi, le projet CATVAR serait bénéfique au moyen de gestion de l'abaissement de tension en mode d'urgence et ce grâce à l'amélioration de la connaissance des niveaux de tension livrée au client ;

68. Cette amélioration de l'information permettrait d'augmenter le nombre de postes qui pourront être assujettis au moyen de gestion de l'abaissement de tension en mode d'urgence, ce qui compenserait pour la réduction de la marge de tension restant disponible pour certains postes suite à la mise en place du projet CATVAR ;

69. Par conséquent, tel qu'indiqué à la fin du dernier paragraphe de la réponse rendue dans le cadre de la demande concernant le prochain Plan d'approvisionnement, le Distributeur confirme que la contribution de 250 MW au moyen de la gestion de l'abaissement de tension aux ressources en puissance du Distributeur sera maintenue lorsque le système CATVAR sera réalisé ;

70. Le GRAME est satisfait de ces informations fournies par le Distributeur concernant les écarts en puissance ;

VI. Création d'un compte de frais reportés, pour y comptabiliser, à compter de la présente demande, les coûts afférents à la réalisation du Projet en 2010-2011

71. Dans la décision D-2008-019 (R-3640-2007), la Régie a offert la possibilité au Transporteur de demander la création d'un compte de frais reportés hors base pour les projets qui sont autorisés postérieurement au dépôt de la demande tarifaire de l'année visée :

    « *Pour certains projets particuliers, le Transporteur pourrait soumettre à la Régie, pour approbation, dans le cadre d'un dossier sous l'article 73, la création d'un compte de frais reportés hors base, portant intérêt, pour y inscrire les projets. Le Transporteur pourra juger, au cas par cas, de l'opportunité de soumettre une telle demande en fonction de l'importance des montants impliqués et de la probabilité de réalisation du projet à court terme. L'examen et la disposition des sommes versées dans le compte se feraient dans le dossier tarifaire suivant.* »

72. Dans la décision D-2009-081, portant sur la *Demande d'autorisation pour l'ajout de condensateurs sur le réseau de distribution* (R-3698-2009), la Régie a autorisé un compte de frais reportés hors base au Distributeur, énonçant :

    « [22] La Régie autorise la création du compte de frais reportés hors base pour les années 2009 et 2010, principalement en raison de la forte probabilité de réalisation du Projet à court terme, laquelle est tributaire du contexte de la présente demande. »

73. La demande R-3698-2009 a permis la réalisation du Projet de 1000 Mvar du Distributeur ;

74. En réponse à l'engagement 4 déposé lors de la demande R-3698-2009, le Distributeur énonçait qu'à l'origine, il souhaitait déposer une seule demande d'autorisation pour deux projets inter-reliés, le Projet du 1 000 Mvar et le Projet CATVAR :

    « 4.1 Pour quelles raisons (techniques, temporelles, ou autres) le Distributeur a-t-il séparé le projet du 1000 Mvar du projet CATVAR.

    Réponse :

    Le plan original du Distributeur consistait à présenter un seul projet soit le projet CATVAR. Vu l'urgence du besoin de puissance réactive du Transporteur et compte tenu des délais de réalisation, le Distributeur doit commencer dès 2009 l'installation de condensateurs afin d'atteindre la quantité de Mvar requis pour le respect du critère de pointe exceptionnelle en 2011-2012. Le projet CATVAR est plus complexe et il reste des éléments importants à compléter avant de le soumettre à la Régie. Compte tenu des délais nécessaires à la finalisation des études en cours et à l'autorisation et à la réalisation de ce projet, le Distributeur ne serait pas en mesure d'installer à temps la quantité requise de batteries de condensateurs pour la pointe 2011-2012. » (Notre souligné)

75. En réponse à la demande de renseignements no.2 de la Régie au présent dossier (HQD-2, doc. 1.1), le Distributeur a détaillé les coûts qu'il comptait verser au compte de frais reportés, soit les charges de 2010-2011, l'amortissement des investissements mis en service ainsi que son rendement sur la base de tarification ;

76. Considérant qu'un compte de frais reportés a déjà été autorisé dans le dossier R-3698-2009, portant sur une demande préliminaire mais en lien avec la présente demande visant l'autorisation du Projet CATVAR, et dans la mesure où le Projet CATVAR est autorisé par la Régie, le GRAME est d'avis qu'un compte de frais reportés est souhaitable pour l'intérêt public ;

VII. Commentaires spécifiques portant sur la contre-preuve du Distributeur

77. Suite au dépôt d'une contre-preuve par le Distributeur en date du 7 avril 2011 (HQD-1, doc.2) conformément aux dispositions de la décision D-2011-038, le GRAME souhaite formuler certains commentaires à la Régie portant sur 4 enjeux spécifiques analysés par le GRAME ;

Impact de l'abaissement de tension sur les moteurs

78. Le Distributeur souligne, dans ses observations déposées le 7 avril 2011, que les petits moteurs monophasés, de type « ventilateur », peuvent réagir en puissance aux abaissements de tension :

    « *Dans le cas des moteurs électriques, l'impact sera différent selon le ratio d'utilisation de leur puissance nominale, du fait qu'ils sont monophasés ou triphasés, ou encore qu'ils sont contrôlés en boucle ouverte ou fermée. Par exemple, dans le cas d'un moteur monophasé fonctionnant en boucle ouverte, le fait d'abaisser légèrement la tension à ses bornes réduira sa vitesse d'opération, son courant et sa puissance appelée, d'où un CVR positif. Plusieurs exemples mentionnés à l'annexe A de la pièce HQD-3, document 2, font état de moteurs dont le CVR est positif, tels les échangeurs d'air, les pompes de piscine ou les ventilateurs de fournaise.* » ;

79. Selon le GRAME, le complément de preuve déposé par le Distributeur ne permet pas d'évaluer l'impact de la présence de moteurs dont le CVR est positif sur la demande d'un poste conventionnel de distribution ;

80. En effet, il est raisonnable de croire que la majorité des moteurs utilisés dans les zones industrielles sont plus puissants et qu'ils ne réagissent pas en diminution d'énergie lors d'abaissement de tension ;

81. Par conséquent, pour que l'information additionnelle déposée par le Distributeur soit utile, il faudrait que la proportion relative des petits moteurs par rapport à ceux qui ne réagissent pas lors d'abaissement de tension soit évaluée et ce afin de déterminer l'impact réel de ces petits moteurs monophasés, ce que ni la preuve du Distributeur ni la contre-preuve n'identifient ;

