

## Cote ENERGY STAR pour les centres médicaux au Canada

### APERÇU

La cote ENERGY STAR pour les centres médicaux au Canada s'applique aux propriétés dans lesquelles on offre un diagnostic et un traitement pour des soins médicaux, dentaires ou psychiatriques en consultation externe. 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 propriété.** La cote ENERGY STAR pour les centres médicaux au Canada s'applique aux installations utilisées pour offrir un diagnostic et un traitement pour des soins médicaux, dentaires ou psychiatriques en consultation externe. La cote ne s'applique qu'aux bâtiments individuels et n'est pas disponible pour les complexes de bâtiments.
- **Données de référence.** L'analyse pour les centres médicaux 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;
  - le nombre de travailleurs sur le quart de travail principal;
  - le nombre d'heures d'exploitation par semaine;
  - 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/complexé qui est refroidi.
- **Date de publication.** Il s'agit de la première publication de la cote ENERGY STAR pour les centres médicaux au Canada.

## Cote ENERGY STAR pour les centres médicaux au Canada

Ce document présente des renseignements détaillés sur la conception de la cote ENERGY STAR de 1 à 100 pour les centres médicaux. 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](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 centres médicaux.

|  |    |
|--|----|
| APERÇU .....                                     | 1  |
| DONNÉES DE RÉFÉRENCE ET FILTRES.....             | 3  |
| VARIABLES ANALYSÉES .....                        | 5  |
| RÉSULTATS DE L'ÉQUATION DE RÉGRESSION.....       | 8  |
| TABLEAU DE RÉFÉRENCE DE LA COTE ENERGY STAR..... | 9  |
| EXEMPLE DE CALCUL .....                          | 12 |

## DONNÉES DE RÉFÉRENCE ET FILTRES

La cote ENERGY STAR pour les centres médicaux au Canada s'applique aux propriétés utilisées pour offrir un diagnostic et un traitement pour des soins médicaux, dentaires ou psychiatriques en consultation externe. 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](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](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 centres médicaux ainsi que le bien-fondé de chaque filtre. Une fois tous les filtres appliqués, on a dénombré 117 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 centres médicaux**

| Conditions d'inclusion d'une observation dans l'analyse               | Justification   |
|---|---|
| Définie en tant que catégorie 2 dans l'enquête EUCIE – Centre médical | 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 centres médicaux sont utilisés. |
| Au moins 50 % du bâtiment doit être un centre médical                 | Filtre type de bâtiment – Pour que le bâtiment soit considéré comme faisant partie du groupe des centres médicaux, plus de la moitié du bâtiment doit être occupée par le centre médical.                               |
| Doit avoir des données sur la consommation d'électricité              | Filtre programme – L'exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un centre médical est qu'il doit consommer de l'électricité. L'électricité peut être achetée en réseau ou être produite au site.        |
| Doit être exploité au moins 10 mois par année                         | Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un centre médical à temps plein.  |
| Doit être exploité au moins 30 heures par semaine                     | Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un centre médical à temps plein.  |
| Doit y avoir au moins 1 travailleur                                   | Filtre programme – Exigence de base pour un centre médical opérationnel : il doit y avoir au moins un travailleur durant le quart principal.  |
| Ne doit pas avoir de lits pour malades hospitalisés                   | Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un centre de soins en consultation externe répondant à la définition de centre médical canadien.  |

| Conditions d'inclusion d'une observation dans l'analyse   | Justification  |
|---|--|
| 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 exclure l'énergie fournie à d'autres bâtiments qui n'a pas été quantifiée  | Filtre restrictions des données – Aucune donnée n'a été recueillie pour ce type de consommation si le répondant a indiqué que le bâtiment fournissait de l'énergie à d'autres bâtiments, sans toutefois préciser la quantité fournie.  |
| Superficie doit être au moins 250 m <sup>2</sup> mais pas plus de 20 000 m <sup>2</sup>   | Filtre analytique – L'analyse ne pouvait pas modéliser les comportements de bâtiments de moins de 250 m <sup>2</sup> ou plus grands que 20 000 m <sup>2</sup> .  |
| Doit avoir une intensité énergétique à la source de plus de 0,4 GJ/m <sup>2</sup>   | 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 <sup>2</sup> ) supérieure ou égale à 0,3 et inférieure ou égale à 7 | 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.  |
| L'électricité doit représenter plus de 10 % de la consommation d'énergie du site  | Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes en se basant sur l'analyse des données et les connaissances techniques liées aux schémas de consommation d'énergie du bâtiment. Les valeurs aberrantes 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 centres médicaux de moins de 250 m<sup>2</sup> 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](http://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. Pour les centres médicaux, la cote repose sur des bâtiments individuels, parce que la fonction principale d'un centre médical est contenue dans un seul bâtiment et parce que les propriétés incluses dans les données de référence sont des bâtiments uniques. Lorsque

