

## Cote ENERGY STAR pour les immeubles à logements multiples au Canada

### APERÇU

La cote ENERGY STAR pour les immeubles à logements multiples s'applique aux immeubles commerciaux dotés d'une entrée commune ainsi que de couloirs intérieurs communs. 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 immeubles à logements multiples au Canada s'applique aux immeubles commerciaux dotés d'une entrée commune et de couloirs intérieurs. Les bâtiments commerciaux à logements multiples sont définis comme ayant au moins quatre étages au-dessus du sol, ou une superficie horizontale d'au moins 600 m<sup>2</sup> mesurée à l'intérieur des murs extérieurs et pare-feux. La cote s'applique à l'ensemble de l'immeuble à logements multiples, qu'il s'agisse d'un bâtiment unique ou d'un complexe de bâtiments.
- **Données de référence.** L'analyse pour les immeubles à logements multiples au Canada repose sur les données de l'Enquête sur la consommation d'énergie des immeubles résidentiels à logements multiples (ECEIRLM), réalisée pour le compte de Ressources naturelles Canada (RNC) et représente l'année de consommation 2018.
- **Ajustements pour les conditions météorologiques et les activités commerciales.** L'analyse comprend des ajustements pour :
  - Le nombre de logements
  - Le nombre de chambres à coucher
  - Le pourcentage de logements situés dans des immeubles de moyenne et grande hauteur
  - Le pourcentage du bâtiment qui est chauffé
  - Le pourcentage du bâtiment qui est climatisé
  - Les conditions météorologiques et le climat (en utilisant les degrés-jours de chauffage obtenus en fonction du code postal)
- **Date de publication.** Il s'agit de la première publication de la cote ENERGY STAR pour les immeubles à logements multiples au Canada.

Ce document explique le calcul de la cote ENERGY STAR de 1 à 100 pour les immeubles à logements multiples. Pour obtenir de plus amples renseignements sur la méthodologie employée pour développer les cotes ENERGY STAR, veuillez consulter le document de référence technique pour la cote ENERGY STAR à l'adresse [https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score\\_fr\\_CA.pdf](https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf).

## Cote ENERGY STAR pour les immeubles à logements multiples au Canada

Les prochaines sections expliquent comment est établie la cote ENERGY STAR pour les immeubles à logements multiples.

APERÇU .....	1
DONNÉES DE RÉFÉRENCE ET FILTRES.....	3
POIDS DE L'ENQUÊTE .....	5
VARIABLES ANALYSÉES .....	5
RÉSULTATS DE L'ÉQUATION DE RÉGRESSION .....	8
TABLEAU DE RÉFÉRENCE DE LA COTE ENERGY STAR .....	10
EXEMPLE DE CALCUL.....	13

## DONNÉES DE RÉFÉRENCE ET FILTRES

Les données de référence utilisées pour établir le parc de bâtiments semblables reposent sur l'Enquête sur la consommation d'énergie des immeubles résidentiels à logements multiples (ECEIRLM), réalisée pour le compte de Ressources naturelles Canada (RNCa) et représentent l'année de consommation 2018. 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 :

<https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/irlm/2018/tableaux.cfm>

Pour analyser l'énergie d'un bâtiment et ses caractéristiques d'exploitation dans le cadre du sondage, 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 chaque catégorie est présentée dans notre document de référence technique sur la cote ENERGY STAR à l'adresse

[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 concevoir la cote ENERGY STAR pour les immeubles à logements multiples ainsi que le bien-fondé de chaque filtre. Une fois tous les filtres appliqués, on a dénombré 219 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 immeubles à logements multiples**