82. Selon l'expert-conseil du GRAME, M. Michel Perrachon, tous les experts qui se sont prononcés sur les économies d'énergie en fonction d'une diminution du niveau de tension sont d'accord pour affirmer que cela ne peut s'appliquer aux moteurs, mais que seuls les petits moteurs monophasés sont sujets à une réduction de puissance en fonction du niveau de tension, s'agissant essentiellement des moteurs entraînant des ventilateurs ;

83. De plus, toujours selon l'expert-conseil du GRAME, tous les autres types de moteurs exigeant une puissance mécanique demandent une puissance électrique équivalente ;

84. Les moteurs monophasés demandant une puissance mécanique d'une certaine valeur, la puissance électrique sera alors proportionnelle à la puissance mécanique requise quel que soit le niveau de tension ;

85. Quand aux moteurs triphasés, ceux-ci sont conçus pour répondre aux exigences de puissance mécanique et ils n'apporteront évidement pas de gain d'énergie lors d'un abaissement de tension ;

86. Le GRAME a demandé plus de précisions au Distributeur concernant l'impact sur la demande d'un poste conventionnel de distribution découlant de la présence de petits moteurs monophasés de type « ventilateur » et ce, en termes de kWh économisés et de pourcentage de puissance, ce à quoi le Distributeur n'a pas su répondre;

87. Par conséquent, les conclusions du GRAME demeurent inchangées sur cet élément, soit que ni le complément de preuve déposé par le Distributeur, ni la preuve du Distributeur ne permettent d'évaluer l'impact de la présence de moteurs dont le CVR est positif sur la demande d'un poste conventionnel de distribution ;

Impact de l'abaissement de tension sur les lampes fluo-compactes

88. Le Distributeur, dans son complément de preuve déposé le 7 avril 2011 (HQD-1, doc.2), fait référence aux résultats d'essais réalisés dans le cadre d'une étude menée pour le gouvernement américain :

« *Le CVR des lampes fluo-compactes peut être positif. Ces résultats sont le fruit d'essais réalisés par le Laboratoire des technologies de l'énergie de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec et d'autres réalisés par le Pacific Northwest National Laboratory dans le cadre d'une étude pour le gouvernement américain. L'information fournie à l'annexe B de la même pièce confirme ces résultats.* »

89. En consultant les résultats de cette étude, ceux-ci démontrent qu'une diminution de tension de 10 V sur une lampe à incandescence de 70 W amène une diminution de puissance de 10 W, alors que pour une lampe fluo-compacte d'éclairage équivalent de 11 W le gain maximal ne dépasserait pas 1 W, tel que démontré aux paragraphes 2.3.1.1 (Incandescent Light Bulb (70W)) et 2.3.1.7 (Compact Fluorescent Light (CFL) 13W) de l'étude de *Pacific Northwest National Laboratory* ; (Voir annexe I)

90. En lien avec ce complément de preuve, l'expert-conseil du GRAME, M. Michel Perrachon rappelle que la tendance à la diminution de la demande d'énergie a permis de développer des types d'éclairage à faible consommation, s'agissant essentiellement des lampes fluo-compactes et des fluorescents à ballast électronique, donc d'un type d'éclairage très peu sensible aux variations de tension ;

91. De plus, selon des essais réalisés à l'école Polytechnique (voir annexe II) pour mesurer les harmoniques générées par les lampes fluo-compactes, on a constaté que la puissance du type de lampes utilisé pour ces essais ne réagissait pas aux variations de tension ;

92. Cependant, selon l'expert-conseil du GRAME, M. Michel Perrachon, seules les lampes fluo-compactes de forte puissance réagissent réellement aux variations de tension, or, dans l'éclairage domestique, les lampes fluo-compactes utilisées ne devraient pas dépasser 20 W ;

93. Dans son complément de preuve (HQD-1, doc.2), le Distributeur mentionne :

« Le Distributeur souligne que pour cette technologie, le CVR varie selon les fabricants, demeurant toutefois généralement positif. Les résultats dépendent de la puissance et du modèle d'ampoule utilisé. S'il est possible que, pour certains d'entre eux, la puissance puisse être constante quel que soit le niveau de tension, il est fautif d'étendre cette affirmation à l'ensemble des produits. » (notre souligné)

94. Le Distributeur fournit la variation de CVR entre les différents fournisseurs de lampes fluo-compactes précisant que pour tous les modèles testés « *la réduction de la tension a entraîné une diminution de la consommation d'énergie »,* mais sans préciser la puissance de ces dernières ;

95. Le Distributeur confirme ne pas avoir fait d'évaluation de l'impact de la variation du CVR entre fournisseurs sur les résultats escomptés en efficacité énergétique du projet CATVAR ;

96. Pour être en mesure d'évaluer l'impact sur le CVR du poste Pierre-Boucher de l'implantation des nouveaux types d'éclairage, il faudrait avoir une connaissance du pourcentage de ces nouveaux types d'éclairage et ce, avant les essais effectués ;

97. En réponse à la demande de renseignements no. 2 du GRAME (HQD-2, doc. 3.1), le Distributeur nous réfère au suivi déposé à la Régie concernant le programme Produits Mieux consommer – Éclairage résidentiel, précisant ne pas disposer des informations spécifiques en ce qui concerne le secteur qui est couvert par le poste Pierre-Boucher ;

98. L'évaluation 2008-2009 du programme *Mieux consommer – Éclairage résidentiel* mentionne que le taux de bénévolat, donc que la tendance du marché des luminaires au Québec lors des années 2008 et 2009, soit les mêmes années que celles du projet-pilote au poste Pierre-Boucher, n'a pas été estimé à cause de l'absence de connaissance de la taille du marché des liminaires *ENERGY STAR,* ce qui ajoute un élément de doute sur l'ampleur du potentiel restant des changements d'usage des ampoules fluo-compactes, donc sur l'impact, à terme, sur les résultats du projet CATVAR *;*

99. Le GRAME soumet un extrait du « Plan d'action faisant suite à un rapport d'évaluation » ci-dessous et le dépose en annexe III de la présente argumentation :