plusieurs centres médicaux sont situés au même endroit (p. ex. comme partie d'un complexe hospitalier), chaque bâtiment peut obtenir sa propre cote ENERGY STAR, mais pas le complexe.

## 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 centres médicaux au Canada.

### Variable dépendante

La variable dépendante est l'élément que nous tentons de prédire au moyen de l'équation de régression. Pour l'analyse des centres médicaux, 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. 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 centres médicaux. L'unité de mesure de l'IE à la source dans le modèle canadien est le gigajoule par mètre carré (GJ/m<sup>2</sup>) par an.

### 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 centres médicaux. En se fondant sur l'examen des variables disponibles dans les données de l'EUCIE, selon les critères d'inclusion,<sup>1</sup> RNCAN a d'abord analysé les variables suivantes dans l'analyse de régression :

- Superficie brute du bâtiment (m<sup>2</sup>)
- Degrés-jours de chauffage (DJC)
- Degrés-jours de refroidissement (DJR)
- Température extérieure moyenne (°C)
- Pourcentage de la superficie chauffée
- Pourcentage de la superficie refroidie
- Nombre de travailleurs durant le quart de travail principal
- Nombre d'heures d'exploitation par semaine
- Nombre de mois d'exploitation
- Nombre d'ordinateurs et de serveurs
- Nombre d'étages
- Nombre d'ascenseurs et d'escaliers mécaniques
- Nombre de dispositifs de diagnostic médical, (voir la remarque ci-dessous)

<sup>1</sup> Une explication complète de ces critères se trouve dans le document de référence technique pour la cote ENERGY STAR au [https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score\\_fr\\_CA.pdf](https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf).

- Nombre représentant la capacité de lits d'hôpital (voir la Remarque ci-dessous)
- Présence de superficie dédiée à la cuisson commerciale (o/n)
- Superficie utilisée comme stationnement intérieur
- Superficie utilisée comme stationnement intérieur chauffé
- Présence d'un stationnement extérieur connexe (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 étudiées en combinaison les unes avec les autres (p. ex., les degrés-jours de chauffage multipliés par le pourcentage de 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 durant 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 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 :

- Superficie du bâtiment
- Nombre de travailleurs par 100 m<sup>2</sup> durant le quart principal
- Nombre d'heures d'exploitation par semaine
- Nombre de degrés-jours de chauffage
- Nombre de degrés-jours de refroidissement multiplié par le pourcentage du bâtiment qui est refroidi (% refroidi x DJR)

Ces caractéristiques sont utilisées ensemble pour calculer l'IE à la source prévue pour les centres médicaux. L'IE à la source prévue est l'IE à la source 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.

### Climat (DJC et DJR)

L'analyse visait les degrés-jours de chauffage (DJC), les degrés-jours de refroidissement (DJR), le pourcentage du bâtiment qui est chauffé, et le pourcentage du bâtiment qui est refroidi. Une forte corrélation a été observée entre l'intensité énergétique du bâtiment et ses DJC. La variable est incluse dans le modèle.

En ce qui concerne la variable des DJR, l'analyse a indiqué qu'une part notable des observations de l'échantillon de régression ne comportait pas de climatisation, entraînant une baisse de l'IE moyenne. Ainsi, le fait de multiplier les DJR par le pourcentage du bâtiment qui est refroidi (% refroidi) a produit une variable explicative (% refroidi x DJR) constamment significative de l'IE à la source.

Les données météorologiques pour le modèle canadien proviennent du National Climatic Data Center des États-Unis, qui possède 152 stations météorologiques canadiennes. Cette source est également celle des données météorologiques de Portfolio Manager. Les données météorologiques sont associées au bâtiment à l'aide de la station météorologique canadienne située la plus proche en fonction du code postal du bâtiment.