Conditions d'inclusion d'une observation dans l'analyse	Justification
Les immeubles à logement multiples occupent plus de 50 % du bâtiment, et moins de 50 % de la superficie de celui-ci est destinée à un autre usage.	Filtre de type de bâtiment – Pour être considérés comme faisant partie du groupe d'immeubles à logements multiples semblables, les logements résidentiels doivent occuper une superficie minimale du bâtiment.
Le bâtiment doit comporter quatre étages au-dessus du sol ou avoir une superficie horizontale de 600 m <sup>2</sup> .	Filtre de programme – Exigence pour être considéré comme un immeuble commercial à logements multiples.
Doit disposer de données complètes sur la consommation d'énergie et les caractéristiques de fonctionnement de l'ensemble du bâtiment.	Filtre de programme – Des données complètes sont nécessaires pour l'analyse.
Doit être occupé à plus de 50 % par des locataires.	Filtre de programme – Doit être occupé en majeure partie pour être considéré comme faisant partie du groupe d'immeubles à logements multiples semblables.
Doit disposer de données sur la consommation d'électricité.	Filtre de programme – Les immeubles à logements multiples qui ne consomment pas d'électricité sont rares ou inexistantes. Cette situation pourrait indiquer une omission dans les données énergétiques. L'électricité peut être achetée du réseau ou être produite sur place.
Les données de consommation doivent porter sur l'année énergétique 2018.	Filtre de restrictions des données – Les immeubles à logements multiples dont les données de consommation ne correspondent pas aux dates de début et de fin de l'année de consommation 2018 ou s'en éloignent considérablement ne peuvent se comparer au groupe de bâtiments semblables.

Conditions d'inclusion d'une observation dans l'analyse	Justification
Ne doit pas utiliser de combustibles « autres » dont la consommation ne serait pas reportée.	Filtre de restrictions des données – Les types d'énergie définis comme « autres » n'ont pas pu être comparés directement. Dans de tels cas, ces informations ont été retirées de l'analyse.
Plus de 50 % du bâtiment doit être chauffé.	Filtre de programme – Plus de 50 % d'un immeuble à logements multiples doit être chauffé pour être considéré comme un immeuble à logements multiples au Canada.
La superficie des structures de stationnement intérieures ou partiellement couvertes doit être inférieure à 50 % du total de la superficie brute, y compris la superficie des structures de stationnement intérieures ou partiellement couvertes.	Filtre de programme – Si la superficie combinée des structures de stationnement excède celle de l'immeuble à logements multiples, l'ensemble de la structure est alors classé comme un stationnement et non comme un immeuble à logements multiples. Il s'agit d'une politique type de l'outil Portfolio Manager.
Le nombre de chambres à coucher dans l'immeuble à logements multiples doit être supérieur ou égal au nombre d'unités résidentielles.	Filtre de programme – Condition requise pour être considéré comme un immeuble à logements multiples. Un nombre de chambres à coucher inférieur au nombre d'unités résidentielles est probablement dû à des données manquantes.
L'immeuble à logements multiples doit comporter au moins 2 unités résidentielles.	Filtre de programme – Condition requise pour être considéré comme un immeuble à logements multiples.
La superficie brute moyenne d'un appartement ne doit pas être supérieure à 4 000 pi <sup>2</sup> (371,6 m <sup>2</sup> )	Filtre analytique – Les valeurs statistiques déterminées sont jugées aberrantes.
Doit avoir une intensité énergétique à la source inférieure ou égale à 2,5 GJ/m <sup>2</sup> et supérieure ou égale à 0,3 GJ/m <sup>2</sup> .	Filtre analytique – Les valeurs statistiques déterminées sont jugées aberrantes.
Doit avoir une densité d'unités résidentielles inférieure ou égale à 3 unités par 100 m <sup>2</sup>	Filtre analytique – Les valeurs statistiques déterminées sont jugées aberrantes.
Doit avoir une densité égale ou inférieure à 4 chambres par 100 m <sup>2</sup> .	Filtre analytique – Les valeurs statistiques déterminées sont jugées aberrantes.

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, le filtre de restrictions des données tient compte des limites dans les données disponibles, mais ne s'applique pas dans Portfolio Manager. Pour sa part, le filtre analytique sert à éliminer les données aberrantes ou différents sous-ensembles de données; il peut donc avoir une répercussion sur l'admissibilité. Dans certains cas, un sous-ensemble de données aura un comportement différent du reste des propriétés, et on utilise un filtre analytique pour en 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 <https://www.rncan.gc.ca/efficacite-energetique/energy-star-canada/analyse-comparative-foire-aux-questions/3788#es17>

Une autre considération liée 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 immeubles à logements multiples, la cote repose sur des bâtiments individuels ou sur des complexes de bâtiments. Les immeubles à logements multiples peuvent comporter plusieurs bâtiments qui font tous partie intégrante de l'activité principale. Un bâtiment peut abriter le bureau de location et la buanderie, un autre les unités résidentielles proprement dites. Dans ces cas, le complexe de bâtiments peut obtenir une cote ENERGY STAR à condition que l'énergie de tous les bâtiments soit mesurée et communiquée. Dans le cas où toutes les activités sont regroupées dans un seul bâtiment, cet immeuble à logements multiples peut obtenir une cote ENERGY STAR.