> Programme Éclairage – Évaluation 2008-2009 – Plan d'action 2011-03-3
>
> Recommandation no.3
>
> Inclure l'analyse du bénévolat des luminaires ENERGY STAR aux prochaines évaluations. Pour la présente évaluation, le taux de bénévolat associé aux luminaires ENERGY STAR n'a pas été estimé puisqu'un élément essentiel manquait à l'analyse, soit la taille du marché des luminaires ENERGY STAR au Québec en 2008 et en 2009. En raison de la part grandissante de ce produit dans le programme, il est recommandé d'inclure l'analyse du bénévolat des luminaires ENERGY STAR dans les prochaines évaluations. Pour ce faire, il sera nécessaire d'obtenir une bonne estimation de la taille du marché des luminaires ENERGY STAR et de l'attribution associée au programme d'Hydro-Québec. Les volumes de ventes et les parts de marché des luminaires ENERGY STAR seront des données encore plus difficiles à obtenir de la part des fabricants et des détaillants, le marché des luminaires ENERGY STAR étant beaucoup plus petit que celui des LFC.
>
> Cette petite taille de marché complique aussi la quantification de l'attribution des ventes de luminaires ENERGY STAR au programme d'Hydro-Québec par les acteurs du marché. Toutefois, en améliorant la méthodologie d'obtention des données avec l'ajout d'une approche Delphi, il devrait être possible d'obtenir une estimation raisonnable de la taille du marché des luminaires ENERGY STAR et une quantification de l'attribution

100. Par ailleurs, le Distributeur ne dispose pas de l'information lui permettant d'identifier l'impact sur les économies d'énergie en abaissement de tension si ces éclairages « électroniques » se généralisaient à la fois pour les marchés résidentiel, commercial et industriel ;

101. De l'aveu même du Distributeur, « *Les données disponibles ne sont pas suffisamment précises pour permettre de calculer de façon rigoureuse l'impact des changements à venir du marché de l'éclairage sur le CVR.* » ;

Équipements électroniques

102. Selon une référence du Distributeur mentionnée en complément de preuve, une source également consultée par le GRAME (« Evaluation of Conservation Voltage Reduction (CVR) on a National Level ») les nouvelles générations de télévisions (plasma et DEL) réagissent inversement aux diminutions de tension, consommant plus d'énergie lors d'un abaissement de tension, tel que démontré aux paragraphes 2.3.1.1 (Incandescent Light Bulb (70W)), 2.3.1.5 (Plasma TV – Sony) et 2.3.1.6 (Liquid Crystal Display (LCD) - Clarity TV) de l'étude de *Pacific Northwest National Laboratory* ; (Voir annexe I)

103. En référence à l'étude du *Pacific Northwest National Laboratory* et dans le cadre de l'évaluation des charges domestiques électroniques et informatiques, le GRAME est d'avis que puisque les charges domestiques électroniques évoluent (télévisions Plasma et DEL, équipements informatiques) et ne réagissent pas correctement à l'abaissement de tension et que, dans les zones commerciales et industrielles, une croissance des charges liées à l'informatique, très peu sensibles à la tension, est à prévoir, une évaluation de l'évolution de ces types de charges et de l'impact sur les économies d'énergie à terme prévues pour le projet CATVAR devrait être réalisée ;

104. Le Distributeur minimise l'utilité de connaître l'évolution de ces types de charges et l'impact sur les économies d'énergie à terme prévues pour le projet CATVAR, mentionnant « *qu'un tel niveau de détail n'est pas utile puisque le CVR a été évalué globalement sur la base de mesures prises au poste satellite* », spécifiant qu'« *il est délicat de tenter de prévoir l'évolution du CVR car celui-ci dépend de la composition de la charge » ;*

105. Le Distributeur mentionne également qu'« *il prévoit une croissance continue de la demande d'électricité au Québec au cours des prochaines années, facteur qui contribuera à accroître les gains générés par le projet CATVAR » ;*

106. Le GRAME rappelle que cette croissance peut également être le fait d'une augmentation des charges liées à l'informatique et des charges domestiques électroniques et que ces dernières devraient être évaluées puisqu'elles réduiront la croissance des gains générés par le projet CATVAR ;

107. Par ailleurs, le Distributeur énonce que « *l'analyse de sensibilité présentée à la section 4.3.3 de la pièce HQD-1, document 1, démontre la grande robustesse économique du projet.* » ;

108. Le GRAME est en accord avec cet élément important de la réponse du Distributeur, et les commentaires supplémentaires déposés le 7 avril 2011 ne modifient pas la principale conclusion du GRAME à cet égard ;

109. Cependant, de l'avis de l'expert-conseil du GRAME, M. Michel Perrachon, la consommation de certains appareils, tels les nouvelles générations de télévisions , réagit inversement à la diminution de tension et tous les équipements électroniques de bureau, en particulier les ordinateurs, ne permettent pas d'économie d'énergie en abaissement de tension ;

110. Par conséquent, le GRAME réitère que l'impact de ces appareils sur les résultats devrait être inclus dans un facteur « x » de distorsion des résultats, comme pour ce qui est de l'impact de l'évolution du marché de l'éclairage, et ajouté comme multiplicateur aux résultats escomptés en efficacité énergétique ;

Impact des transformations futures du marché de l'éclairage

111. Dans le cadre de sa contre-preuve déposée le 7 avril 2011, le Distributeur mentionne qu'« *Il est exact que l'évolution du marché de l'éclairage aura un impact sur les gains générés par le projet, mais il importe d'ajouter que c'est également le cas de toutes les autres modifications au poids relatif de chacun des usages dans la charge globale.* » ;

112. De plus, le Distributeur mentionne « *qu'on ne peut pour le moment se prononcer avec certitude sur l'impact qu'auront les dispositions de la nouvelle réglementation en matière d'éclairage » ;*

113. Par conséquent, il est clair que même si le Distributeur met en doute l'affirmation du GRAME voulant que l'implantation de l'éclairage de type électronique aura un impact à la baisse qui sera non négligeable sur les économies générées par ce projet, le Distributeur ne nie pas l'évidence d'un impact ;

114. De plus, pour faire suite au complément de preuve du Distributeur, le GRAME lui demandait d'évaluer l'impact d'une modification de marché, comme celle du remplacement d'une seule ampoule à incandescence par une ampoule fluo-compacte par tous les ménages québécois sur l'abaissement de tension et sur les économies d'énergie du projet CATVAR, l'évolution de ces types de charges et de l'impact sur les économies d'énergie à terme prévues pour le projet CATVAR ;

115. Loin de nier qu'un tel impact est susceptible de modifier les gains futurs du projet, le Distributeur ne se prononce simplement pas sur l'ampleur de cet impact ;

116. En lien avec ce manque d'informations, le Distributeur nous indique clairement que d'autres essais auront lieu pour raffiner l'estimation du CVR et qu'il fera rapport des résultats à la Régie lors de son rapport annuel ;

117. De l'avis du GRAME, cela signifie que cette estimation du CVR pourrait être modifiée dans l'avenir et que la contre-preuve du Distributeur (HQD-1, doc.2) ne contredit pas la preuve du GRAME ;