## Superficie de la propriété

Plusieurs variables liées à la taille du bâtiment ont été évaluées lors de l'analyse. Elles comprenaient la superficie et le logarithme naturel de la superficie. La variable qui était constamment significative était la superficie. Toutefois, on a également remarqué que les bâtiments très petits et les bâtiments très gros ne se comportaient pas de la même manière que la majorité des observations. Les petits bâtiments affichaient un très large éventail d'intensités énergétiques difficiles à modéliser avec les variables explicatives disponibles. C'est pourquoi il a été nécessaire d'exclure de l'analyse les bâtiments de moins de 250 m<sup>2</sup>, afin de pouvoir établir un modèle statistique uniforme pour le reste de la population. De la même façon, comme on comptait très peu d'observations de plus de 20 000 m<sup>2</sup> dans l'échantillon, il était difficile d'établir un modèle statistique pour estimer l'IE à la source de ces gros bâtiments. Ainsi, les bâtiments de plus de 20 000 m<sup>2</sup> ont également été exclus de l'analyse de régression. Les bâtiments dont la superficie dépasse ce seuil peuvent quand même recevoir une cote ENERGY STAR, mais l'ajustement de l'intensité énergétique à la source prévue pour la superficie est plafonné à 20 000 m<sup>2</sup>. Les bâtiments de moins de 250 m<sup>2</sup> ne sont pas admissibles à recevoir une cote ENERGY STAR. Il est important de souligner que la taille réelle du bâtiment est toujours utilisée pour calculer les variables de densité, comme le nombre de travailleurs par 100 m<sup>2</sup> et l'IE.

## Nombre de travailleurs

La densité d'occupation (nombre de travailleurs par 100 m<sup>2</sup>) a toujours été très significative durant l'élaboration du modèle des centres médicaux. Toutefois, la présence de valeurs aberrantes pour un large éventail de densités d'occupation observées rend difficile l'établissement de modèles statistiques stables lorsque des observations de densité très faibles ou très élevées sont incluses dans l'échantillon de régression. Par conséquent, il a été nécessaire d'exclure les observations avec des densités très faibles (< 0,3 travailleurs/100 m<sup>2</sup>) ou très élevées (> 7,0 travailleurs/100 m<sup>2</sup>). Tous les bâtiments souhaitant obtenir une cote ENERGY STAR et qui ont une densité d'occupation inférieure à la limite minimale de l'échantillon de régression se verront attribuer une valeur de densité d'occupation de 0,3 travailleur/100 m<sup>2</sup>, et tous les bâtiments souhaitant obtenir une cote ENERGY STAR et qui ont une densité d'occupation supérieure à la limite maximale de l'échantillon de régression se verront attribuer une valeur de densité d'occupation de 7 travailleurs/100 m<sup>2</sup>.

## Appareils de diagnostic ou de traitement médical

L'enquête EUCIE 2009 a permis de recueillir des données sur la présence de divers types d'équipement médical, y compris les appareils de radiographie, les tomodensitogrammes, les appareils de dialyse, les appareils à ultrasons, et les appareils d'imagerie par résonance magnétique (IRM). Comme les appareils IRM sont de gros consommateurs d'énergie, la présence de ces appareils dans un bâtiment pourrait entraîner une augmentation significative de l'IE. Toutefois, les résultats de l'analyse ont indiqué que le nombre d'appareils de diagnostic et de traitement médical (y compris les appareils IRM) ne constituait pas une variable explicative statistiquement significative de l'IE dans les centres médicaux. Ce résultat pourrait laisser croire que la plupart des appareils IRM sont situés dans des hôpitaux plutôt que dans des centres médicaux de consultation externe.

## Vérification

Enfin, RNCAN a mis à l'essai l'équation de régression en utilisant des données réelles 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'EUCIE, pour connaître les cotes ENERGY STAR moyennes et les distributions, ainsi que pour évaluer les

répercussions et les ajustements. Cette analyse a 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 117 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 90 % ou plus, comme le témoigne leur niveau de signification respectif.