## POIDS DE L'ENQUÊTE

Comme il n'existait pas de liste nationale complète d'immeubles à logements multiples permettant de créer une enquête représentative à l'échelle nationale, on a utilisé un échantillon probabiliste régional constitué de huit régions métropolitaines de recensement (RMR). Les huit RMR échantillonnées sont : Vancouver, Calgary, Winnipeg, Toronto, Ottawa-Gatineau, Hamilton, Montréal et Halifax. Ainsi, le poids de l'échantillon représente le nombre estimé de propriétés à logements multiples situées dans ces RMR.

## VARIABLES ANALYSÉES

Afin de normaliser en fonction des différences en matière d'activité commerciale, RNCAN a 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 ordinaires pondérés, qui évaluait la consommation d'énergie par rapport à l'activité commerciale (p. ex., nombre de travailleurs, nombre d'heures d'exploitation par semaine, superficie 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 (aussi appelées variables indépendantes) qui décrivent l'activité. Cette section décrit les variables utilisées dans l'analyse statistique pour les immeubles à logements multiples au Canada.

### Variable dépendante

RNCAN utilise l'équation de régression pour tenter de prédire la variable dépendante. Dans l'analyse des immeubles à logements multiples, 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, c'est-à-dire les facteurs qui expliquent la variation de la consommation d'énergie à la source par mètre carré dans les immeubles à logements multiples. 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

L'enquête de référence contient de nombreux éléments liés à l'exploitation du bâtiment que RNCAN a jugés comme potentiellement importants pour les immeubles à logements multiples. En se fondant sur l'examen des variables

disponibles dans les données de référence et en suivant les critères d'inclusion dans Portfolio Manager,<sup>1</sup> RNCan a d'abord analysé les variables suivantes dans l'analyse de régression :

- Superficie brute de plancher (m<sup>2</sup>)
- Degrés-jours de refroidissement (DJR)
- Degrés-jours de chauffage (DJC)
- Pourcentage de la superficie refroidie
- Pourcentage de la superficie chauffée
- Nombre d'unités résidentielles
- Nombre de chambres à coucher
- Type de population résidente
- Type de propriétaires des unités résidentielles
- Pourcentage d'espace commun
- Nombre de branchements de lave-vaisselle
- Présence d'une buanderie
- Emplacement des services de buanderie (dans les unités ou dans les espaces communs)
- Nombre de branchements de buanderie
- Présence d'une salle de conditionnement physique
- Présence d'une salle de fête
- Présence de bornes de recharge pour véhicules électriques
- Présence de cuves thermales, de bains tourbillons ou de spa

De concert avec l'Environmental Protection Agency et son expert-conseil, RNCan a procédé à un examen approfondi de l'ensemble de ces caractéristiques d'exploitation individuellement, puis 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 d'unités d'habitation peut être évalué sous forme de densité (nombre d'unités par 100 m<sup>2</sup>). Comparativement au nombre brut d'unités d'habitation, la densité d'unités est plus étroitement liée à l'intensité de la consommation énergétique. En outre, en fonction des résultats d'analyse et des graphiques des résidus, les variables ont été évaluées en utilisant différentes transformations (comme le logarithme naturel, dont l'abréviation est Ln). L'analyse est constituée de plusieurs formulations de régression, 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 :

- Nombre de chambres à coucher par 100m<sup>2</sup>, limité à 2,3 (densité des chambres à coucher)
- Nombre d'unités résidentielles par 100 m<sup>2</sup> (densité d'unités résidentielles)
- Le pourcentage d'unités résidentielles dans un immeuble de moyenne ou grande hauteur
- Le pourcentage du bâtiment qui est refroidi multiplié par le nombre de degrés-jours de refroidissement (Pourcentage de refroidissement x DJR)
- Le pourcentage du bâtiment qui est chauffé multiplié par le nombre de degrés-jours de chauffage (Pourcentage de chauffage x DJC)

---

<sup>1</sup> Une explication complète de ces critères se trouve dans le document de référence technique Portfolio Manager pour 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).

