ENERGY STAR
Portfolio Manager

Référence technique

Cote ENERGY STAR pour les hôpitaux au Canada

APERÇU

La cote ENERGY STAR pour les hôpitaux au Canada s'applique aux centres hospitaliers en général, y compris les hôpitaux d'accès critique et les hôpitaux pour enfants. L'objectif de la cote ENERGY STAR est d'offrir une évaluation équitable du rendement énergétique d'une propriété, par rapport à des propriétés semblables, en tenant compte du climat, des conditions météorologiques et de l'activité commerciale de la propriété. On effectue l'analyse statistique d'un groupe de bâtiments semblables afin de définir et de normaliser les aspects des activités d'un bâtiment qui contribuent de façon notable à sa consommation d'énergie. Grâce à cette analyse, il est possible d'obtenir une équation qui permet d'établir la consommation d'énergie prévue d'une propriété en fonction de ses activités commerciales. La consommation d'énergie prévue pour un bâtiment est ensuite comparée à sa consommation d'énergie réelle pour obtenir le rang centile, sur une échelle de 1 à 100, de son rendement énergétique par rapport au parc immobilier national.

- **Types de propriétés.** La cote ENERGY STAR pour les hôpitaux au Canada s'applique aux hôpitaux en général, y compris les hôpitaux d'accès critique et les hôpitaux pour enfants. La cote ENERGY STAR s'applique à un hôpital complet, qu'il s'agisse d'un bâtiment unique ou d'un complexe de bâtiments. Un bâtiment individuel qui fait partie d'un complexe hospitalier plus grand ne peut pas obtenir de cote individuelle.
- **Données de référence.** L'analyse pour les hôpitaux au Canada repose sur les données de l'Enquête sur l'utilisation commerciale et institutionnelle d'énergie (EUCIE) réalisée par Statistique Canada pour le compte de Ressources naturelles Canada (RNCan), et représente l'année de consommation 2009.
- **Ajustements pour les conditions météorologiques et les activités commerciales.** L'analyse comprend des ajustements pour :
    - la taille du bâtiment;
    - la capacité de lits d'hôpital autorisés;
    - le nombre de travailleurs sur le quart de travail principal;
    - la présence d'une buanderie;
    - les conditions météorologiques et le climat (en utilisant les degrés-jours de chauffage et de refroidissement obtenus en fonction du code postal);
    - le pourcentage du bâtiment/complexe qui est chauffé et refroidi.
- **Date de publication.** Il s'agit de la première publication de la cote ENERGY STAR pour les hôpitaux au Canada.

ENERGY STAR
Portfolio Manager Référence technique

Ce document présente des renseignements détaillés sur la conception de la cote ENERGY STAR de 1 à 100 pour les hôpitaux. Pour plus d'information au sujet de l'approche générale pour concevoir la cote ENERGY STAR, consultez notre document de référence technique sur la cote ENERGY STAR à https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf. Les prochaines sections du présent document fournissent des précisions sur la conception de la cote ENERGY STAR pour les hôpitaux.

APERÇU....1
DONNÉES DE RÉFÉRENCE ET FILTRES....2
VARIABLES ANALYSÉES....4
RÉSULTATS DE L'ÉQUATION DE RÉGRESSION....7
TABLEAU DE RÉFÉRENCE DE LA COTE ENERGY STAR....9
EXEMPLE DE CALCUL....11

DONNÉES DE RÉFÉRENCE ET FILTRES

La cote ENERGY STAR pour les hôpitaux au Canada s'applique aux installations qui fournissent des services de soins actifs visant à traiter les patients sur de courtes périodes (moins de 25 jours en moyenne) pour des troubles médicaux graves, mais brefs, y compris les soins médicaux d'urgence, les services d'un médecin, les soins diagnostiques, les soins ambulatoires et les soins chirurgicaux. Elle ne s'applique pas aux hôpitaux de soins en consultation externe, aux cliniques de physiothérapie ou de soins d'urgence, aux établissements de soins infirmiers ou de soins pour bénéficiaires internes, aux cabinets de médecins ou aux cliniques ou hôpitaux vétérinaires. Les données de référence utilisées pour établir le parc de bâtiments semblables reposent sur les données provenant de l'Enquête sur l'utilisation commerciale et institutionnelle d'énergie (EUCIE). Cette enquête a été réalisée par Statistique Canada pour le compte de Ressources naturelles Canada à la fin de 2010 et au début de 2011. Les données de consommation pour l'enquête proviennent de l'année civile 2009. Le fichier de données brutes recueillies pour cette enquête n'est pas accessible au public, mais un rapport fournissant un sommaire des résultats est accessible sur le site Web de Ressources naturelles Canada à l'adresse http://oee.nrcan.gc.ca/publications/statistiques/scieu09/scieu_f.pdf.