118. Le GRAME juge important d'identifier un facteur « x » permettant d'évaluer l'impact de la modification future du marché de l'éclairage et de l'introduire dans l'équation des économies d'énergie anticipées à terme pour le projet CATVAR ;

Influence sur les résultats du Projet-pilote au Poste Pierre-Boucher

119. Dans ses observations déposées le 7 avril 2011, le Distributeur reproche au GRAME de ne pas avoir évalué l'ampleur de la transformation du marché de l'éclairage au cours du projet-pilote et de se servir de données offrant un portrait statique de la pénétration des ampoules fluo-compactes ;

120. Effectivement, le GRAME est dans l'impossibilité de procéder à cette évaluation puisqu'il ne dispose pas des informations liées à la consommation de la clientèle du Distributeur concernant la transformation du marché de l'éclairage au cours du projet-pilote pour le poste Pierre-Boucher ;

121. Seul le Distributeur aurait pu être en mesure de posséder ces informations avant et après le projet-pilote mais selon les réponses fournies au GRAME à sa demande de renseignements no.2, il semble que le Distributeur ne dispose pas de ces informations ;

122. Considérant que le GRAME n'a pas reçu d'information sur le pourcentage de charge liée tant à l'éclairage domestique qu'industriel, ni sur la quantité de charges électroniques ;

123. Et considérant que ces nouveaux types d'équipements (éclairages, produits électroniques) n'ont pas des réactions semblables aux variations de tension de celles des anciens équipements, on ne peut que s'interroger sur les gains réels en économies d'énergie rapportés par le projet CATVAR ;

124. Dans ses commentaires,, le Distributeur reproche au GRAME une mauvaise compréhension de la manière dont est évalué le CVR en expliquant que « *La méthode a consisté à abaisser la tension au poste Pierre-Boucher un jour sur deux, sur une période de deux ans, puis à comparer des échantillons de journées semblables afin de déterminer l'impact de cette baisse de tension*. » ;

125. Concernant l'impact sous forme d'une évaluation d'un facteur de distorsion des résultats du projet-pilote advenant une modification graduelle ou ponctuelle des types d'ampoules en cours de projet, en réponse à une demande de renseignement du GRAME, le Distributeur juge que cet impact serait trop faible pour pouvoir être décelable , tout en précisant que le temps de remplacement d'une ampoule pourrait être, pour un modèle généralement répandu, de quelques minutes ;

126. Aussi, contrairement à l'affirmation du Distributeur, le GRAME n'a jamais prétendu que « *le marché de l'éclairage se serait transformé de façon radicale au cours du projet-pilote »*, mais plutôt que les résultats escomptés du projet CATVAR, de l'ordre de 2 TW, pourraient être moindres à cause de deux variables, soit la transformation en cours de projet affectant le CVR au poste

Pierre-Boucher et la transformation future du marché des équipements électroniques après le projet ;

127. Même s'il est vrai que les données des journées avec et sans abaissement auraient un impact par un remplacement des ampoules, même si la prise de mesure se fait d'une journée à l'autre, le Distributeur mentionne que « *le temps de remplacement d'une ampoule pourrait être, pour un modèle généralement répandu, de quelques minutes* » ;

128. En conclusion, même si le GRAME n'a pas émis d'hypothèse sur l'ampleur d'une telle transformation en cours de projet, il est d'avis qu'un impact est probable sur les résultats, même si l'ampleur de cet impact pourrait être plus ou moins significative sur l'ensemble du calcul du CVR du poste Pierre-Boucher ;

VIII. Commentaires portant sur l'argumentation finale du Distributeur

129. Dans son argumentation finale, le Distributeur émet certains commentaires concernant la preuve déposée par le GRAME et, référant à sa contre-preuve déposée le 7 avril 2011 (HQD-2, doc.1), il soumet que certaines affirmations de l'expert-conseil du GRAME, soit celles concernant l'impact de l'abaissement de la tension sur les moteurs et les lampes fluo-compactes, sont mal fondées ;

130. **Concernant les charges motrices**, le GRAME soumet à la Régie que ce commentaire du Distributeur fait fi d'une notion physique de base en ingénierie, qui est enseignée à l'Université McGill, Laval, Sherbrooke ainsi qu'à l'école Polytechnique de Montréal par monsieur Michel Perrachon, reconnu expert en exploitation du réseau de transport au présent dossier ;

131. Cette notion veut que tous les moteurs exigeant une puissance mécanique d'une valeur donnée demandent une puissance électrique proportionnelle, selon le rendement du moteur ;

132. Selon l'expert-conseil du GRAME, c'est un fait établi et reconnu que les petits moteurs n'exigeant pas une puissance mécanique à la sortie, par exemple les moteurs de petits ventilateurs, peuvent voir la puissance exigée à l'entrée diminuer lors d'une baisse de tension ;

133. **Concernant les lampes fluo-compactes**, le GRAME réitère qu'en se basant sur les mêmes références que celles invoquées par le Distributeur, soit l'« *Evaluation of Conservation Voltage Reduction (CVR) on a National Level* », on constate qu'une diminution de tension de 10 V sur une lampe à incandescence de 70 W amène une diminution de puissance de 10 W ;

134. Selon la source citée ci-haut, pour une lampe fluo-compacte d'éclairage équivalent de 11 W, le gain maximal ne dépassera pas 1 W ;

135. Le GRAME soumet à la Régie que les affirmations soumises dans sa preuve sont bien fondées et qu'il est donc raisonnable de s'interroger sur l'impact d'une implantation future et massive de nouvelles technologies d'éclairage, en lien avec les économies d'énergie projetées devant découler du projet CATVAR ;

136. Enfin, le Distributeur énonce, dans son argumentation finale datée du 27 avril 2011 (B-0036), que « *les affirmations du GRAME dénotent une mauvaise compréhension de la façon dont a été calculé le CVR au poste Pierre-Boucher* »;

137. Bien qu'un doute persiste sur l'ampleur de l'impact d'une modification de marché en cours de projet, le Distributeur reconnaît qu'il ne faut que quelques minutes à un client résidentiel pour changer une ampoule ;

138. Ainsi, même si la méthode de calcul du CVR permet de conclure que l'impact en cours de projet est probablement de peu d'ampleur sur les résultats du CVR au poste Pierre-Boucher, le GRAME ne base pas principalement son analyse de sensibilité sur la variation en cours de projet, mais plutôt sur une modification du marché futur des équipements des clientèles impliquées ;