Ces variables sont utilisées ensemble pour calculer l'IE à la source prévue pour les immeubles à logements multiples. 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. Il s'agit donc de l'énergie moyenne pour les bâtiments qui s'apparentent au vôtre. Il y avait plusieurs variables pour lesquelles RNCAN ne disposait pas de données suffisantes pour prendre une décision quant à leur inclusion dans le modèle.

### Analyse des bâtiments de faible, moyenne et grande hauteur

L'analyse de la hauteur des bâtiments dans les immeubles à logements multiples a montré que les bâtiments de plus faible hauteur consomment moins d'énergie que les bâtiments plus hauts. Pour approfondir l'analyse de cette tendance, les bâtiments ont été répartis en trois catégories de hauteur : faible hauteur (1 à 4 étages), moyenne hauteur (5 à 9 étages) et grande hauteur (10 étages ou plus). On a constaté qu'entre les bâtiments de faible hauteur et ceux de hauteur moyenne ou élevée, il y avait une grande différence dans la consommation d'énergie (exprimée en intensité énergétique [IE]), les bâtiments de faible hauteur consommant moins d'énergie par mètre carré que les bâtiments plus élevés. Concernant les autres différences opérationnelles, il y a le fait que les immeubles de faible hauteur, ayant moins d'espaces communs (couloirs, commodités, etc.), ont une intensité énergétique plus élevée que les simples unités résidentielles. Cela s'aligne sur les tendances présentes dans les données de Portfolio Manager, ainsi que sur les tendances observées par l'EPA dans ses ensembles de données concernant les immeubles à logements multiples.

Dans notre analyse, chaque propriété était à 100 % de faible hauteur, de hauteur moyenne ou de hauteur élevée. Cependant, dans Portfolio Manager, il est possible qu'une communauté ait des bâtiments de différentes hauteurs. Par conséquent, la variable concernant le pourcentage d'immeubles de hauteur moyenne ou élevée est déterminée comme étant le pourcentage d'unités de la propriété qui se trouvent dans un immeuble de hauteur moyenne ou élevée. Par exemple, si une propriété se compose de deux bâtiments – un immeuble de hauteur moyenne avec 60 unités et un immeuble de faible hauteur avec 40 unités – la valeur de la variable représentant l'immeuble de hauteur moyenne sera de 0,6 (hauteur moyenne =  $60/(60+40) = 0,6$ ).

### Buanderie

La présence d'une buanderie dans les immeubles à logements multiples a été analysée pour voir si cela contribuait à l'augmentation de la consommation d'énergie. Malheureusement, il n'a pas été possible de tirer une conclusion car les données de l'enquête variaient peu. En effet, 95 % des propriétés disposaient d'un service de buanderie dans une aire commune ou avaient les branchements nécessaires pour que les propriétaires puissent installer leur propre laveuse et sècheuse. Comme nous avons obtenu très peu de réponses des immeubles n'ayant pas d'installations de buanderie, il s'est avéré impossible de savoir s'il y avait une différence importante sur le plan statistique entre la population ayant une buanderie et celle qui n'en avait pas.

### Variables climatiques

Le climat est une caractéristique qui a été examinée de près. RNCAN a analysé la relation entre l'IE et les degrés-jours de refroidissement (DJR) et les degrés-jours de chauffage (DJC). Bien que les DJC se soient avérés constamment significatifs dans les modèles, l'analyse a montré que les DJR contribuaient également à l'augmentation de la consommation d'énergie, mais dans une moindre mesure que les DJC. En raison de la variance limitée des DJR à l'intérieur d'une seule année d'échantillonnage et de la relation complexe entre les DJC et les DJR

dans différentes régions climatiques du Canada, RNCan craignait que l'impact de la climatisation ne soit pas entièrement représenté dans le modèle. Afin d'apporter des ajustements, RNCan a utilisé une combinaison de techniques d'analyse, y compris la régression linéaire de l'IE et du pourcentage de la superficie refroidie x DJR dans les données de l'enquête, l'examen de modèles techniques et des comparaisons avec les données de Portfolio Manager, afin de déterminer un facteur approprié pour tenir compte de l'énergie pour la climatisation. L'analyse a permis de déterminer le taux d'augmentation de l'énergie à la source par rapport au pourcentage de la superficie refroidie x DJR. L'application de cet ajustement a permis d'obtenir un modèle plus complet avec des facteurs liés au refroidissement et au chauffage qui sont mieux adaptés aux tendances climatiques changeantes.