Pour analyser l'énergie d'un bâtiment et ses caractéristiques d'exploitation à l'aide des données de l'enquête, on applique quatre types de filtres en vue de définir le groupe de bâtiments semblables aux fins de comparaison et de contourner les limites techniques des données. Ces filtres sont : type de bâtiment, programme, restrictions de données et analytiques. Une description complète de chacun de ces filtres est présentée dans notre document de référence technique sur la cote ENERGY STAR à https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf. La ***figure 1*** présente un résumé de chaque filtre appliqué pour la conception de la cote ENERGY STAR pour les hôpitaux ainsi que le bien-fondé de chaque filtre. Une fois tous les filtres appliqués, on a dénombré 150 cas dans l'ensemble des données restantes. En raison de la confidentialité des données de l'enquête, nous ne sommes pas en mesure de publier le nombre d'observations à l'application de chacun des filtres.

Figure 1 – Sommaire des filtres pour la cote ENERGY STAR pour les hôpitaux

Conditions d'inclusion d'une observation dans l'analyse	Justification
Définie en tant que catégorie 7 dans l'enquête EUCIE – Bâtiment d'hôpital	L'enquête EUCIE portait sur le secteur commercial et institutionnel et comprenait des bâtiments de tous genres. Pour ce modèle, seuls les cas identifiés comme étant principalement des hôpitaux sont utilisés.
Au moins 70 % du bâtiment doit être un hôpital	Filtre type de bâtiment – Définition d'un hôpital
Doit avoir des données sur la consommation d'électricité	Filtre programme – L'exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un hôpital opérationnel est qu'il doit consommer de l'électricité. L'électricité peut être achetée en réseau ou être produite au site.
Doit avoir une superficie d'au moins 100 m^2	Filtre programme – Puisque les hôpitaux qui ont une superficie de moins de 100 m^2 sont rares, RNCan a décidé d'utiliser ce seuil comme critère du programme.
Au moins 75 % de la superficie doit être chauffée	Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un hôpital opérationnel.
Doit être exploité au moins 30 heures par semaine	Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un hôpital à temps plein.
Doit y avoir au moins 1 travailleur	Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un hôpital opérationnel. Il doit être occupé.
Doit y avoir au moins 1 ordinateur	Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un hôpital opérationnel. Il doit y avoir au moins 1 ordinateur.
Doit être exploité 12 mois par année	Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un hôpital à temps plein.
Doit y avoir au moins 1 lit d'hôpital	Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un hôpital opérationnel. Il doit pouvoir accueillir des patients.
Ne doit pas utiliser de combustibles « autre » dont la consommation n'est pas reportée	Filtre restrictions des données – Aucune donnée recueillie sur ce type de consommation. L'enquête demandait si le bâtiment utilisait une autre forme d'énergie supplémentaire qui n'aurait pas été déclarée. Dans l'affirmative, ces cas étaient alors retirés de l'analyse.
Doit avoir été construit en 2008 ou avant	Filtre restrictions des données – L'enquête indiquait la consommation d'énergie pour l'année civile 2009. Par conséquent, si le bâtiment a été construit en 2009, il serait impossible d'obtenir une année complète de données sur la consommation.
Doit avoir une intensité énergétique à la source supérieure à 0,5 GJ/m^2 et inférieure à 7 GJ/m^2	Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes en se basant sur l'analyse des données. Celles-ci sont généralement des valeurs qui sont clairement en marge des paramètres d'exploitation normaux pour un bâtiment de ce type.
Doit avoir une densité d'occupation (travailleurs par 100 m^2) supérieure ou égale à 0,25 et inférieure ou égale à 5	Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes en se basant sur l'analyse des données. Celles-ci sont généralement des valeurs qui sont clairement en marge des paramètres d'exploitation normaux pour un bâtiment de ce type.
Doit avoir une densité de lits d'hôpital (nombre de lits par 100 m^2) inférieure ou égale à 2,5	Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes en se basant sur l'analyse des données. Celles-ci sont généralement des valeurs qui sont clairement en marge des paramètres d'exploitation normaux pour un bâtiment de ce type.
Doit afficher un rapport travailleurs-lits d'hôpital (nombre de travailleurs par lit) inférieur ou égal à 15	Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes en se basant sur l'analyse des données. Celles-ci sont généralement des valeurs qui sont clairement en marge des paramètres d'exploitation normaux pour un bâtiment de ce type.

Parmi les filtres appliqués aux données de référence, certains entraînent des contraintes pour le calcul de la cote dans Portfolio Manager, et d'autres non. Les filtres de type de bâtiment et de programme sont utilisés pour limiter les données de référence afin d'inclure uniquement les propriétés qui sont admissibles à recevoir une cote dans Portfolio Manager. Ces filtres sont donc liés aux conditions d'admissibilité. Par contre, les filtres de restrictions des données tiennent compte des limites dans les données disponibles, mais ne s'appliquent pas dans Portfolio Manager. Pour leur part, les filtres analytiques servent à éliminer les données aberrantes ou différents sous-ensembles de données. Ces filtres peuvent avoir ou non des répercussions sur l'admissibilité. Dans certains cas, un sous-ensemble de données aura un comportement différent du reste des propriétés (p. ex., les bâtiments de bureaux de moins de 465 m^2 ne se comportent pas de la même façon que les bâtiments plus grands), et on utilisera un filtre analytique pour déterminer l'admissibilité dans Portfolio Manager. Dans d'autres cas, les filtres analytiques excluent un petit nombre de valeurs aberrantes comportant des valeurs extrêmes qui biaisent l'analyse, mais qui n'ont pas de répercussions sur les critères d'admissibilité. Pour obtenir une description complète des critères à respecter afin d'obtenir une cote dans Portfolio Manager, consultez www.energystar.gov/EligibilityCriteria (disponible en anglais seulement).