L'équation de régression a une valeur de coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 0,321, ce qui indique que cette équation explique 32,1 % de la variance dans l'IE à la source pour les centres médicaux. 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 de l'énergie source,<sup>2</sup> on observe que l'équation explique en fait 77,9 % de la variance de l'énergie à la source totale des centres médicaux. Il s'agit d'un excellent résultat pour un modèle d'énergie fondé sur des statistiques.

Une description complète de la méthode de régression des moindres carrés pondérés est présentée dans notre document de référence technique pour la cote ENERGY STAR au [https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score\\_fr\\_CA.pdf](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  | Médiane | Minimum | Maximum | Valeur de |
|---|---------|---------|---------|-----------|
| Énergie à la source par mètre carré (GJ/m <sup>2</sup> )                            | 1,212   | 0,404   | 3,589   | 1,3334    |
| Degrés-jours de chauffage   | 4 581   | 3 069   | 7 323   | 4 808     |
| Degrés-jours de refroidissement x pourcentage refroidi                              | 81,32   | 0,000   | 399,7   | 100,1     |
| Nombre de travailleurs par 100 m <sup>2</sup> pendant le quart de travail principal | 2,000   | 0,3134  | 6,400   | 2,466     |
| Nombre d'heures d'exploitation par semaine  | 51      | 32      | 168     | 58,94     |
| Superficie du bâtiment  | 892     | 266     | 17 963  | 1 635     |

<sup>2</sup> La valeur  $R^2$  de l'énergie à la source est calculée comme suit :  $1 - (\text{variation résiduelle de } Y) / (\text{variation totale de } Y)$ . La variation résiduelle est la somme de  $(\text{énergie à la source réelle} - \text{énergie à la source prévue})^2$  pour toutes les observations. La variation totale de  $Y$  est la somme de  $(\text{énergie à la source réelle} - \text{énergie à la source moyenne})^2$  pour toutes les observations.



**Figure 3 – Résultats de l'équation de régression finale**

| Sommaire   |  |             |          |                         |
|--|--|-------------|----------|-------------------------|
| Variable dépendante                                      | Intensité énergétique à la source (GJ/m <sup>2</sup> ) |             |          |                         |
| Nombre d'observations dans l'analyse                     | 117  |             |          |                         |
| Valeur R <sup>2</sup>                                    | 0,321  |             |          |                         |
| Valeur R <sup>2</sup> ajustée                            | 0,291  |             |          |                         |
| Statistique F  | 10,50  |             |          |                         |
| Signification (seuil-p)                                  | < 0,0001   |             |          |                         |
|  | Coefficients non normalisés                            | Erreur type | Valeur T | Signification (seuil-p) |
| Constante  | 1,333  | 0,480       | 27,80    | < 0,0001                |
| C_Degrés-jours de chauffage                              | 0,00019657   | 0,00006598  | 2,98     | 0,0035                  |
| C_Degrés-jours de refroidissement x pourcentage refroidi | 0,00124  | 0,00074390  | 1,67     | 0,0974                  |
| C_Nombre de travailleurs par 100 m <sup>2</sup>          | 0,23196  | 0,04651     | 4,99     | < 0,0001                |
| C_Nombre d'heures d'exploitation par semaine             | 0,00725  | 0,00252     | 2,88     | 0,0048                  |
| C_Superficie du bâtiment en m <sup>2</sup>               | 0,00004433   | 0,00002043  | 2,17     | 0,0321                  |

- 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.
- La variable Superficie est limitée à une valeur maximale de 20 000 m<sup>2</sup> pour calculer l'IE prévue.
- La variable associée à la densité d'occupation est limitée à un minimum de 0,3 travailleurs/100 m<sup>2</sup> et un maximum de 7,0 travailleurs/100 m<sup>2</sup> pour le calcul de l'IE prévue.
- Les degrés-jours de chauffage et de refroidissement proviennent des stations météorologiques canadiennes incluses dans les systèmes du National Climatic Data Center des États-Unis.

