

## Cote ENERGY STAR pour les patinoires intérieures au Canada

### APERÇU

La cote ENERGY STAR pour les patinoires intérieures au Canada s'applique aussi bien aux bâtiments publics que privés comprenant au moins une surface de glace utilisée pour du patinage, du hockey ou de la ringuette à un niveau professionnel ou récréatif. L'objectif de la cote ENERGY STAR est de fournir une évaluation équitable du rendement énergétique d'une propriété, par rapport à des propriétés semblables, en tenant compte du climat, des conditions météorologiques et des activités opérationnelles 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 des activités opérationnelles. La consommation d'énergie prévue d'un bâtiment est ensuite comparée avec 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 patinoires intérieures au Canada s'applique aux bâtiments publics ou privés comprenant au moins une surface de glace utilisée pour du patinage, du hockey ou de la ringuette à un niveau professionnel ou récréatif. La cote ENERGY STAR s'applique aux patinoires intérieures complètes, qu'il s'agisse d'un seul bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments.
- **Données de référence.** L'analyse des patinoires intérieures au Canada est fondée sur des données issues de l'*Enquête sur la consommation d'énergie des arénas* (ECEA), réalisée par Statistique Canada pour le compte de Ressources naturelles Canada (RNCan). Elle reflète la consommation d'énergie pour l'année 2014.
- **Ajustements pour les conditions météorologiques et les activités opérationnelles.** L'analyse comprend des ajustements pour :
  - le nombre de travailleurs à équivalent temps plein;
  - le nombre de mois d'utilisation de la patinoire intérieure principale;
  - la surface totale de la patinoire intérieure (m<sup>2</sup>);
  - le nombre moyen de surfaçages des patinoires intérieures par patinoire et par semaine;
  - le nombre de spectateurs que la patinoire peut accueillir;
  - le nombre de pistes de curling dans l'installation;
  - les conditions météorologiques et le climat (en utilisant les degrés-jours de chauffage et de refroidissement obtenus en fonction du code postal)
- **Date de publication.** Il s'agit de la première publication de la cote ENERGY STAR pour les patinoires intérieures au Canada.

Ce document présente des renseignements détaillés sur la conception de la cote ENERGY STAR de 1 à 100 pour les patinoires intérieures. 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 patinoires intérieures.



## Cote ENERGY STAR pour les patinoires intérieures au Canada

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 .....	10
EXEMPLE DE CALCUL .....	13

## DONNÉES DE RÉFÉRENCE ET FILTRES

La cote ENERGY STAR pour les patinoires au Canada s'applique aux bâtiments publics ou privés comprenant au moins une surface de glace utilisée pour du patinage, du hockey ou de la ringuette à un niveau professionnel ou récréatif. Actuellement, les bâtiments utilisés exclusivement pour le curling ne sont pas admissibles à la cote ENERGY STAR. Ils peuvent cependant faire l'objet d'une analyse comparative en tant que propriété de ce type. La cote ne s'applique pas aux installations de grande taille utilisées principalement pour des emplois professionnels ou collégiaux et disposant d'un nombre de places important pour les spectateurs ( $\geq 5\ 000$  places). L'analyse comparative de ces installations devrait vraisemblablement utiliser le type de propriété « Divertissement/Lieu de rassemblement public – Stade – Aréna intérieur », à

[https://portfoliomanager.energystar.gov/pm/glossary?lang=fr\\_CA#IndoorArena](https://portfoliomanager.energystar.gov/pm/glossary?lang=fr_CA#IndoorArena). Les données de référence utilisées pour établir le parc de bâtiments semblables reposent sur les données provenant de l'Enquête sur la consommation d'énergie des arénas (ECEA), 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. [Vous pouvez consulter la liste des résultats pour l'intégralité du secteur, élaborée par Statistique Canada, en ligne.](#)

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 chacune de ces catégories est fournie 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 patinoires intérieures, ainsi que le bien-fondé de chaque filtre. Une fois tous les filtres appliqués, on a dénombré 1 195 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 patinoires intérieures**

Conditions d'inclusions d'une observation dans l'analyse	Justification
Doit être équipée d'au moins une patinoire intérieure	Filtre type de bâtiment – Pour pouvoir être classée dans la catégorie des patinoires intérieures au sens de la définition utilisée pour l'enquête, l'installation doit être équipée d'au moins une patinoire intérieure. Cette patinoire doit être utilisée pour du hockey et/ou du patinage.
La superficie consacrée au centre d'entraînement, au gymnase et/ou à la piscine intérieure ne doit pas excéder 25 % de l'installation	Filtre type de bâtiment – Pour pouvoir être classée dans la catégorie des patinoires intérieures, la part de la superficie brute de l'installation consacrée au centre d'entraînement, au gymnase (terrains de sports de raquette inclus) et/ou à la piscine intérieure ne doit pas excéder 25 %. Dans Portfolio Manager, ces zones font partie du type de propriété : Centre d'entraînement/Club de santé/Gymnase.
Doit avoir des données sur la consommation d'électricité	Filtre programme – L'exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme une patinoire intérieure opérationnelle est qu'il doit consommer de l'électricité. L'électricité peut être achetée en réseau ou être produite sur place.
Doit y avoir au moins 1 travailleur à temps plein ou à temps partiel	Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme une patinoire intérieure à temps plein. Il doit y avoir au moins un travailleur.