Une autre considération reliée aux filtres et aux critères d'admissibilité décrits ci-dessus est de savoir comment Portfolio Manager traite les propriétés qui sont situées dans un complexe. L'unité principale pour effectuer l'analyse comparative dans Portfolio Manager est la propriété. Ce terme peut désigner un bâtiment unique ou un complexe de bâtiments. L'applicabilité de la cote ENERGY STAR dépend du type de propriété. La cote ENERGY STAR s'applique à un hôpital complet, qu'il s'agisse d'un bâtiment unique ou d'un complexe de bâtiments. Les hôpitaux peuvent être constitués de plusieurs bâtiments qui sont tous inhérents à l'activité principale. Un bâtiment pourrait être un centre de traitement du cancer, un autre, un centre de premiers soins. Les hôpitaux ont tendance à être répartis dans plusieurs bâtiments pour bon nombre de raisons, par exemple, la prévention des maladies. Dans un tel cas, il est possible d'obtenir une cote ENERGY STAR pour le complexe en entier tant que la consommation d'énergie est mesurée et déclarée pour tous les bâtiments du complexe. Dans les cas où toutes les activités sont contenues à l'intérieur d'un même bâtiment, l'hôpital peut obtenir une cote ENERGY STAR pour ce bâtiment uniquement.

VARIABLES ANALYSÉES

Afin de normaliser en fonction des différences en matière d'activité commerciale, nous avons effectué une analyse statistique pour déterminer les aspects de l'activité d'un bâtiment qui sont statistiquement significatifs sur le plan de la consommation énergétique. L'ensemble des données de référence filtrées, décrit à la section précédente, a été analysé au moyen d'une régression des moindres carrés pondérés, qui évaluait la consommation d'énergie par rapport à l'activité commerciale (p. ex., nombre de lits, nombre de travailleurs et climat). Cette régression linéaire fournit une équation qui sert à calculer la consommation d'énergie (aussi appelée variable dépendante) en fonction d'une série de caractéristiques qui décrivent l'activité commerciale (aussi appelées variables indépendantes). Cette section décrit les variables utilisées dans l'analyse statistique pour les hôpitaux.

Variable dépendante

La variable dépendante est l'élément que nous tentons de prédire au moyen de l'équation de régression. Pour l'analyse des hôpitaux, la variable dépendante est la consommation d'énergie exprimée en intensité énergétique à la source (IE à la source). L'IE à la source correspond à la consommation d'énergie totale à la source pour la propriété, divisée par la superficie brute, en incluant tous les bâtiments. L'équation de régression analyse les principaux éléments qui influent sur l'IE à la source – les facteurs qui expliquent la variation de la consommation d'énergie à la source par mètre carré dans les hôpitaux. L'unité de mesure de l'IE à la source dans le modèle canadien est le gigajoule par mètre carré (GJ/m^2)

Variables indépendantes

Les données de l'EUCIE contiennent de nombreux éléments liés à l'exploitation du bâtiment que RNCan a identifiés comme potentiellement importants pour les hôpitaux. En se basant sur un examen des variables disponibles dans les données de l'EUCIE, selon les critères d'inclusion,[1] RNCan a d'abord analysé les variables suivantes dans l'analyse de régression :

- Superficie brute du bâtiment (m^2)
- Degrés-jours de chauffage (DJC)
- Degrés-jours de refroidissement (DJR)
- Température extérieure moyenne (°C)
- Pourcentage de la superficie chauffée
- Pourcentage de la superficie refroidie
- Présence d'une aire de préparation d'aliments commerciale (o/n)
- Superficie dédiée à une cuisine commerciale
- Présence d'une piscine intérieure (o/n)
- Nombre d'étages
- Nombre d'ascenseurs
- Nombre d'escaliers mécaniques
- Nombre d'heures d'exploitation par semaine
- Nombre de mois d'exploitation en 2009
- Nombre de travailleurs sur le quart de travail principal
- Nombre d'ordinateurs et de serveurs
- Nombre de machines distributrices
- Superficie utilisée comme stationnement intérieur
- Superficie utilisée comme stationnement intérieur chauffé
- Présence d'un stationnement extérieur connexe (o/n)
- Nombre représentant la capacité de lits d'hôpital
- Nombre de dispositifs de diagnostic médical, y compris les appareils IRM, *voir la remarque ci-dessous.
- Présence d'une buanderie (o/n)
- Présence d'un centre de traumatologie (o/n)

