

## Cote ENERGY STAR pour les écoles du préscolaire au secondaire au Canada

### APERÇU

La cote ENERGY STAR pour les écoles du préscolaire au secondaire s'applique aux écoles primaires et secondaires. Elle n'inclut pas les collèges, les cégeps, ou les salles de cours et les laboratoires d'université, les écoles de formation professionnelle, les écoles de métiers, les écoles techniques, les centres préscolaires ou les garderies. L'objectif de la cote ENERGY STAR est d'offrir une évaluation équitable et objective du rendement énergétique d'une propriété, par rapport à des propriétés semblables, en tenant compte du climat, des conditions météorologiques et des activités commerciales de la propriété. Une analyse statistique d'un groupe de bâtiments semblables est effectuée 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 écoles s'applique aux écoles primaires et secondaires, de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année. Elle s'applique aux bâtiments individuels et aux complexes de bâtiments. Un bâtiment individuel qui fait partie d'un complexe plus large ne peut pas recevoir une cote individuelle.
- **Données de référence.** L'analyse pour les écoles 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 2014.
- **Ajustements pour les conditions météorologiques et les activités commerciales.** L'analyse comprend des ajustements pour :
  - Le nombre de travailleurs sur le quart de travail principal;
  - Le pourcentage de la superficie dédié à la préparation des aliments;
  - 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 refroidi.
- **Date de publication.** Il s'agit de la deuxième publication de la cote ENERGY STAR pour les écoles du préscolaire au secondaire au Canada. La cote ENERGY STAR pour les écoles est mise à jour régulièrement avec les plus récentes données disponibles :
  - Dernière mise à jour : Mars 2019
  - Première parution : Juillet 2013

Ce document présente des renseignements détaillés sur la conception de la cote ENERGY STAR de 1 à 100 pour les écoles du préscolaire au secondaire. Pour obtenir 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 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). Les prochaines sections du présent document fournissent des précisions sur la conception de la cote ENERGY STAR pour les écoles du préscolaire au secondaire



ENERGY STAR®

PortfolioManager®

Référence technique

## Cote ENERGY STAR pour les écoles du préscolaire au secondaire au Canada

APERÇU .....	1
DONNÉES DE RÉFÉRENCE ET FILTRES.....	3
VARIABLES ANALYSÉES .....	5
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 écoles du préscolaire au secondaire au Canada s'applique aux écoles primaires et secondaires, de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année. 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 2015 et au début de 2016. Les données de consommation pour l'enquête proviennent de l'année civile 2014. 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/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/eucie/2014/tableaux.cfm>

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 surmonter les limites techniques des données. Ces filtres sont : type de bâtiment, programme, restrictions de données et analytiques. Une description complète de chacune de ces catégories est fournie 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 la conception de la cote ENERGY STAR pour les écoles du préscolaire au secondaire et explique le bien-fondé de chaque filtre. Une fois tous les filtres appliqués, l'ensemble des données restantes comporte 277 cas observés. En raison de la confidentialité des données de l'enquête, nous ne sommes pas en mesure de définir le nombre de cas observés après chaque filtre.