## Vérification

RNCan a effectué une analyse approfondie de 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'enquête, pour connaître les cotes ENERGY STAR moyennes et les distributions ainsi que pour évaluer les répercussions et les ajustements. Cette analyse a également permis de confirmer qu'il y a peu de déviation des caractéristiques d'exploitation de base telles que la densité des unités ou le pourcentage de la superficie chauffée x DJC, et qu'il n'y avait aucun parti pris régional ni aucune partialité à l'égard du type d'énergie choisi pour chauffer les bâtiments.

Il est important de rappeler que l'équation de régression finale repose sur les données de référence représentatives à l'échelle nationale tirées de l'enquête, 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 ordinaires pondérés sur l'ensemble de données filtrées des 219 observations. La variable dépendante est l'IE à la source. Chaque variable indépendante est centrée par rapport à la valeur moyenne pondérée, présentée à la **figure 2**. L'équation finale est présentée à la **figure 3**. Toutes les variables dans l'équation de régression sont jugées significatives à un degré de confiance de 85 % ou plus, comme en témoigne leur niveau de signification respectif.

L'équation de régression a une valeur de coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 0,1545, ce qui indique que cette équation explique 15,45 % de la variance dans l'IE à la source pour les immeubles à logements multiples. 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<sup>2</sup> on observe que l'équation explique 87,75 % de la variation de l'énergie à la source totale des immeubles à logements multiples. 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 ordinaires 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](https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf)

<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  $[\text{Pondération} * (\text{énergie à la source réelle}_i - \text{énergie à la source prévue}_i)]^2$  pour toutes les observations. La variation totale de  $Y$  est la somme de  $[\text{Pondération} * (\text{énergie à la source réelle}_i - \text{énergie à la source moyenne pondérée})]^2$  pour toutes les observations.

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

Variable	Minimum	Médiane	Maximum	Moyenne
Énergie à la source par mètre carré (GJ/m <sup>2</sup> )	0,3611	1,067	2,465	1,115
Densité des chambres à coucher*	0,5893	1,767	2,3	1,726
Densité des unités	0,4071	1,140	2,298	1,228
Pourcentage d'unités comprises dans un bâtiment de moyenne ou de grande hauteur	0	1	1	0,7346
Pourcentage de la superficie refroidie x DJR	0	0	496	113,1
Pourcentage de la superficie chauffée x DJC	2 016	3 828	5 456	3 804

\*La densité des chambres à coucher est limitée à 2,3 lits par 100 m<sup>2</sup>

**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	219			
Valeur R <sup>2</sup>	0,1700			
Valeur R <sup>2</sup> ajustée	0,1545			
Statistique F	10,96			
Signification (seuil-p)	< 0,0001			
	Coefficients non normalisés	Erreur type	Valeur T	Signification (seuil-p)
Constante	1,115	2.462E-02	45.29	<.0001
Densité des chambres à coucher*	0,1235	7.924E-02	1,56	0,1205
Densité des unités	0,2363	7.576E-02	3.12	0,0021
Pourcentage d'unités comprises dans un bâtiment de moyenne ou de grande hauteur	0,2138	5.879E-02	3.64	0,0003
Pourcentage de la superficie refroidie x DJR	0,0002	n/a	n/a	n/a
Pourcentage de la superficie chauffée x DJC	5.950E-05	2.939E-05	2.02	0,0441

**Remarques :**

- \*La densité des chambres à coucher est limitée à 2,3 lits par 100 m<sup>2</sup>.
- \*\*Le coefficient représentant le pourcentage de la superficie refroidie x DJR a été restreint à la moyenne de GJ/m<sup>2</sup> pour les degrés-jours de refroidissement x le pourcentage de la superficie refroidie identifié par l'analyse effectuée par RNCan. L'analyse a montré qu'en moyenne, l'IE du chauffage à la source augmente de 0,0002 GJ/m<sup>2</sup> pour chaque degré-jour de refroidissement x le pourcentage de la superficie refroidie.
- La régression est une régression des moindres carrés ordinaires pondérés, dont la variable de pondération est la variable « finale pondérée (finalwt) » de l'ensemble de données.
- Toutes les variables du modèle sont centrées. La variable centrée correspond à la différence entre la valeur réelle et la moyenne observée. Les valeurs moyennes observées sont présentées à la figure 2.
- Les degrés-jours de chauffage et de refroidissement proviennent des stations météorologiques canadiennes incluses dans le système du National Climatic Data Center des États-Unis.