RNCan et l'EPA ont effectué un examen approfondi de l'ensemble de ces caractéristiques opérationnelles. En plus d'examiner individuellement chaque caractéristique, ils les ont aussi examinées en combinaison les unes avec les autres (p. ex., les degrés-jours de chauffage multipliés par le pourcentage de la superficie chauffée). Dans le cadre de l'analyse, certaines variables ont été reformulées afin de refléter les relations physiques des différents éléments du bâtiment. Par exemple, le nombre de travailleurs sur le quart principal peut être évalué sous forme de densité. Le nombre de travailleurs *par mètre carré* (et non le nombre brut de travailleurs) devrait correspondre avec la consommation d'énergie par mètre carré. De plus, en fonction des résultats d'analyse et des graphiques des résidus, les variables ont été examinées en utilisant différentes transformations (comme le logarithme naturel, dont l'abréviation est Ln). L'analyse est constituée de plusieurs formulations de régression. Ces analyses sont structurées

[1] Une explication complète de ces critères se trouve dans le document de référence technique pour la cote ENERGY STAR à https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf.

de façon à trouver la combinaison de caractéristiques d'exploitation statistiquement significatives qui expliquent la plus grande part de la variance de la variable dépendante : l'IE à la source.

L'équation de régression finale comprend les variables suivantes :

- Nombre de travailleurs par 100 m^2 sur le quart de travail principal
- Superficie du bâtiment
- Nombre de travailleurs par lit d'hôpital sur le quart de travail principal
- Présence d'une buanderie
- Pourcentage du bâtiment qui est chauffé multiplié par les degrés-jours de chauffage (%chauffé x DJC)
- Pourcentage du bâtiment qui est refroidi multiplié par le logarithme naturel de degrés-jours de refroidissement plus 50 (%refroidi x LN(DJR+50))

Ces variables sont utilisées ensemble pour calculer l'IE à la source prévue pour les hôpitaux. L'IE à la source prévue est l'IE moyenne pour un groupe hypothétique de bâtiments qui partagent les mêmes valeurs pour chacune de ces caractéristiques. Autrement dit, l'énergie moyenne pour les bâtiments qui fonctionnent comme votre bâtiment.

Appareils d'imagerie et centres de traumatologie

L'analyse des appareils d'imagerie par résonance magnétique (IRM) a posé un défi durant l'élaboration du modèle à cause de la façon dont la question dans l'enquête avait été formulée. La question demandait combien il y avait d'appareils de diagnostic médical sans toutefois restreindre ce nombre uniquement aux appareils IRM. L'analyse a montré que certains répondants s'étaient limités aux appareils IRM, alors que d'autres avaient inclus des appareils non IRM. RNCan a analysé les données et a retiré les cas qui affichaient des valeurs clairement aberrantes, probablement attribuables à la situation mentionnée ci-dessus. Toutefois, même après avoir retiré ces cas, on a constaté que la corrélation entre la variable d'IRM et l'IE à la source n'était toujours pas très significative statistiquement.

Pour approfondir l'analyse, RNCan a effectué d'autres tests avec des données réelles de Portfolio Manager, qui demandaient uniquement le nombre d'appareils IRM. Nous avons observé le nombre d'appareils IRM dans les cas observés et calculé la densité des appareils IRM (#de IRM/100m^2). Dans les données de Portfolio Manager et les données de l'enquête, les hôpitaux équipés d'appareils IRM n'ont pas affiché une IE à la source supérieure ni obtenu une différente cote de rendement calculée. Par conséquent, la variable pour le nombre d'appareils IRM n'est pas incluse dans le modèle.

Une analyse a également été réalisée pour établir si la présence d'un centre de traumatologie influait sur la consommation énergétique. Les résultats de l'analyse n'ont pas révélé de corrélation marquée entre l'IE à la source et la présence d'un centre de traumatologie dans l'hôpital. Par conséquent, une variable pour désigner la présence d'un centre de traumatologie n'a pas été incluse dans le modèle final.

Climat (DJC et DJR)

L'analyse visait à observer les degrés-jours de chauffage (DJC), les degrés-jours de refroidissement (DJR) et la température extérieure moyenne. L'analyse a révélé une corrélation importante entre l'intensité énergétique du bâtiment et la variable du pourcentage de la superficie chauffée multiplié par les DJC. Cette variable est incluse dans le modèle.

En ce qui a trait aux variables DJR, une analyse poussée a démontré que la variable DJR qui ressortait constamment de façon significative était le pourcentage de la superficie refroidie multiplié par le logarithme naturel de (DJR+50). On a jugé nécessaire d'ajouter 50 à la valeur DJR pour évaluer correctement les hôpitaux climatisés, mais situés dans des climats à DJR inférieurs. Nous sommes partis de l'hypothèse que, bien que la relation suive un patron logarithmique en général, elle ne s'étend pas à une limite d'infini négatif à zéro DJR, puisque certains hôpitaux ont quand même besoin d'être climatisés dans des situations où il n'y a pas de DJR à la température de référence de 18 °C. Par conséquent, le fait d'ajouter « 50 » aux degrés-jours modifie l'ajustement vers le haut de façon à mieux respecter la courbe des données.