**Figure 1 – Sommaire des filtres pour la cote ENERGY STAR pour les écoles du préscolaire au secondaire**

Conditions d'inclusion d'un cas observé dans l'analyse	Justification
Défini comme catégorie 3 dans l'EUCIE – de la maternelle à la 12 <sup>e</sup> année	L'enquête EUCIE portait sur le secteur commercial et institutionnel et comprenait des bâtiments de tous genres. Pour ce modèle, seuls les cas observés désignés comme étant principalement des écoles du préscolaire au secondaire sont utilisés.
Doit avoir des données de consommation d'électricité	Filtre de programme – Les écoles du préscolaire au secondaire qui ne consomment pas d'électricité sont rares, voire inexistantes; il peut s'agir d'une omission dans les données énergétiques. L'électricité peut être achetée en réseau ou produite sur place.
Au moins 50 % du bâtiment doit être une école du préscolaire au secondaire.	Filtre par type de bâtiment – Pour être pris en compte dans un groupe d'écoles du préscolaire au secondaire, l'établissement doit comporter un minimum de superficie pour une école du préscolaire au secondaire.
Exclut les bâtiments scolaires de la catégorie « Autre seulement »	Filtre par type de bâtiment – Les bâtiments scolaires de la catégorie « Autre » seulement n'entrent pas dans la définition d'une école.
La superficie du bâtiment doit être d'au moins 92,9 m <sup>2</sup>	Filtre de programme – L'analyse n'était pas en mesure de modéliser le comportement des bâtiments d'une superficie inférieure à 92,9 m <sup>2</sup> (1 000 pi <sup>2</sup> ).
Il doit être exploité au moins 30 heures par semaine.	Filtre de programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un établissement à temps plein.
Doit être exploité au moins huit (8) mois par année	Filtre de programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme un établissement à temps plein.
Doit y avoir au moins un employé et deux élèves	Filtre de programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme une école opérationnelle. Il doit être occupé.
Il doit avoir été construit en 2013 ou avant.	Filtre de restrictions des données – L'enquête déclarait la consommation d'énergie pour l'année civile 2014. Par conséquent, si le bâtiment a été construit en 2014, il serait impossible d'obtenir une année complète de données sur la consommation.

Conditions d'inclusion d'un cas observé dans l'analyse	Justification
Ne doit pas inclure l'énergie fournie à d'autres bâtiments	Filtre de restrictions de données – L'enquête demandait si l'énergie déclarée pour l'établissement comportait l'énergie fournie à d'autres bâtiments, par exemple dans un campus de bâtiments pour des salles de classe mobiles. Les données relatives à l'utilisation pouvaient ne pas être incluses; c'est pourquoi ces observations ont été retirées.
Il ne peut utiliser « d'autres » combustibles, dont la consommation ne serait pas déclarée.	Filtre de restrictions de données – L'enquête demandait si l'établissement consommait des combustibles autres que l'électricité achetée, l'électricité produite sur place à partir de sources renouvelables, le gaz naturel, le mazout léger, le diesel, le kérosène, le propane, la vapeur et l'eau chaude pour le chauffage collectif ou l'eau refroidie collective. Soit le type d'énergie n'était pas défini ou, dans le cas de bois, la valeur énergétique était difficilement convertible; c'est pourquoi il était difficile de comparer directement la teneur en énergie de ces combustibles. On a supprimé ces observations de l'analyse pour ces situations.
Au moins 50 % de la superficie doit être chauffée	Filtre analytique – Les observations inférieures ou égales à 50 % n'ont pas été jugées réalistes pour le climat canadien qui excède généralement les 2 000 DJC.
L'IE à la source doit être inférieure ou égale à 3,2 GJ/m <sup>2</sup>	Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes selon 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.
Il doit avoir une densité d'occupation (travailleurs par 100 m <sup>2</sup> ) inférieure ou égale à 2,9.	Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes selon 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.
Il doit avoir une densité de capacité en sièges d'étudiants (étudiants par 100 m <sup>2</sup> ) supérieure ou égale à 2,2 et inférieure ou égale à 30.	Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes selon 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 sont également des critères pour le calcul de la cote dans Portfolio Manager. 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. En revanche, les filtres de restrictions des données tiennent compte des limites dans les données disponibles, mais ne s'appliquent pas dans Portfolio Manager. Les filtres analytiques servent à éliminer les données aberrantes ou différents sous-ensembles de données, et 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<sup>2</sup> ne se comportent pas de la même façon que les bâtiments plus grands). Dans de tels cas, un filtre analytique sera utilisé 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 <https://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/batiments/analyse-comparative/faq/3788#faq282>.

Une autre considération reliée aux filtres et aux critères d'admissibilité est de savoir comment Portfolio Manager traite les propriétés qui sont situées dans un complexe. L'unité de comparaison principale dans Portfolio Manager est la propriété, qui peut servir à décrire un bâtiment individuel ou un complexe de bâtiments. L'applicabilité de la cote ENERGY STAR dépend du type de propriété. Les écoles du préscolaire au secondaire peuvent obtenir une cote ENERGY STAR pour un bâtiment unique ou pour un complexe de bâtiments. Les écoles peuvent être constituées de

plusieurs bâtiments qui sont tous inhérents à l'activité principale. Un bâtiment peut contenir des salles de classe, un deuxième peut contenir le gymnase et un autre pourrait être une salle de classe mobile. 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 pratiquées à l'intérieur d'un même bâtiment, l'école 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 établir les aspects de l'activité d'un bâtiment qui sont importants au chapitre de la consommation énergétique. L'ensemble des données de référence filtrées, décrit à la section précédente, est analysé en utilisant une régression des moindres carrés pondérés qui évalue la consommation d'énergie par rapport à l'activité commerciale (p. ex., les heures hebdomadaires d'exploitation, le nombre de travailleurs, la superficie et le 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 écoles du préscolaire au secondaire.