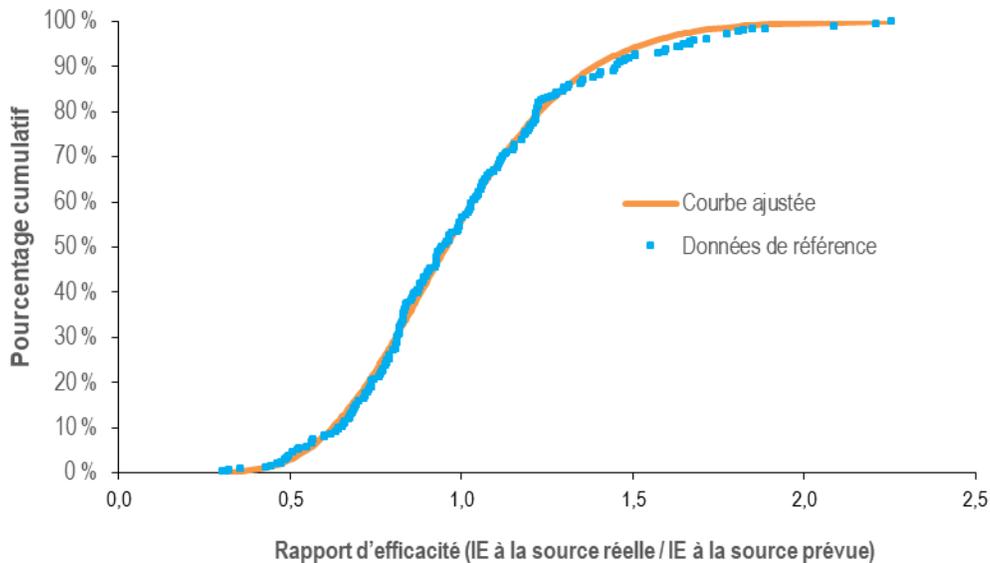
## TABLEAU DE RÉFÉRENCE DE LA COTE ENERGY STAR

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, alors 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 (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 10,58 et un paramètre d'échelle (bêta) de 0,0932. Pour cet ajustement, la somme de l'erreur quadratique est de 0,0499.

**Figure 4 – Distribution pour les immeubles à logements multiples**



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 immeubles à logements multiples**