Les données météorologiques pour le modèle canadien proviennent du National Climatic Data Center des États-Unis. L'EPA utilise les mêmes sources pour les bâtiments aux États-Unis. Les données météorologiques de Portfolio Manager proviennent également de cette source.

Superficie brute

Plusieurs variables liées à la taille du bâtiment ont été retenues pour l'analyse. Ces variables comprennent la superficie et le logarithme naturel de la superficie. La superficie est ressortie de façon constante comme une variable significative, et, prise en compte séparément, elle était toujours significative. On a toutefois remarqué que les bâtiments plus gros ne se comportaient pas comme les plus petits. Après avoir évalué différents seuils, on a établi que les patrons d'IE à la source ne présentaient plus aucun changement quand la superficie du bâtiment dépassait 100 000 m^2. Par conséquent, la valeur de l'ajustement maximal pour la superficie du bâtiment est 100 000 m^2. Les bâtiments dont la superficie dépasse ce seuil auront le même ajustement que ceux qui ont une superficie de 100 000 m^2.

Vérification

Enfin, RNCan a mis à l'essai l'équation de régression en utilisant des hôpitaux réels qui se trouvent déjà dans Portfolio Manager. Cela a permis d'obtenir un autre ensemble de bâtiments à examiner, en plus des données de l'enquête EUCIE, pour connaître les cotes ENERGY STAR moyennes et les distributions ainsi que pour évaluer les répercussions et les ajustements. Parce que les données dans Portfolio Manager n'incluaient pas certaines des nouvelles variables requises pour la cote canadienne, on a utilisé des valeurs par défaut pour ces variables. Cette analyse a, quand même, fourni un deuxième niveau de vérification pour s'assurer que les cotes étaient bien réparties.

Il est important de rappeler que l'équation de régression finale repose sur les données de référence représentatives à l'échelle nationale, et non sur les données qui se trouvent déjà dans Portfolio Manager.

RÉSULTATS DE L'ÉQUATION DE RÉGRESSION

La régression finale est une régression des moindres carrés pondérés sur l'ensemble de données filtrées des 150 observations. La variable dépendante est l'IE à la source. Chaque variable indépendante est centrée par rapport à la valeur moyenne, présentée à la ***figure 2***. L'équation finale est présentée à la ***figure 3***. Toutes les variables dans l'équation de régression sont significatives à un degré de confiance de 95 % ou plus, comme le témoigne leur niveau de signification respectif.

L'équation de régression a une valeur de coefficient de détermination (R^2) de 0,351, ce qui indique que cette équation explique 35,1 % de la variance dans l'IE à la source pour les hôpitaux. Puisque l'équation finale est structurée de façon telle que l'énergie par unité de superficie constitue la variable dépendante, le pouvoir explicatif

de la superficie n'est pas inclus dans la valeur R^2 et, par conséquent, cette valeur paraît artificiellement basse. En recalculant la valeur R^2 dans les unités d'énergie à la source,[2] on observe que l'équation explique en fait 87,4 % de la variation de l'énergie à la source totale des hôpitaux. Il s'agit d'un excellent résultat pour un modèle d'énergie fondé sur des statistiques.

L'information détaillée sur la méthode de régression des moindres carrés est présentée dans le document de référence technique pour la cote ENERGY STAR à https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf.

Figure 2 – Statistiques descriptives des variables de l'équation de régression finale

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum
Énergie à la source par mètre carré (GJ/m²)	3,322	1,170	6,279
Nombre de travailleurs par 100 m² pendant le quart de travail principal	1,417	0,2782	3,824
Nombre de travailleurs par lit d'hôpital	2,726	0,2000	12,38
Présence d'une buanderie (o/n)	S.O.	0,000	1,000
Superficie du bâtiment	19 004	1 073	194 623
Pourcentage de la superficie chauffé multiplié par les degrés-jours de chauffage	4 787	2 608	7 323
Pourcentage de la superficie refroidi multiplié par le logarithme naturel de degrés-jours de refroidissement plus +50 (%refroidi x LN(DJR+50))	4,03	0,000	6,109

[2] La valeur R^2 de l'énergie à la source est calculée comme suit : 1 – (variation résiduelle de Y) / (variation totale de Y). La variation résiduelle est la somme de (énergie à la source réelle$_i$ – énergie à la source prévue$_i$)^2 pour toutes les observations. La variation totale de Y est la somme de (énergie à la source réelle$_i$ – énergie à la source moyenne)^2 pour toutes les observations.