## TABLEAU DE RÉFÉRENCE DE LA COTE ENERGY STAR

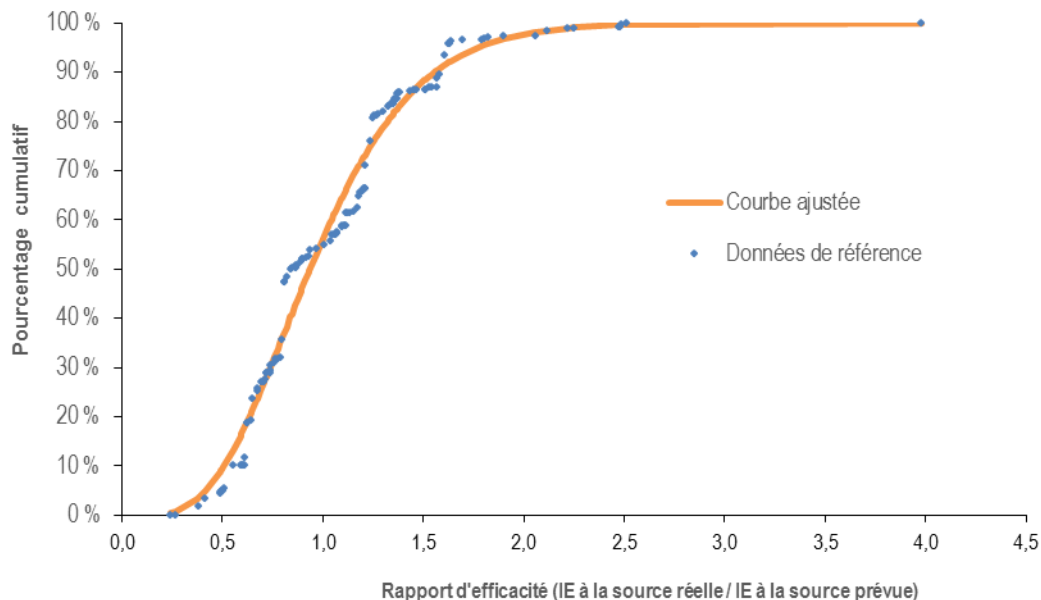
L'équation de régression finale (présentée à la **figure 3**) prédit l'IE à la source en fonction des caractéristiques d'exploitation d'un bâtiment. Certains bâtiments inclus dans les données de référence de l'EUCIE consomment plus d'énergie que la quantité prévue dans l'équation de régression, tandis 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* :

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

Un rapport d'efficacité inférieur à un indique qu'un bâtiment utilise 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 5,586 et un paramètre d'échelle (bêta) de 0,178. Pour cet ajustement, la somme de l'erreur quadratique est de 0,210897.

**Figure 4 – Distribution pour les centres médicaux**



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 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 centres médicaux