139. Le GRAME conclut que le Distributeur n'a pas contredit les éléments déposés par le GRAME qui démontrent qu'une modification future du marché des équipements pourrait avoir un impact sur les économies d'énergies anticipées du projet CATVAR ;

140. Il reste à déterminer l'ampleur de cet impact sur le total de 2 TW prévu pour le projet ;

IX. Conclusions et recommandations du GRAME

141. Le GRAME soumet à la Régie que son évaluation repose sur la preuve que le Distributeur a déposé dans le cadre de la présente demande, ainsi que sur l'expérience en exploitation du réseau de transport de monsieur Michel Perrachon, dont le statut d'expert-conseil a été reconnu par la Régie dans sa décision D-2001-008 ;

1. Autorisation du projet CATVAR

142. Considérant l'impact potentiellement important d'économies d'énergie découlant de l'implantation de systèmes d'éclairage à contrôle électronique, le GRAME recommande à la Régie, conformément au paragraphe 2 de l'article 3 du *Règlement sur la procédure de la Régie de l'énergie,* d'exiger du Distributeur une évaluation de l'impact de ce potentiel d'économies d'énergie, et ce afin de permettre un suivi et une évaluation exacte des économies d'énergie découlant directement du projet CATVAR ;

143. Les articles 18 à 20 du « Guide de dépôt » prévoient que le Distributeur doit fournir les principales normes ou critères techniques utilisés dans les études, justifier le Projet en termes techniques, économiques, réglementaires ou légaux tout en démontrant comment les résultats visés seront atteints et, si applicable, décrire les projets pilotes réalisés ainsi que les résultats ;

144. L'analyse de la demande d'autorisation du Projet CATVAR, en regard des résultats du projet-pilote du Poste Pierre-Boucher qui servent de justificatifs techniques à l'atteinte des objectifs visés de 2 TWh, permet de douter que la démonstration de l'atteinte des résultats visés par le Projet a été effectuée par le Distributeur, tel que requis par les exigences du « Guide de dépôt », de même que par le *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* ;

145. Néanmoins, considérant que le Projet rencontre les critères du Test du coût total en ressources (TCTR) et qu'il générera des économies d'énergie pour le Québec, le GRAME recommande l'autorisation du Projet CATVAR ;

2. Autorisation de la création d'un compte de frais reportés, pour y comptabiliser, à compter de la présente demande, les coûts afférents à la réalisation du Projet en 2010-2011

146. Le GRAME est en faveur de la création d'un compte de frais reportés pour y comptabiliser les coûts afférents à la réalisation du Projet CATVAR et recommande à la Régie de l'autoriser à compter de son approbation de la présente demande.

LE TOUT RESPECTUEUSEMENT SOUMIS.

Le 4 mai 2011

_____

Geneviève Paquet, avocate

Procureure du GRAME

Annexe I Evaluation of Conservation Voltage Reduction (CVR)

Evaluation of Conservation Voltage Reduction (CVR) on a National Level, préparé par Pacific Northwest National Laboratory (KP Schneider FK Tuffner et JC Fuller R Singh) pour le Département de l'énergie des États-Unis, PNNL-19596, juillet 2010, pages 16, 18 et 19

En liasse

2.3.1.1. Incandescent Light Bulb (70W)

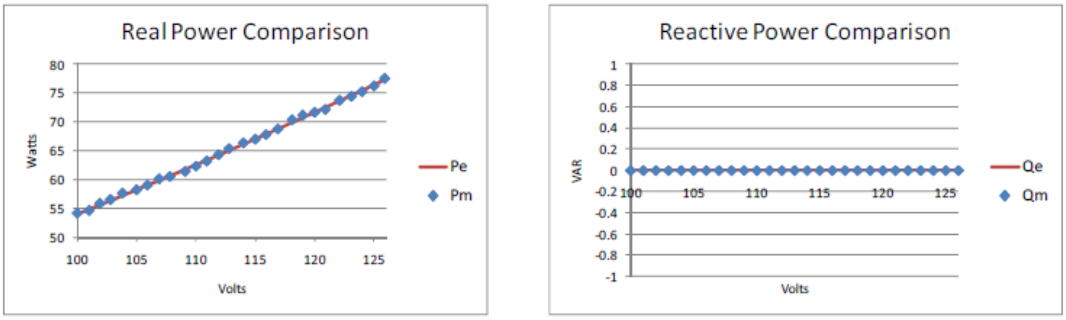

Figure 2.3: Voltage Dependent Energy Consumption of a 70W Incandescent Light Bulb

	ZIP Values					
	Z-%	I-%	P-%	Z-pf	I- pf	P-pf
Incandescent 75W	57.11%	42.57%	0.32%	1.00	-1.00	1.00

2.3.1.2. Magnavox Television (Cathode Ray Tube)

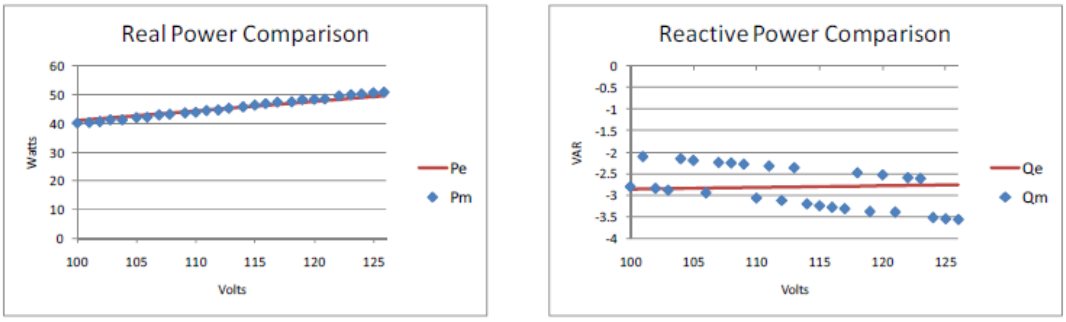

Figure 2.4: Voltage Dependent Energy Consumption of a CRT Television

	ZIP Values					
	Z-%	I-%	P-%	Z-pf	I- pf	P-pf
TV-Magnavox CRT	0.15%	82.66%	17.19%	-0.99	1.00	-0.92