Figure 3 – Résultats de l'équation de régression finale

Sommaire				
Variable dépendante		Intensité énergétique à la source (GJ/m^2)		
Nombre d'observations dans l'analyse		150		
Valeur R^2		0,3513		
Statistique F		12,91		
Signification (seuil-p)		0,0000		
	Coefficients non normalisés	**Erreur type**	**Valeur T**	**Signification (seuil-p)**
Constante	2,984	0,1622	18,40	< 0,0001
C_Nombre de travailleurs par 100 m^2 pendant le quart de travail principal	0,6092	0,12696	4,800	< 0,0001
C_Nombre de travailleurs par lit d'hôpital	-0,0984	0,04408	-2,232	0,0272
C_Présence d'une buanderie	0,4596	0,1924	2,388	0,0182
C_Superficie du bâtiment	0,0000093598	0,0000034	2,755	0,0066
C_Pourcentage du bâtiment chauffé multiplié par les degrés-jours de chauffage	0,00047986	0,00008009	5,992	< 0,0001
C_Pourcentage du bâtiment refroidi multiplié par le logarithme naturel des degrés-jours de refroidissement+50	0,2775	0,06298	4,406	< 0,0001

- *Remarques :*
- *La régression est une régression des moindres carrés pondérés, pondérée par la variable « WTBS » de l'EUCIE.*
- *Le préfixe C_ pour chaque variable indique qu'elle est centrée. La variable centrée est égale à la différence entre la valeur réelle et la moyenne observée. Les valeurs moyennes observées sont présentées à la figure 2.*
- *Le nombre d'heures d'exploitation par semaine correspond aux heures de travail pendant le quart principal seulement.*
- *La variable Superficie est limitée à une valeur maximale de 100 000 m^2 pour calculer l'IE prévue.*
- *Les DJC et les DJR proviennent du National Climatic Data Center des États-Unis.*

TABLEAU DE RÉFÉRENCE DE LA COTE ENERGY STAR

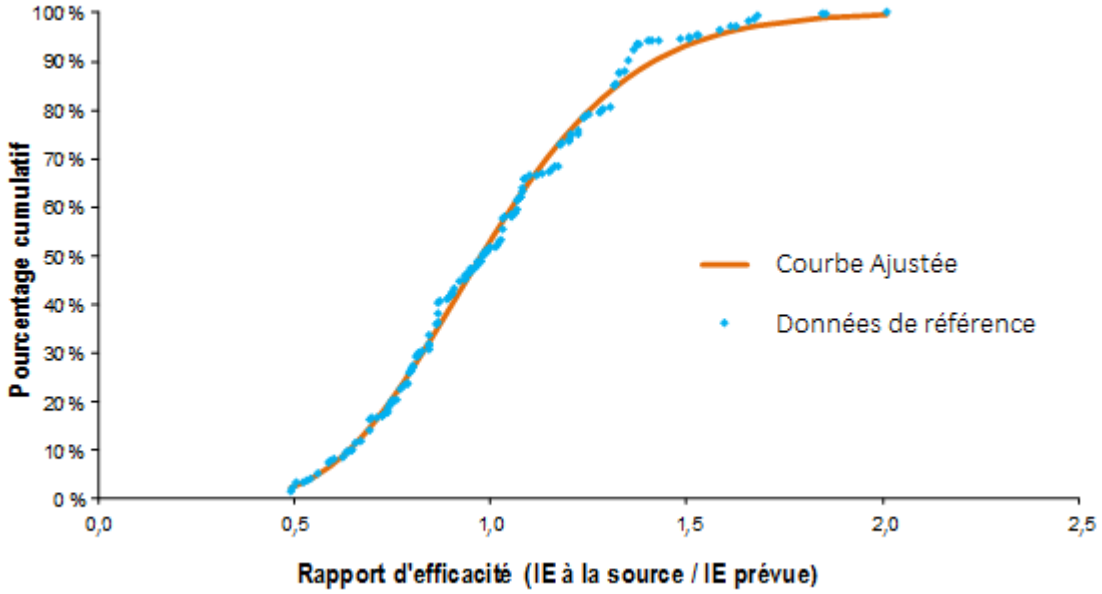
L'équation de régression finale (présentée à la ***figure 3***) prédit l'IE à la source en fonction des caractéristiques d'exploitation d'un bâtiment. Certains bâtiments inclus dans les données de référence de l'EUCIE consomment plus d'énergie que la quantité prévue dans l'équation de régression, tandis que d'autres en consomment moins. Pour calculer le rapport d'efficacité énergétique de chaque cas observé, on divise l'IE à la source *réelle* par son IE à la source *prévue*.

$$Rapport\ d'efficacité\ énergétique = \frac{Intensité\ énergétique\ à\ la\ source\ réelle}{Intensité\ énergétique\ à\ la\ source\ prévue}$$

Un rapport d'efficacité inférieur à un (1) signifie que le bâtiment consomme moins d'énergie que prévu et qu'il est donc plus efficace. S'il affiche un rapport d'efficacité plus élevé, c'est la règle contraire qui s'applique.