| Cote ENERGY STAR | Pourcentage cumulatif | Rapport d'efficacité énergétique |        | Cote ENERGY STAR | Pourcentage cumulatif | Rapport d'efficacité énergétique |          |
|------------------|-----------------------|----------------------------------|--------|------------------|-----------------------|----------------------------------|----------|
|                  |                       | > =                              | <      |                  |                       | > =                              | <        |
| 100              | 0 %                   | 0,0000                           | 0,2795 | 50               | 50 %                  | 0,9356                           | 0,9459   |
| 99               | 1 %                   | 0,2795                           | 0,3298 | 49               | 51 %                  | 0,9459                           | 0,9562   |
| 98               | 2 %                   | 0,3298                           | 0,3649 | 48               | 52 %                  | 0,9562                           | 0,9665   |
| 97               | 3 %                   | 0,3649                           | 0,3930 | 47               | 53 %                  | 0,9665                           | 0,9770   |
| 96               | 4 %                   | 0,3930                           | 0,4170 | 46               | 54 %                  | 0,9770                           | 0,9876   |
| 95               | 5 %                   | 0,4170                           | 0,4383 | 45               | 55 %                  | 0,9876                           | 0,9983   |
| 94               | 6 %                   | 0,4383                           | 0,4575 | 44               | 56 %                  | 0,9983                           | 1,0091   |
| 93               | 7 %                   | 0,4575                           | 0,4753 | 43               | 57 %                  | 1,0091                           | 1,0200   |
| 92               | 8 %                   | 0,4753                           | 0,4919 | 42               | 58 %                  | 1,0200                           | 1,0311   |
| 91               | 9 %                   | 0,4919                           | 0,5075 | 41               | 59 %                  | 1,0311                           | 1,0423   |
| 90               | 10 %                  | 0,5075                           | 0,5223 | 40               | 60 %                  | 1,0423                           | 1,0537   |
| 89               | 11 %                  | 0,5223                           | 0,5364 | 39               | 61 %                  | 1,0537                           | 1,0652   |
| 88               | 12 %                  | 0,5364                           | 0,5500 | 38               | 62 %                  | 1,0652                           | 1,0769   |
| 87               | 13 %                  | 0,5500                           | 0,5631 | 37               | 63 %                  | 1,0769                           | 1,0888   |
| 86               | 14 %                  | 0,5631                           | 0,5758 | 36               | 64 %                  | 1,0888                           | 1,1009   |
| 85               | 15 %                  | 0,5758                           | 0,5881 | 35               | 65 %                  | 1,1009                           | 1,1133   |
| 84               | 16 %                  | 0,5881                           | 0,6001 | 34               | 66 %                  | 1,1133                           | 1,1258   |
| 83               | 17 %                  | 0,6001                           | 0,6118 | 33               | 67 %                  | 1,1258                           | 1,1386   |
| 82               | 18 %                  | 0,6118                           | 0,6232 | 32               | 68 %                  | 1,1386                           | 1,1517   |
| 81               | 19 %                  | 0,6232                           | 0,6345 | 31               | 69 %                  | 1,1517                           | 1,1650   |
| 80               | 20 %                  | 0,6345                           | 0,6455 | 30               | 70 %                  | 1,1650                           | 1,1787   |
| 79               | 21 %                  | 0,6455                           | 0,6564 | 29               | 71 %                  | 1,1787                           | 1,1927   |
| 78               | 22 %                  | 0,6564                           | 0,6670 | 28               | 72 %                  | 1,1927                           | 1,2070   |
| 77               | 23 %                  | 0,6670                           | 0,6776 | 27               | 73 %                  | 1,2070                           | 1,2218   |
| 76               | 24 %                  | 0,6776                           | 0,6880 | 26               | 74 %                  | 1,2218                           | 1,2369   |
| 75               | 25 %                  | 0,6880                           | 0,6983 | 25               | 75 %                  | 1,2369                           | 1,2525   |
| 74               | 26 %                  | 0,6983                           | 0,7085 | 24               | 76 %                  | 1,2525                           | 1,2686   |
| 73               | 27 %                  | 0,7085                           | 0,7187 | 23               | 77 %                  | 1,2686                           | 1,2852   |
| 72               | 28 %                  | 0,7187                           | 0,7287 | 22               | 78 %                  | 1,2852                           | 1,3025   |
| 71               | 29 %                  | 0,7287                           | 0,7387 | 21               | 79 %                  | 1,3025                           | 1,3203   |
| 70               | 30 %                  | 0,7387                           | 0,7486 | 20               | 80 %                  | 1,3203                           | 1,3389   |
| 69               | 31 %                  | 0,7486                           | 0,7585 | 19               | 81 %                  | 1,3389                           | 1,3583   |
| 68               | 32 %                  | 0,7585                           | 0,7683 | 18               | 82 %                  | 1,3583                           | 1,3785   |
| 67               | 33 %                  | 0,7683                           | 0,7781 | 17               | 83 %                  | 1,3785                           | 1,3997   |
| 66               | 34 %                  | 0,7781                           | 0,7879 | 16               | 84 %                  | 1,3997                           | 1,4220   |
| 65               | 35 %                  | 0,7879                           | 0,7976 | 15               | 85 %                  | 1,4220                           | 1,4456   |
| 64               | 36 %                  | 0,7976                           | 0,8074 | 14               | 86 %                  | 1,4456                           | 1,4707   |
| 63               | 37 %                  | 0,8074                           | 0,8171 | 13               | 87 %                  | 1,4707                           | 1,4974   |
| 62               | 38 %                  | 0,8171                           | 0,8268 | 12               | 88 %                  | 1,4974                           | 1,5261   |
| 61               | 39 %                  | 0,8268                           | 0,8366 | 11               | 89 %                  | 1,5261                           | 1,5571   |
| 60               | 40 %                  | 0,8366                           | 0,8463 | 10               | 90 %                  | 1,5571                           | 1,5909   |
| 59               | 41 %                  | 0,8463                           | 0,8561 | 9                | 91 %                  | 1,5909                           | 1,6281   |
| 58               | 42 %                  | 0,8561                           | 0,8659 | 8                | 92 %                  | 1,6281                           | 1,6697   |
| 57               | 43 %                  | 0,8659                           | 0,8757 | 7                | 93 %                  | 1,6697                           | 1,7170   |
| 56               | 44 %                  | 0,8757                           | 0,8856 | 6                | 94 %                  | 1,7170                           | 1,7719   |
| 55               | 45 %                  | 0,8856                           | 0,8955 | 5                | 95 %                  | 1,7719                           | 1,8378   |
| 54               | 46 %                  | 0,8955                           | 0,9054 | 4                | 96 %                  | 1,8378                           | 1,9210   |
| 53               | 47 %                  | 0,9054                           | 0,9154 | 3                | 97 %                  | 1,9210                           | 2,0351   |
| 52               | 48 %                  | 0,9154                           | 0,9255 | 2                | 98 %                  | 2,0351                           | 2,2235   |
| 51               | 49 %                  | 0,9255                           | 0,9356 | 1                | 99 %                  | 2,2235                           | > 2,2235 |