Conditions d'inclusions d'une observation dans l'analyse	Justification
La patinoire principale doit être exploitée au moins 5 mois par année	Filtre programme – Exigence de base pour que le bâtiment soit considéré comme une patinoire à temps plein.
Ne doit pas utiliser de combustibles de type « autres » pour lesquels la valeur énergétique est déclarée	Filtre restrictions des données – L'enquête demande si l'installation consomme d'autres combustibles outre l'électricité achetée, l'électricité produite sur place en utilisant des sources renouvelables, le gaz naturel, le mazout de chauffage, le diesel ou le propane. Bien que l'unité d'énergie soit définie, le type d'énergie ne l'est pas; par conséquent, la teneur en énergie de ces combustibles ne peut pas être comparée directement. Dans ce type de circonstances, ces observations ont été retirées de l'analyse.
Doit avoir été construite en 2013 ou avant	Filtre restrictions des données – L'enquête indique 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.
Ne doit pas avoir déclaré d'énergie pour d'autres bâtiments	Filtre restrictions des données – L'enquête demande si l'énergie déclarée pour l'installation inclut l'énergie fournie à des piscines extérieures, à des terrains de sport, à des dômes extérieurs, à des terrains de tennis ou à des annexes. La consommation d'énergie pour ces utilisations ne peut pas être quantifiée. Les cas où l'énergie déclarée a été attribuée à l'une des utilisations décrites ont été retirés de l'analyse.
Doit avoir déclaré l'intégralité de l'énergie utilisée dans l'installation	Filtre restrictions des données – L'enquête demande si l'intégralité de l'énergie utilisée dans l'installation a été déclarée. Les cas dans lesquels tout ou partie de l'énergie consommée dans l'installation n'a pas été déclarée ou est manquante ont été retirés de l'analyse.
Doit avoir une densité d'occupation par les travailleurs inférieure ou égale à 0,75 travailleur à équivalent temps plein par 100 mètres carrés	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 un rapport entre la superficie de la patinoire et la superficie du bâtiment qui est inférieur ou égal à 90 %	Filtre analytique – Pour pouvoir classer l'installation dans la catégorie des patinoires intérieures, la superficie de glace ne peut pas représenter plus de 90 % de la superficie du bâtiment.
Doit contenir un nombre de places pour spectateurs qui ne dépasse pas 200 sièges par 100 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 un nombre de surfacages hebdomadaires moyen par patinoire qui est inférieur ou égal à 110	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 capacité pour les spectateurs qui ne dépasse pas 5 000 sièges	Filtre analytique – Valeurs jugées aberrantes en se basant sur l'analyse des données. Celles-ci sont généralement des valeurs qui sont clairement en marge des paramètres d'exploitation normaux pour un bâtiment de ce type.

Parmi les filtres appliqués aux données de référence, certains entraînent des contraintes pour le calcul de la cote dans Portfolio Manager, et d'autres non. Les filtres de type de bâtiment et de programme sont utilisés pour limiter les données de référence afin d'inclure uniquement les propriétés qui sont admissibles à recevoir une cote dans Portfolio Manager. Ces filtres sont donc liés aux conditions d'admissibilité. Par contre, les filtres de restrictions des données tiennent compte des limites dans les données disponibles, mais ne s'appliquent pas dans Portfolio Manager. Pour leur part, les filtres analytiques servent à éliminer les données aberrantes ou différents sous-ensembles de données. Ces filtres peuvent avoir ou non des répercussions sur l'admissibilité. Dans certains cas, un sous-ensemble de données aura un comportement différent du reste des propriétés, 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 une partie d'un bâtiment, un bâtiment unique ou un complexe de bâtiments. L'applicabilité de la cote ENERGY STAR dépend du type de propriété. La cote ENERGY STAR s'applique à une patinoire intérieure complète, qu'elle s'agisse d'un bâtiment individuel ou d'un complexe de bâtiments. Les patinoires intérieures peuvent être constituées de plusieurs bâtiments qui sont tous inhérents à l'activité principale. Un bâtiment peut contenir une patinoire, un deuxième peut contenir une autre patinoire et un troisième peut contenir le vestiaire. Dans un tel cas, il est possible d'obtenir une cote ENERGY STAR pour le complexe en entier tant que la consommation d'énergie est mesurée et déclarée pour tous les bâtiments du complexe. Dans les cas où toutes les activités sont contenues à l'intérieur d'un même bâtiment, la patinoire 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 effectuons 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, est analysé au moyen d'une régression des moindres carrés pondérés, qui évalue la consommation d'énergie par rapport à l'activité commerciale (p. ex., nombre de travailleurs, mois d'exploitation par année et climat). Cette régression linéaire fournit une équation qui sert à calculer l'intensité énergétique (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 patinoires intérieures 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 patinoires intérieures, 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 patinoires intérieures. 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'ECEA contiennent de nombreux éléments liés à l'exploitation du bâtiment que RNCAN a identifiés comme potentiellement importants pour les patinoires intérieures. En se basant sur l'examen des variables