2.3.1.5. Plasma TV – Sony

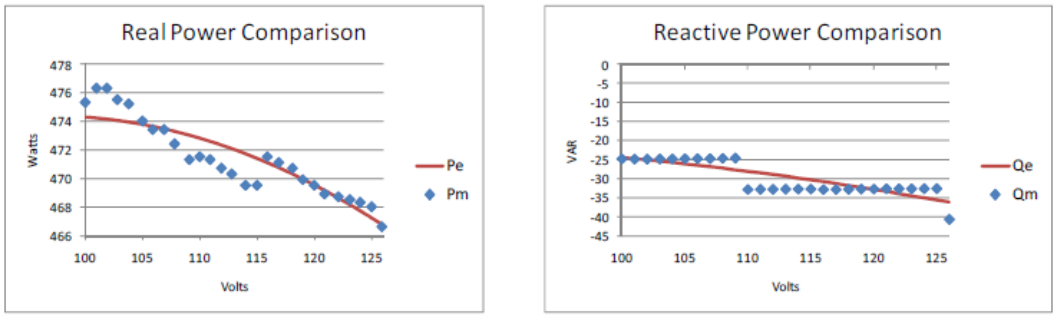

Figure 2.7: Voltage Dependent Energy Consumption of a Sony Plasma

	ZIP Values					
	Z-%	I-%	P-%	Z-pf	I- pf	P-pf
Plasma - Sony	-32.07%	48.36%	83.71%	0.85	0.91	-0.99

2.3.1.6. Liquid Crystal Display (LCD) - Clarity TV

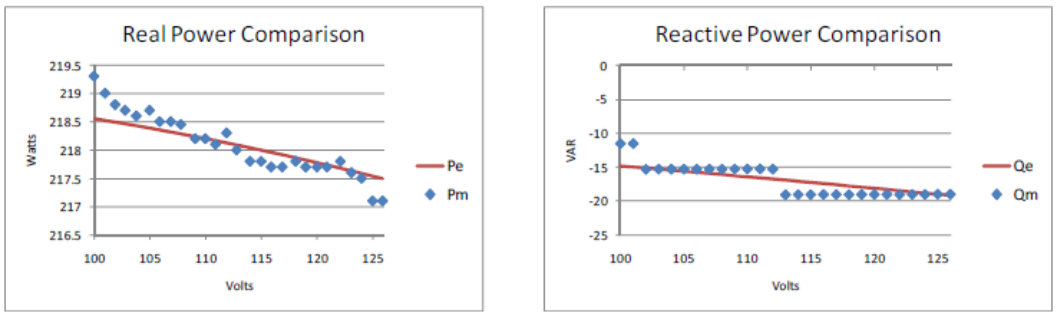

Figure 2.8: Voltage Dependent Energy Consumption of a Clarity LCD

	ZIP Values					
	Z-%	I-%	P-%	Z-pf	I- pf	P-pf
LCD - Clarity	-3.83%	3.96%	99.87%	0.61	-0.54	-1.00

2.3.1.7. Compact Fluorescent Light (CFL) 13W

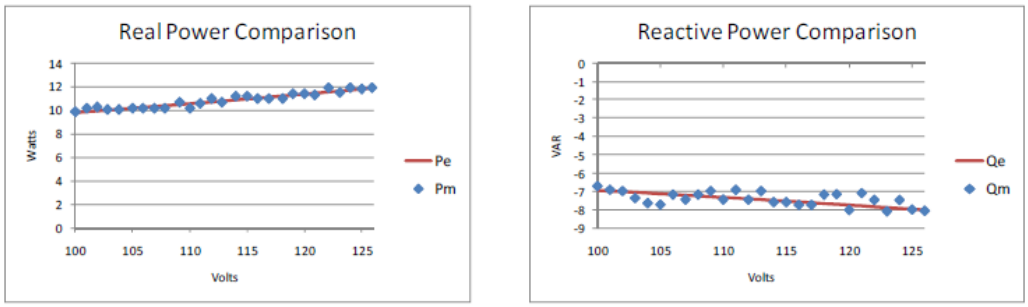

Figure 2.9: Voltage Dependent Energy Consumption of a 13W CFL

	ZIP Values					
	Z-%	I-%	P-%	Z-pf	I- pf	P-pf
CFL-13W	40.85%	0.67%	58.49%	-0.88	0.42	-0.78

2.3.1.8. Compact Fluorescent Light (CFL) 20W

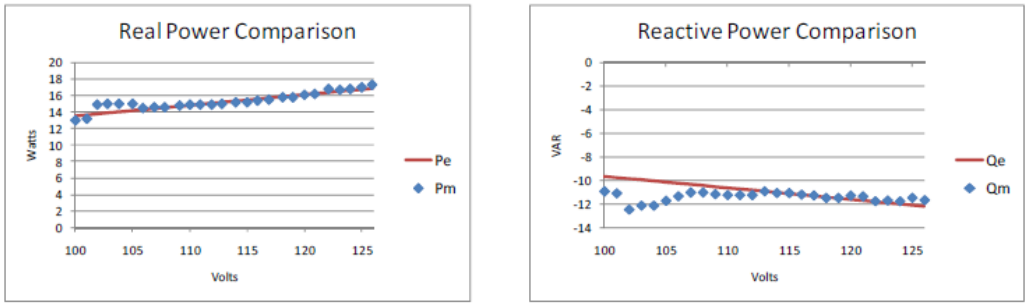

Figure 2.10: Voltage Dependent Energy Consumption of a 20W CFL

	ZIP Values					
	Z-%	I-%	P-%	Z-pf	I- pf	P-pf
CFL-20W	-1.05%	100.00%	1.05%	0.00	-0.81	0.90

Annexe II « How Green are Compact Fluorescent Lamps? »

« How Green are Compact Fluorescent Lamps? »

Par G. Olivier et R. Benhaddadi IEEE Canadian Revue, décembre 2007 (2pages)

En liasse

How Green are Compact Fluorescent Lamps?
Taking a closer look into the subject uncovers potential shortcomings

By Guy Olivier, Rachid Benhaddadi
École Polytechnique de Montréal

Abstract

Are compact fluorescent lamps bright green or greyish green? Although energy savings can be obtained by using them under certain conditions, those savings largely disappear in cold climates. Those lamps also present a number of shortcomings, including their containing mercury – raising the question of their safe disposal, and the undesirable harmonics they feed back to the power grid. Manufacturers and governments are called on to tackle those problems.

Sommaire

Est-ce que les ampoules compactes fluorescentes sont vert brillant ou verdâtres? Quoique des économies d'énergies puissent être atteintes sous certaines conditions, ces économies disparaissent essentiellement en climat froid. Ces lampes présentent aussi nombre de défauts, incluant le fait qu'elle contiennent du mercure – soulevant le problème de leur mise au rebut sécuritaire, et les harmoniques indésirables qu'elles introduisent dans le réseau électrique. Les manufacturiers et gouvernements sont interpellés pour qu'ils s'attaquent à ces problèmes.