## 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, qui est disponible au [https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score\\_fr\\_CA.pdf](https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf). Voici un exemple concret qui permet de calculer la cote des centres médicaux :

### 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          | 650 000 kWh           |
| Gaz naturel          | 75 000 m <sup>3</sup> |

| Renseignements sur l'utilisation de la propriété                         | Valeur |
|--|--------|
| Superficie brute (m <sup>2</sup> )                                       | 5 500  |
| DJC (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)                 | 4 500  |
| DJR (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)                 | 350    |
| Pourcentage de la superficie refroidie                                   | 50 %   |
| Nombre de travailleurs durant le quart de travail principal <sup>3</sup> | 100    |
| Nombre d'heures d'exploitation par semaine                               | 80     |

### 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 ajoutées ensemble.
- L'énergie à la source est divisée par la superficie brute afin de déterminer l'IE à la source réelle.

<sup>3</sup> Ceci représente le niveau de dotation de pointe typique durant le quart de travail principal. Par exemple, s'il y a deux quarts de travail de 6 heures par jour durant lesquels 25 travailleurs sont présents dans un centre médical, la valeur de cette caractéristique sera de 25.

### 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                              | 650 000 kWh           | 0,0036                    | 2 340      | 1,96                       | 4 586          |
| Gaz naturel                              | 75 000 m <sup>3</sup> | 0,03843                   | 2 882      | 1,01                       | 2 911          |
| Énergie à la source totale (GJ)          |                       |                           |            |                            | 7 497          |
| <b>IE à la source (GJ/m<sup>2</sup>)</b> |                       |                           |            |                            | <b>1,363</b>   |

### 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 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 du centre médical 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  | -                         | -                               | -                            | 1,333       | 1,333                          |
| Degrés-jours de chauffage  | 4 500                     | 4 808                           | -308,00                      | 0,00019657  | -0,06054                       |
| Degrés-jours de refroidissement x pourcentage refroidi                               | 175                       | 100,1                           | 74,90                        | 0,00124     | 0,092876                       |
| Nombre de travailleurs par 100 m <sup>2</sup> pendant le quart de travail principal* | 1,818                     | 2,466                           | -0,648                       | 0,23196     | -0,15031                       |
| Nombre d'heures d'exploitation par semaine   | 80                        | 58,94                           | 21,06                        | 0,00725     | 0,152685                       |
| Superficie du bâtiment en m <sup>2</sup> **  | 5 500                     | 1 635                           | 3 865                        | 0,00004433  | 0,171335                       |
| <b>IE à la source prévue (GJ/m<sup>2</sup>)</b>                                      |                           |                                 |                              |             | <b>1,539</b>                   |

\* La valeur associée au nombre de travailleurs par 100 m<sup>2</sup> est sujet aux valeurs associées au plancher (0,3) ou au plafond (7,0).

\*\* La valeur maximum pour la superficie est de 20 000 m<sup>2</sup>. Si la superficie du bâtiment est supérieure à 20 000 m<sup>2</sup>, cette valeur est utilisée.

### 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 = 1,363 / 1,539 = 0,8856

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 0,8856 est égal à 0,8856 mais inférieur à 0,8955.
- **La cote ENERGY STAR est 55.**