### Variable dépendante

La variable dépendante est l'élément que nous tentons de prédire au moyen de l'équation de régression. Pour l'analyse des écoles du préscolaire au secondaire, 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, y compris les salles de classe mobiles alimentées par le bâtiment principal. 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 dans la consommation d'énergie à la source par mètre carré dans les écoles. 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>).

### Variabes indépendantes

Les données de l'EUCIE contiennent de nombreux éléments liés à l'exploitation du bâtiment que RNCAN a désignés comme potentiellement importants pour les écoles du préscolaire au secondaire. En se basant sur un examen des variables disponibles dans les données de l'EUCIE, en conformité avec 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 du bâtiment (m<sup>2</sup>)
- Degrés-jours de chauffage (DJC)
- Degrés-jours de refroidissement (DJR)
- Pourcentage de la superficie chauffée
- Pourcentage de la superficie refroidie
- Superficie dédiée à la préparation des aliments
- Pourcentage de la superficie dédié à la préparation des aliments
- Présence d'un gymnase (O/N)

<sup>1</sup> On peut trouver une explication complète de ces critères dans 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).

- Superficie dédiée au gymnase (m<sup>2</sup>)
- Présence d'une salle de classe mobile (O/N)
- Présence d'une piscine intérieure (O/N)
- Exploitation les fins de semaine et après les heures normales d'enseignement
- Nombre d'heures d'exploitation par semaine
- Nombre de mois d'exploitation en 2014
- Le nombre de travailleurs sur le quart de travail principal;
- Nombre d'étudiants inscrits
- Nombre de personnes occupant le bâtiment
- Présence d'une garderie (O/N)
- Nombre de machines distributrices
- S'agit-il d'une école primaire seulement?
- S'agit-il d'une école secondaire?

RNCan, suivant les conseils de l'Environmental Protection Agency (EPA), a effectué un examen en profondeur de l'ensemble de ces caractéristiques d'exploitation. En plus d'examiner chacune des caractéristiques, on les a aussi étudiées les unes par rapport aux 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 liens physiques entre les éléments du bâtiment. Par exemple, le nombre de travailleurs sur le quart principal peut être évalué sous forme de format de densité. Le nombre de travailleurs par mètre carré (contrairement au nombre brut de travailleurs) devrait être en corrélation avec la consommation d'énergie par mètre carré. En outre, en fonction des résultats d'analyse et des graphiques résiduels, les variables ont été examinées au moyen de différentes transformations (comme le logarithme naturel, dont l'abréviation est Ln). L'analyse est constituée de plusieurs formulations de régression. Ces analyses étaient 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 :

- Densité de travailleurs
- Pourcentage de la superficie dédiée à la préparation des aliments
- Degrés-jours de chauffage (DJC)
- Degrés-jours de refroidissement multipliés par le pourcentage de la superficie refroidie

Ces variables sont utilisées ensemble pour calculer l'IE à la source prévue pour les écoles du préscolaire au secondaire. 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.

### Variable d'école secondaire

Dans le modèle précédent tiré des données de 2009, les cas désignés comme étant des écoles secondaires (par opposition aux écoles primaires) ont révélé une IE plus élevée, résultat statistiquement significatif pour ce modèle. Dans le modèle actuel tiré des données de 2014, le rapport entre les écoles secondaires et l'IE plus élevée est beaucoup moins prononcé; ce rapport n'est pas statistiquement significatif. L'analyse indique qu'entre 2009 et 2014, la différence d'IE entre les écoles primaires et secondaires a diminué; l'IE des écoles primaires a augmenté, tandis que celle des écoles secondaires n'a pas bougé depuis 2009.