1.0 The Case for Energy Savings

The Canadian Prime Minister, the Right Honourable Stephen Harper, has proposed to ban the incandescent bulbs from the Canadian market. This proposition replicates a similar plan announced by Australian government to ban incandescent light bulbs and replace them with more energy efficient fluorescent lamps. The switch from low efficiency incandescent bulbs to higher efficiency compact fluorescents aims to provide a substantial reduction of electric energy consumption and a corresponding reduction of greenhouse gas emissions.

Figure 1: Various designs of compact fluorescents are now available

Compact fluorescents are approximately four times more efficient than the 125 year old bulb. A 23 W compact lamp emits approximately the same amount of light than a 100 W bulb. The standard incandescent bulb has a luminous efficiency of more or less 25 lu/W while recent compact fluorescents reach 100 lu/W. The improvements in efficiency were obtained by reducing the tube diameter and by the use of high frequency (50 kHz +) electronic ballasts. The ballast is located in the base of the lamp and the component count is around 20. The published life expectancy of the fluorescent lamp is usually 5000 hours while the incandescent bulb last around a thousand hours. Table 1 shows a comparison of the light emitted by compact and incandescent bulb for various power ratings. (These figures slightly vary from one lamp manufacturer to another.)

Compact fluorescent	Incandescent bulb	Light
7 W	40 W	400 lu
9 W	60 W	550 lu
11 W	70W	600 lu
13 W	75 W	700 lu
15 W	80 W	850 lu
18 W	95 W	1000 lu
20 W	100 W	1250 lu
24 W	120 W	1400 lu

Table 1: comparison of compact and incandescent bulbs (from lamp manufacturers' commercial data)

There are several ways to estimate the energy economy obtained from replacing incandescent bulbs by compacts lamps. First, we can compare the energy saved by a single 25 W, 5000 hours compact lamp replacing five 100 W, 1000 hours incandescent bulbs. The energy saved is:

$$Q_{saved} = \frac{(100\text{W} - 25\text{W}) * 5000\text{h}}{1000\text{W/kW}} = 375 \text{ kWh}$$

At 8 cents a kilowatt-hour, for example, it represents an economy of $30; this is roughly the saving proposed on lamp packages. The higher lamp cost is rapidly offset by the potential savings.

A second approach will be to estimate the energy that can be saved in Canada each year if we totally ban the incandescent lamps in residential dwellings. Considering that the population of Canada is over 33 millions inhabitants, lets assume for our model the number of households to be around 10 millions. If there are twenty 60W bulbs per household and if these bulbs are "on" for an average of 1.5 hours per day, the energy consumed by these bulbs in Canada is:

$$Q_{year} = 10^6 \cdot 20 \cdot 60\text{W} \cdot 1.5 \text{ h} \cdot 365 \text{ days/year} = 6.6 \text{ TWh}$$

Comparing this last figure to the total annual Canadian electricity production which is 550 TWh (of which Quebec's portion is 225 TWh and Ontario's is 150 TWh), it corresponds to 1.2 % of the total electricity produced. Therefore, replacing all the bulbs could yield a reduction of 1% of our energy consumption and a substantial reduction of green house gas emissions! However…

2.0 A Question of Climate

Are such potential savings realistic? Well, it depends on where we live on planet Earth. The answer is yes for a country like Australia where the weather is mostly warm year-round and expenses for air conditioning far exceed heating expenses, and where the electrical energy is mainly produced from fossil sources. However, the situation is drastically different in Canada.

Canadians live in a much colder climate and use energy for heating quite a bit more than for air conditioning. Moreover, a large fraction of our electric energy is produced by hydraulic dams or nuclear reactors, both of them emitting only minute amounts of greenhouse gases. On top of that, in large areas of the country, we heat our houses with electrical heaters which are not far different from light bulbs – both of them being constructed from simple resistors.

In winter in Canada, turning off a bulb, either incandescent or fluorescent, does not result in any energy saving; the electrical heating system or the oil or gas furnace just increases its output to compensate the energy that was produced by the bulbs. In fact, in several large commercial buildings, the energy lost by lighting systems constitutes one of the main heating sources. In all-electric houses, during all the period when the heating system is "on", replacing the bulbs won't yield any energy saving!

Some savings are expected if only heat pumps, air conditioning equipment or bi-energy heating systems are used. In these cases, total energy savings would be considerably smaller than those previously estimated.

In some cases, replacing the bulbs can even increase the total amount of greenhouse gases emitted. Imagine a house heated by an oil furnace and located in an area where electricity is produced by a nuclear plant. If the incandescent bulbs are replaced by compact fluorescents and, assuming the same data previously used, a decrease in the electricity bill of approximately 250 kWh (20$) can be expected over a six month winter period. However, this energy must now be produced by the oil furnace and will increase the overall CO^2 emissions.

3.0 Electronic Waste and Other Shortcomings

Compact bulbs contain a drop of mercury (less than 5 mg) and should be considered dangerous waste at the end of their useful life. The bulbs sold in Europe bear a pictogram indicating that the lamp should not be through away in the usual garbage bin but must be returned to the store and recycled. This is not yet the case here.

Now, consider the following extracts from the package of a compact bulb sold in Canada and bearing a 2007 copyright mark:

'Do not use bulb where exposed to water or outdoors without an enclosed fixture. This device is not intended for use with emergency exit fixtures or lights and dimming devices. Reliable starting to -15°C. A short-warm-up period is needed to reach full brightness.'

'Although this product complies with Part 18 of FCC Rules, interference to televisions, radios, wireless, telephones, and remote controls is possible. Avoid placement of this product near those devices. If you encounter interference, use product away from the device or plug either in a different outlet...'

The bulbs actually found in the market are plagued with several shortcomings.

- They are not suitable for use in the Canadian cold.
- They should not be used in a totally enclosed recessed fixture.
- The lamps cannot be connected to standard dimmers.
- There is a short delay between the turn on moment and full intensity operation.
- The intensity of the output light gradually decreases with aging.
- There are concerns about their real lifetime and about some catastrophic failure modes.
- The electronic ballast can cause electrical interferences.
- Those bulbs are a severe source of harmonics. In fact, per watt consumed, they inject in the distribution system more harmonics than the other usual electronic loads.

4.0 Harmonics

The last point is one of the less known drawbacks of this type of lamps, and some explanations are needed. Figure 2 shows the instantaneous current drawn from a 120 V outlet for a 23 W, 120 V, 60 Hz compact lamp. The rms value of this current is 360 mA. Note that a standard 23 W resistor will draw a current of only 192 mA at 120V.