Cote ENERGY STAR	Pourcentage cumulatif	Ratio d'efficacité énergétique		Cote ENERGY STAR	Pourcentage cumulatif	Ratio d'efficacité énergétique	
		>=	<			>=	<
100	0 %	0,0000	0,4193	50	50 %	0,9549	0,9624
99	1 %	0,4193	0,4670	49	51 %	0,9624	0,9699
98	2 %	0,4670	0,4992	48	52 %	0,9699	0,9775
97	3 %	0,4992	0,5244	47	53 %	0,9775	0,9851
96	4 %	0,5244	0,5455	46	54 %	0,9851	0,9928
95	5 %	0,5455	0,5640	45	55 %	0,9928	1,0005
94	6 %	0,5640	0,5806	44	56 %	1,0005	1,0083
93	7 %	0,5806	0,5957	43	57 %	1,0083	1,0162
92	8 %	0,5957	0,6097	42	58 %	1,0162	1,0242
91	9 %	0,6097	0,6227	41	59 %	1,0242	1,0322
90	10 %	0,6227	0,6351	40	60 %	1,0322	1,0404
89	11 %	0,6351	0,6468	39	61 %	1,0404	1,0487
88	12 %	0,6468	0,6579	38	62 %	1,0487	1,0570
87	13 %	0,6579	0,6686	37	63 %	1,0570	1,0655
86	14 %	0,6686	0,6789	36	64 %	1,0655	1,0741
85	15 %	0,6789	0,6889	35	65 %	1,0741	1,0829
84	16 %	0,6889	0,6985	34	66 %	1,0829	1,0918
83	17 %	0,6985	0,7079	33	67 %	1,0918	1,1009
82	18 %	0,7079	0,7170	32	68 %	1,1009	1,1101
81	19 %	0,7170	0,7260	31	69 %	1,1101	1,1195
80	20 %	0,7260	0,7347	30	70 %	1,1195	1,1291
79	21 %	0,7347	0,7433	29	71 %	1,1291	1,1389
78	22 %	0,7433	0,7517	28	72 %	1,1389	1,1490
77	23 %	0,7517	0,7599	27	73 %	1,1490	1,1593
76	24 %	0,7599	0,7681	26	74 %	1,1593	1,1699
75	25 %	0,7681	0,7761	25	75 %	1,1699	1,1807
74	26 %	0,7761	0,7840	24	76 %	1,1807	1,1919
73	27 %	0,7840	0,7919	23	77 %	1,1919	1,2034
72	28 %	0,7919	0,7996	22	78 %	1,2034	1,2153
71	29 %	0,7996	0,8073	21	79 %	1,2153	1,2276
70	30 %	0,8073	0,8149	20	80 %	1,2276	1,2404
69	31 %	0,8149	0,8225	19	81 %	1,2404	1,2537
68	32 %	0,8225	0,8300	18	82 %	1,2537	1,2676
67	33 %	0,8300	0,8374	17	83 %	1,2676	1,2821
66	34 %	0,8374	0,8448	16	84 %	1,2821	1,2973
65	35 %	0,8448	0,8522	15	85 %	1,2973	1,3134
64	36 %	0,8522	0,8596	14	86 %	1,3134	1,3304
63	37 %	0,8596	0,8669	13	87 %	1,3304	1,3484
62	38 %	0,8669	0,8742	12	88 %	1,3484	1,3678
61	39 %	0,8742	0,8815	11	89 %	1,3678	1,3886
60	40 %	0,8815	0,8888	10	90 %	1,3886	1,4113
59	41 %	0,8888	0,8961	9	91 %	1,4113	1,4361
58	42 %	0,8961	0,9034	8	92 %	1,4361	1,4638
57	43 %	0,9034	0,9107	7	93 %	1,4638	1,4951
56	44 %	0,9107	0,9180	6	94 %	1,4951	1,5314
55	45 %	0,9180	0,9253	5	95 %	1,5314	1,5747
54	46 %	0,9253	0,9327	4	96 %	1,5747	1,6289
53	47 %	0,9327	0,9400	3	97 %	1,6289	1,7029
52	48 %	0,9400	0,9474	2	98 %	1,7029	1,8239
51	49 %	0,9474	0,9549	1	99 %	1,8239	>1,8239

## EXEMPLE DE CALCUL

Le calcul de la cote pour les immeubles à logements multiples 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](https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/ENERGY%20STAR%20Score_fr_CA.pdf). Voici un exemple de calcul.

### 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
Electricité	300 000 kWh
Gaz naturel	218 141 m <sup>3</sup>

Détails d'utilisation de la propriété	Valeur
Superficie brute (m <sup>2</sup> )	9 000
Nombre total d'unités	180
Nombre total de chambres à coucher	250
Unités – faible hauteur	20
Unités – Moyenne hauteur	0
Unités – Grande hauteur	160
Pourcentage du bâtiment qui peut être chauffé	100 %
Pourcentage du bâtiment qui peut être refroidi	100 %
DJC (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)	5 751
DJR (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)	117

### 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
Electricité	300 000 kWh	3,600E-03	1 080	1,960	2 117
Gaz naturel	218 141 m <sup>3</sup>	3,843E-02	8 383	1,010	8 467
Énergie à la source totale (GJ)					10 584
IE à la source (GJ/m <sup>2</sup> )					1,176

### 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 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	-	-	-	1,115	1,115
Densité des chambres à coucher*	2,300	1,726	0,5740	0,1235	7,089E-02
Densité des unités	2,000	1,228	0,7720	0,2363	0,1824
Pourcentage d'unités comprises dans un bâtiment de moyenne ou de grande hauteur	0,8900	0,7346	0,1554	0,2138	3,322E-02
Pourcentage de la superficie refroidie x DJR	117,0	113,1	3,900	0,0002	7,800E-04
Pourcentage de la superficie chauffée x DJC	5 751	3 804	1 947	5,950E-05	0,1158

\*La densité des chambres à coucher est limitée à 2,3 lits par 100 m<sup>2</sup>

**IE à la source prévue (GJ/m<sup>2</sup>)**

**1,518**

### 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 = 1,176 / 1 518 = **0,7747**

### 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 0,7747 est supérieur à 0,7681 mais inférieur à 0,7761.
- **La cote ENERGY STAR est 75.**