Les rapports d'efficacité sont triés par ordre croissant, et le pourcentage cumulatif du groupe pour chaque rapport est calculé en utilisant la pondération pour chaque observation de l'ensemble de données de référence. La ***figure*** 4 présente un graphique de cette distribution cumulative. Une courbe lisse (orange) est ajustée à ces données à l'aide d'une distribution gamma à deux paramètres. On procède à cet ajustement pour minimiser la somme des carrés des différences entre le rang en pourcentage réel de chaque bâtiment du groupe et le rang en pourcentage de chaque bâtiment en utilisant la solution gamma. L'ajustement final de la courbe gamma a produit un paramètre de forme (alpha) de 10,75198 et un paramètre d'échelle (bêta) de 0,09370. Pour cet ajustement, la somme de l'erreur quadratique est de 0,05577.

Figure 4 – Distribution pour les hôpitaux



La courbe gamma finale et les paramètres d'échelle sont utilisés pour calculer le rapport d'efficacité à chaque rang centile (de 1 à 100) le long de la courbe. Par exemple, le rapport sur la courbe gamma à une valeur de 1 % correspond à une cote de 99, ce qui signifie que seulement 1 % des bâtiments du groupe ont un rapport égal ou inférieur. Le rapport sur la courbe ajustée à une valeur de 25 % correspond au rapport pour une cote de 75, ce qui indique que seulement 25 % des bâtiments du groupe ont un rapport égal ou inférieur. Le tableau de référence complet de la cote est présenté à la ***figure 5***.

Figure 5 – Tableau de référence de la cote ENERGY STAR pour les hôpitaux

Cote ENERGY STAR	Pourcentage cumulatif	Rapport d'efficacité énergétique > =	Rapport d'efficacité énergétique <
100	0 %	0,0000	0,4320
99	1 %	0,4320	0,4806
98	2 %	0,4806	0,5134
97	3 %	0,5134	0,5391
96	4 %	0,5391	0,5606
95	5 %	0,5606	0,5794
94	6 %	0,5794	0,5963
93	7 %	0,5963	0,6117
92	8 %	0,6117	0,6259
91	9 %	0,6259	0,6392
90	10 %	0,6392	0,6517
89	11 %	0,6517	0,6636
88	12 %	0,6636	0,6749
87	13 %	0,6749	0,6858
86	14 %	0,6858	0,6963
85	15 %	0,6963	0,7064
84	16 %	0,7064	0,7162
83	17 %	0,7162	0,7257
82	18 %	0,7257	0,7350
81	19 %	0,7350	0,7441
80	20 %	0,7441	0,7530
79	21 %	0,7530	0,7617
78	22 %	0,7617	0,7702
77	23 %	0,7702	0,7786
76	24 %	0,7786	0,7868
75	25 %	0,7868	0,7950
74	26 %	0,7950	0,8030
73	27 %	0,8030	0,8110
72	28 %	0,8110	0,8189
71	29 %	0,8189	0,8267
70	30 %	0,8267	0,8344
69	31 %	0,8344	0,8420
68	32 %	0,8420	0,8497
67	33 %	0,8497	0,8572
66	34 %	0,8572	0,8647
65	35 %	0,8647	0,8722
64	36 %	0,8722	0,8797
63	37 %	0,8797	0,8871
62	38 %	0,8871	0,8946
61	39 %	0,8946	0,9020
60	40 %	0,9020	0,9094
59	41 %	0,9094	0,9168
58	42 %	0,9168	0,9242
57	43 %	0,9242	0,9316
56	44 %	0,9316	0,9390
55	45 %	0,9390	0,9464
54	46 %	0,9464	0,9539
53	47 %	0,9539	0,9613
52	48 %	0,9613	0,9689
51	49 %	0,9689	0,9764
50	50 %	0,9764	0,9840
49	51 %	0,9840	0,9916
48	52 %	0,9916	0,9993
47	53 %	0,9993	1,0070
46	54 %	1,0070	1,0148
45	55 %	1,0148	1,0226
44	56 %	1,0226	1,0306
43	57 %	1,0306	1,0386
42	58 %	1,0386	1,0467
41	59 %	1,0467	1,0548
40	60 %	1,0548	1,0631
39	61 %	1,0631	1,0715
38	62 %	1,0715	1,0800
37	63 %	1,0800	1,0886
36	64 %	1,0886	1,0973
35	65 %	1,0973	1,1062
34	66 %	1,1062	1,1152
33	67 %	1,1152	1,1244
32	68 %	1,1244	1,1337
31	69 %	1,1337	1,1433
30	70 %	1,1433	1,1530
29	71 %	1,1530	1,1630
28	72 %	1,1630	1,1731
27	73 %	1,1731	1,1836
26	74 %	1,1836	1,1943
25	75 %	1,1943	1,2053
24	76 %	1,2053	1,2166
23	77 %	1,2166	1,2283
22	78 %	1,2283	1,2403
21	79 %	1,2403	1,2528
20	80 %	1,2528	1,2658
19	81 %	1,2658	1,2792
18	82 %	1,2792	1,2933
17	83 %	1,2933	1,3080
16	84 %	1,3080	1,3234
15	85 %	1,3234	1,3396
14	86 %	1,3396	1,3568
13	87 %	1,3568	1,3751
12	88 %	1,3751	1,3947
11	89 %	1,3947	1,4158
10	90 %	1,4158	1,4387
9	91 %	1,4387	1,4639
8	92 %	1,4639	1,4919
7	93 %	1,4919	1,5236
6	94 %	1,5236	1,5602
5	95 %	1,5602	1,6040
4	96 %	1,6040	1,6590
3	97 %	1,6590	1,7338
2	98 %	1,7338	1,8560
1	99 %	1,8560	> 1,8560