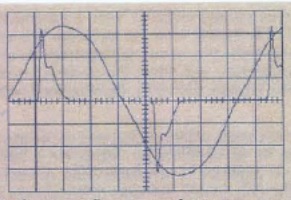

Figure 2: Compact fluorescent instantaneous voltage and current (50 V/div, 2 A/div, 2 ms/div)

The electrical characteristics of both bulb types are given in Table 2. The harmonics spectrum of the compact lamp current appears on Figure 3; it is worse than the current of non compensated switching power supplies.

Low cost solutions are available in order to transform these distorted current into almost pure sine waves. The lamp manufacturers do not incorporate them into their designs because the existing standards do not force them to do so.These compensation techniques have been applied to switching power supplies for computer and other electronic equipment and to electronic ballasts for standard fluorescent tubes. The effects of harmonics in distribution systems are well known: Poor power factor, additional losses, neutral currents, voltage distortion, life reduction of various apparatus such as power factor correction capacitors and electronic equipment, and interference; see IEEE Std 519. The potential proliferation of hundreds of millions of dispersed harmonics sources is definitely not good news.

	23W compact fluorescent	Standard 60 W bulb
Voltage	120 V	120 V
Current	360 mA (rms)	0.50 A
Harmonic current	300 mA (rms)	0
Fundamental current	213 mA (rms)	0.50 A
Apparent Power	41.5 VA	60 VA
Real Power	22.5 W	60 W
Reactive power	- 11.6 var	0
Power factor	0.48	1.0
Displacement power factor	0.88 (capacitive)	1.0
Distortion factor	0.54	1.0
Total harmonic distortion (Thd)	140%	0

Table 2: Electrical characteristics of compact and incandescent bulbs

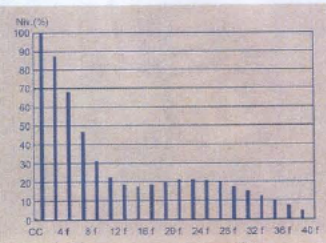

Figure 3: Harmonic spectrum of the current of a 23 W compact lamp

5.0 Conclusion and Recommendation

Manufacturers will certainly be able to address and correct some of the problems listed here. However, for the moment and considering these factors, we can hardly consider compact fluorescent bulbs green. Let us remember that the good old-fashioned, 125-year-old, incandescent bulb does not exhibit any of the problems mentioned in this article.

Before incandescent bulbs get banned, manufacturers should be made to significantly improve alternative products. Regulatory agencies should develop and enforce more stringent standards addressing safety and harmonics proliferation concerns and, finally, governments, both federal and provincial, should ensure that effective recycling networks are developed and that appropriate incentives are in place.

Unfortunately, even if all the preceding recommendations are applied, the benefits in terms of electricity production and greenhouse gas reduction in Canada will be far less than first expected.

About the Authors

Guy Olivier received the B.Sc.A and M.SC.A degrees in electrical engineering from Ecole Polytechnique de Montréal in 1975 and 1977, respectively, and the Ph.D. in power electronics from Concordia University in 1982. In 1981, he joined the department of electrical engineering of École Polytechnique where he is currently a Professor. His research interests include transformer, power quality and energy issues. He co-authored three books and is fellow of EIC, senior member of IEEE and professional engineer in the province of Quebec

Rachid Benhaddadi received the Ph.D. degree in electrical engineering from Kiev Polytechnical Institute (former Soviet Union) in 1986. From 1987 to 1989 he was professor with Ecole Militaire Polytechnique (Algeria). From 1989 to 1997, he has been with the department of electrical engineering University of Sciences and Technology of Bab-Ezzouar (Algeria). Since 1997, he is with the department of electrical engineering, Ecole Polytechnique de Montreal (Canada). His field of interests includes electrical drives, energy and environmental issues.

Annexe II **En liasse**

Annexe III : « Programme Éclairage - Évaluation 2008-2009 »

Programme Éclairage - Évaluation 2008-2009, daté du 2011-03-3, portant le titre “Plan d'action faisant suite à un rapport d'évaluation”, page 2 « http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/Suivis/Suivi-R-3644-2007-ProcedurePGEE/HQD_PlanActionEclairage2008-2009_13avril2011.pdf »

En liasse

Programme Éclairage - Évaluation 2008-2009

PLAN D'ACTION
2011-03-31

No	RECOMMANDATIONS	ACTIONS	ÉCHÉANCIER	STATUT
3	**Inclure l'analyse du bénévolat des luminaires ENERGY STAR aux prochaines évaluations** Pour la présente évaluation, le taux de bénévolat associé aux luminaires ENERGY STAR n'a pas été estimé puisqu'un élément essentiel manquait à l'analyse, soit la taille du marché des luminaires ENERGY STAR au Québec en 2008 et en 2009. En raison de la part grandissante de ce produit dans le programme, il est recommandé d'inclure l'analyse du bénévolat des luminaires ENERGY STAR dans les prochaines évaluations. Pour ce faire, il sera nécessaire d'obtenir une bonne estimation de la taille du marché des luminaires ENERGY STAR et de l'attribution associée au programme d'Hydro-Québec. Les volumes de ventes et les parts de marché des luminaires ENERGY STAR seront des données encore plus difficiles à obtenir de la part des fabricants et des détaillants, le marché des luminaires ENERGY STAR étant beaucoup plus petit que celui des LFC. Cette petite taille de marché complique aussi la quantification de l'attribution des ventes de luminaires ENERGY STAR au programme d'Hydro-Québec par les acteurs du marché. Toutefois, en améliorant la méthodologie d'obtention des données avec l'ajout d'une approche Delphi, il devrait être possible d'obtenir une estimation raisonnable de la taille du marché des luminaires ENERGY STAR et une quantification de l'attribution au programme, le tout permettant alors l'évaluation du taux de bénévolat associé à ce produit.	L'opportunité d'inclure l'analyse du bénévolat des luminaires ENERGY STAR aux prochaines évaluations est tributaire de la possibilité d'appliquer l'approche Delphi aux activités d'évaluation 2010 (voir la recommandation n° 2).	Décembre 2011	**Évaluation de la faisabilité**

Source : Rapport d'évaluation, Programme Mieux Consommer - Éclairage résidentiel, période évaluée 2008 et 2009, mars 2011

Légende - Statut des recommandations

- Action intégrée en continu
- Action complétée
- Action en cours
- Évaluation de la faisabilité
- Recommandation non retenue

Annexe II **En liasse**