## Analyse de la densité des travailleurs, des étudiants et des systèmes informatiques

On a analysé ces trois variables afin de savoir s'ils pouvaient servir de variables explicatives pour l'IE des bâtiments, et toutes trois ont présenté une corrélation positive. Cependant, on a retenu la densité des travailleurs comme variable explicative en raison de sa forte corrélation et de sa capacité à expliquer les écarts entre la densité des étudiants et celle des systèmes informatiques.

### Vérification

Enfin, RNCAN a mis à l'essai l'équation de régression en utilisant des écoles réelles présentes dans Portfolio Manager. Cela a permis d'obtenir un autre ensemble de bâtiments à examiner, qui s'ajoute aux données de l'EUCIE, pour connaître les cotes ENERGY STAR moyennes et les distributions, et pour évaluer les répercussions et les ajustements correspondants. Cette analyse, appliquée à un ensemble de données séparé, a permis de créer un deuxième niveau de vérification pour s'assurer que la ventilation des cotes par rapport à une région ou un type d'énergie consommée pour le chauffage était homogène.

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 ordinaires pondérés sur l'ensemble de données filtrées des 277 cas observés. 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.

L'équation de régression a une valeur de coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 0,251, ce qui indique que cette équation explique 25,1 % de la variance dans l'IE à la source pour les bâtiments des écoles du préscolaire au secondaire. 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 en fait 92,3 % de la variation de l'énergie à la source totale des écoles du préscolaire au secondaire. Il s'agit d'un bon 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 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).

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

**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> )	0,3508	1,0888	3,1974	1,1273
Densité de travailleurs	0,2024	0,8536	2,8026	0,9045
Pourcentage de la superficie dédiée à la préparation des aliments	0	0	0,1371	0,00295
Degrés-jours de chauffage (DJC)	2718	4616	7053	4735
Degrés-jours de refroidissement multipliés par le pourcentage de la superficie refroidie	0	26,31	344,1	72,4

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

Résumé				
Variable dépendante	Intensité énergétique à la source (GJ/m <sup>2</sup> )			
Nombre d'observations dans l'analyse	277			
Valeur R <sup>2</sup>	0,2510			
Valeur R <sup>2</sup> ajustée	0,24			
Statistique F	22,78			
Signification (seuil-p)	<0,0001			
	Coefficients non normalisés	Erreur type	Valeur T	Signification (seuil p)
Constante	1,1273	0,02084	54,09	<0,0001
Densité de travailleurs	0,0987	0,05108	1,93	0,0543
Pourcentage de la superficie dédiée à la préparation des aliments	8,5142	1,803	4,72	<0,0001
Degrés-jours de chauffage (DJC)	1,885E-04	2,24 E -05	8,42	<0,0001
Degrés-jours de refroidissement multiplié par le pourcentage de la superficie refroidie	6,128E-04	2,285E-04	2,68	0,0078

**Remarques :**

- La régression est une régression des moindres carrés ordinaires pondérés, pondérée par la variable « SWEIGHT » de l'EUCIE.
- 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.
- L'ajustement du pourcentage d'espace dédié à la préparation des aliments est plafonné à 0,15, ou 15 %.
- Les degrés-jours de chauffage (DJC) et les degrés-jours de refroidissement (DJR) proviennent du National Climatic Data Center des États-Unis.