EXEMPLE DE CALCUL

Le calcul de la cote comporte cinq étapes. Celles-ci sont présentées dans le document de référence technique pour la cote ENERGY STAR à https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf. Voici un exemple concret qui permet de calculer la cote des hôpitaux.

1 L'utilisateur inscrit les données relatives au bâtiment dans Portfolio Manager

- Douze mois de données de consommation énergétique pour tous les types d'énergie (valeurs annuelles, fournies sous forme d'entrées de compteurs mensuels).
- Renseignements physiques sur le bâtiment (taille, emplacement, etc.) et détails concernant l'utilisation et l'activité du bâtiment (heures d'exploitation, etc.).

Données énergétiques	Valeur
Électricité	10 000 000 kWh
Gaz naturel	1 200 000 m^3

Détails d'utilisation de la propriété	Valeur
Superficie brute (m^2)	50 000
Nombre d'heures d'exploitation par semaine	168
Nombre de travailleurs pendant le quart de travail principal[3]	300
Capacité de lits autorisés	200
Présence d'une buanderie	Oui
Pourcentage du bâtiment chauffé	100 %
Pourcentage du bâtiment refroidi	100 %
DJC (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)	4000
DJR (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)	100

[3] Cela représente le le nombre d'employés typique durant le quart de travail principal. Par exemple, s'il y a deux quarts de travail quotidiens de 12 heures à 100 employés chacun, le nombre de travailleurs sur le quart de travail principal est 100.

2 Portfolio Manager calcule l'IE à la source réelle

- La consommation totale de chaque type de combustible à partir des unités de facturation est convertie en énergie du site et en énergie à la source.
- Les valeurs d'énergie à la source pour tous les types de combustibles sont additionnées ensemble.
- L'énergie à la source est divisée par la superficie brute afin de déterminer l'IE à la source réelle.

Calcul de l'IE à la source réelle

Combustible	Unités de Facturation	Multiplicateur – GJ du site	GJ du site	Multiplicateur à la source	GJ à la source
Électricité	10 000 000 kWh	0,0036	36 000	2,05	73 800
Gaz naturel	1 200 000 m³	0,03843	46 116	1,02	47 038
				Énergie à la source totale (GJ)	120 838
				IE à la source (GJ/m²)	**2,4168**

3 Portfolio Manager calcule l'IE à la source prévue

- En utilisant les renseignements sur l'utilisation de la propriété fournis à l'étape 1, Portfolio Manager calcule la valeur de chaque variable du bâtiment dans l'équation de régression (en déterminant le logarithme naturel ou la densité, au besoin).
- Les valeurs de centrage sont soustraites pour calculer la variable centrée pour chaque paramètre d'exploitation.
- Les variables centrées sont multipliées par les coefficients de l'équation de régression pour obtenir l'IE à la source prévue.

Calcul de l'IE à la source prévue

Variable	Valeur réelle du bâtiment	Valeur de centrage de référence	Variable centrée du bâtiment	Coefficient	Coefficient x variable centrée
Constante	-	-	-	2,98431	2,984
Nombre de travailleurs par 100 m² pendant le quart de travail principal	0,600	1,42	-0,820	0,60922	-0,4996
Nombre de travailleurs par lit d'hôpital	1,50	2,73	-1,230	-0,09839	0,121
Présence d'une buanderie (Oui=1, Non=0)	1	S.O.	1	0,45958	0,460
Superficie du bâtiment	50 000	19 004	30 996	9.36E-06	0,290
Pourcentage du bâtiment chauffé multiplié par les degrés-jours de chauffage	4 000	4 787	-787	4.80E-04	-0,378
Pourcentage de superficie refroidie multiplié par le logarithme naturel des degrés-jours de refroidissement+50	5,011	4,03	0,981	0,2775	0,272
				IE à la source prévue (GJ/m²)	**3,2494**

4 Portfolio Manager calcule le rapport d'efficacité énergétique

- Le rapport est égal à l'IE à la source réelle (étape 2) divisée par l'IE à la source prévue (étape 3).
- Rapport = 2,4168 / 3,2494 = 0,7438

5 Portfolio Manager utilise le rapport d'efficacité énergétique pour attribuer une cote par l'entremise du tableau de référence

- Le rapport obtenu à l'étape 4 permet de trouver la cote dans le tableau de référence.
- Un rapport de 0,7438 est inférieur à 0,7441 (exigence de 81), mais supérieur à 0,7350 (exigence de 82).
- ***La cote ENERGY STAR est 81.***