## TABLEAU DE RÉFÉRENCE DE LA COTE ENERGY STAR

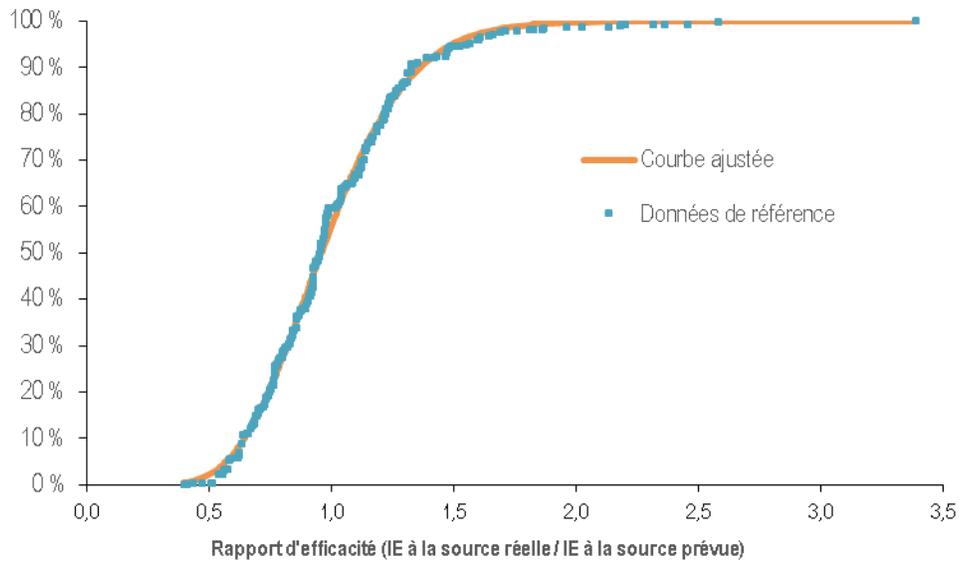
L'équation de régression finale (présentée à la **figure 3**) fournit une prédiction de l'IE à la source en fonction des caractéristiques d'exploitation d'un bâtiment. Certains bâtiments inclus dans les données de référence de l'EUCIE consomment plus d'énergie que la quantité prévue dans l'équation de régression, tandis que d'autres en consomment moins. Pour calculer le rapport d'efficacité énergétique, on divise l'IE à la source *réelle* de chaque cas observé de l'ensemble de données de référence 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 plus faible 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 cas observé 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 12,1105 et un paramètre d'échelle (bêta) de 0,08139. Pour cet ajustement, la somme de l'erreur quadratique est de 0,06565.

**Figure 4 – Distribution pour les écoles du préscolaire au secondaire**



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 écoles du préscolaire au secondaire

Cote ENERGY STAR	Pourcentage cumulatif	Rapport d'efficacité énergétique		Cote ENERGY STAR	Pourcentage cumulatif	Rapport d'efficacité énergétique	
		> =	<			> =	<
100	0 %	0,0000	0,4478	50	50 %	0,9587	0,9657
99	1 %	0,4478	0,4943	49	51 %	0,9657	0,9727
98	2 %	0,4943	0,5256	48	52 %	0,9727	0,9798
97	3 %	0,5256	0,5500	47	53 %	0,9798	0,9869
96	4 %	0,5500	0,5704	46	54 %	0,9869	0,9941
95	5 %	0,5704	0,5882	45	55 %	0,9941	1,0013
94	6 %	0,5882	0,6041	44	56 %	1,0013	1,0087
93	7 %	0,6041	0,6186	43	57 %	1,0087	1,0160
92	8 %	0,6186	0,6320	42	58 %	1,0160	1,0235
91	9 %	0,6320	0,6445	41	59 %	1,0235	1,0310
90	10 %	0,6445	0,6563	40	60 %	1,0310	1,0386
89	11 %	0,6563	0,6675	39	61 %	1,0386	1,0463
88	12 %	0,6675	0,6781	38	62 %	1,0463	1,0541
87	13 %	0,6781	0,6883	37	63 %	1,0541	1,0621
86	14 %	0,6883	0,6982	36	64 %	1,0621	1,0701
85	15 %	0,6982	0,7076	35	65 %	1,0701	1,0782
84	16 %	0,7076	0,7168	34	66 %	1,0782	1,0865
83	17 %	0,7168	0,7257	33	67 %	1,0865	1,0950
82	18 %	0,7257	0,7344	32	68 %	1,0950	1,1036
81	19 %	0,7344	0,7429	31	69 %	1,1036	1,1123
80	20 %	0,7429	0,7512	30	70 %	1,1123	1,1213
79	21 %	0,7512	0,7593	29	71 %	1,1213	1,1304
78	22 %	0,7593	0,7673	28	72 %	1,1304	1,1397
77	23 %	0,7673	0,7751	27	73 %	1,1397	1,1493
76	24 %	0,7751	0,7828	26	74 %	1,1493	1,1591
75	25 %	0,7828	0,7904	25	75 %	1,1591	1,1692
74	26 %	0,7904	0,7979	24	76 %	1,1692	1,1796
73	27 %	0,7979	0,8053	23	77 %	1,1796	1,1903
72	28 %	0,8053	0,8126	22	78 %	1,1903	1,2013
71	29 %	0,8126	0,8199	21	79 %	1,2013	1,2127
70	30 %	0,8199	0,8271	20	80 %	1,2127	1,2246
69	31 %	0,8271	0,8342	19	81 %	1,2246	1,2369
68	32 %	0,8342	0,8413	18	82 %	1,2369	1,2497
67	33 %	0,8413	0,8483	17	83 %	1,2497	1,2632
66	34 %	0,8483	0,8553	16	84 %	1,2632	1,2773
65	35 %	0,8553	0,8622	15	85 %	1,2773	1,2921
64	36 %	0,8622	0,8691	14	86 %	1,2921	1,3078
63	37 %	0,8691	0,8760	13	87 %	1,3078	1,3245
62	38 %	0,8760	0,8829	12	88 %	1,3245	1,3423
61	39 %	0,8829	0,8898	11	89 %	1,3423	1,3616
60	40 %	0,8898	0,8966	10	90 %	1,3616	1,3825
59	41 %	0,8966	0,9035	9	91 %	1,3825	1,4054
58	42 %	0,9035	0,9103	8	92 %	1,4054	1,4309
57	43 %	0,9103	0,9172	7	93 %	1,4309	1,4597
56	44 %	0,9172	0,9241	6	94 %	1,4597	1,4930
55	45 %	0,9241	0,9309	5	95 %	1,4930	1,5328
54	46 %	0,9309	0,9378	4	96 %	1,5328	1,5826
53	47 %	0,9378	0,9447	3	97 %	1,5826	1,6504
52	48 %	0,9447	0,9517	2	98 %	1,6504	1,7610
51	49 %	0,9517	0,9587	1	99 %	1,7610	>1,7610

## EXEMPLE DE CALCUL

Comme l'explique en détail 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), il y a cinq étapes pour calculer une cote. Voici un exemple concret qui permet de calculer la cote pour des écoles du préscolaire au secondaire :

### 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	780 000 kWh
Gaz naturel	12 000 m <sup>3</sup>

Détails d'utilisation de la propriété	Valeur
Total de la superficie brute (m <sup>2</sup> )	7 000
Pourcentage de la superficie dédiée à la préparation des aliments (m <sup>2</sup> )	80
Nombre de travailleurs sur le quart de travail principal <sup>3</sup>	75
Pourcentage pouvant être refroidi	90
DJC (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)	3 601
DJR (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)	322

### 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 sont ajoutées pour tous les types de combustibles.
- 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	Facturation Unités	Multiplicateur GJ du site	GJ du site	Multiplicateur de la source	GJ à la source
Electricité	780 000 kWh	0,0036	2 808	1,96	5 503,68
Gaz naturel	12 000 m <sup>3</sup>	0,03843	461,16	1,01	465,77
Énergie à la source totale (GJ)					5 969,45
EI à la source réelle (GJ/m <sup>2</sup> )					<b>0,8528</b>

<sup>3</sup> Ceci représente le niveau de dotation de pointe typique durant le quart de travail principal. Par exemple, s'il y a 2 quarts de travail quotidiens de 8 heures et de 100 employés chacun, le nombre d'employés sur le quart de travail principal est 100.

### 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 les écoles du préscolaire au secondaire 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 centré
Constante	-	-	-	1,1273	1,1273
Degrés-jours de refroidissement x pourcentage de la superficie refroidie	289,8	72,4031	217,3969	6,128E-04	0,1332
Degrés-jours de chauffage	3 601	4734,7878	-1133,7878	1,885E-04	-0,2137
Densité de travailleurs	1,0714	0,9045	0,1669	0,0987	0,01648
Pourcentage dédié à la préparation des aliments	0,0114	0,003	0,008	8,5142	0,07218
<i>IE à la source prévue (GJ/m<sup>2</sup>)</i>					<b>1,1355</b>

### 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 = 0,8528 / 1,1355 = **0,7510**.

### 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 0,7510 est supérieur à 0,7549 et inférieur à 0,7512.
- **La cote ENERGY STAR est 80.**