disponibles dans les données de l'ECEA, 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)
- Nombre de travailleurs à temps plein et à temps partiel
- Nombre d'heures d'exploitation par semaine
- Nombre de mois d'exploitation par année
- Nombre d'ordinateurs, de serveurs et de caisses enregistreuses
- Présence d'un gymnase
- Utilisation principale de la patinoire ou des patinoires
- Superficie de la patinoire ou des patinoires
- Présence d'une ou de plusieurs patinoires intérieures et extérieures
- Présence d'équipement de réfrigération de la glace
- Nombre de places pour les spectateurs
- Nombre de surfaçages hebdomadaires
- Nombre de pistes de curling
- Présence d'un gymnase ou d'un centre d'entraînement
- Superficie d'un gymnase ou d'un centre d'entraînement
- Présence de restauration rapide, de restaurants et de bars
- Nombre de kiosques de restauration rapide, de restaurants et de bars
- Présence d'une piscine
- Superficie d'une piscine
- Nombre de places de stationnement intérieures
- Nombre de places de stationnement intérieures chauffées
- Nombre de places de stationnement extérieures

RNCan et l'EPA effectuent un examen approfondi de l'ensemble de ces caractéristiques opérationnelles. En plus d'examiner individuellement chaque caractéristique, RNCan et l'EPA les étudient aussi en combinaison les unes avec les autres (p. ex., le nombre de places pour spectateurs par nombre de patinoires). Dans le cadre de l'analyse, certaines variables sont reformulées afin de refléter les relations physiques des différents éléments du bâtiment. Par exemple, le nombre de travailleurs peut être évalué sous forme de densité. Le nombre de travailleurs *par mètre carré* (et non le nombre brut de travailleurs) pourrait avoir un rapport avec la consommation d'énergie par mètre carré. De plus, en fonction des résultats d'analyse et des graphiques des résidus, les variables sont 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 :

---

<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 moyen de surfaçages par patinoire par semaine
- Nombre de places pour les spectateurs par 100 mètres carrés
- Logarithme naturel du nombre de mois d'utilisation de la patinoire principale
- Nombre de travailleurs à équivalent temps plein par 100 mètres carrés
- Pourcentage de la superficie totale du bâtiment occupée par des patinoires
- Nombre de pistes de curling
- Nombre de degrés-jours de chauffage (DJC)
- Nombre de degrés-jours de refroidissement (DJR)

Ces variables sont utilisées ensemble pour calculer l'IE à la source prévue pour les patinoires intérieures. 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.

### Analyse concernant les travailleurs

RNCan et l'EPA ont analysé les données relatives aux travailleurs à temps partiel, aux travailleurs à temps plein, aux travailleurs à équivalent temps plein (ETP), ainsi qu'à leur densité (par 100 m<sup>2</sup>). L'augmentation de tout chiffre relatif aux travailleurs entraînait une augmentation de l'IE. Le nombre de travailleurs ETP par 100 m<sup>2</sup> est défini comme correspondant au nombre de travailleurs à temps plein plus un quart du nombre de travailleurs à temps partiel, (c.-à-d. on suppose qu'une journée de travail d'un travailleur à temps partiel équivaut au quart d'une journée de travail d'un travailleur à temps plein) par 100 m<sup>2</sup>. On a choisi le nombre de travailleurs ETP par 100 m<sup>2</sup> comme variable car la densité ETP était systématiquement la variable relative aux travailleurs la plus significative statistiquement.

Des analyses ultérieures ont indiqué que les installations avec une densité de travailleurs ETP élevée ne fonctionnaient pas comme les autres installations et réduisaient la stabilité des modèles statistiques. Il était nécessaire d'écartier les observations concernant les installations avec une densité de travailleurs ETP élevée (> 0,75 travailleur ETP par 100 m<sup>2</sup>). Dans le cadre du calcul de la cote ENERGY STAR, une densité de travailleurs ETP égale à 0,75 travailleur par 100 m<sup>2</sup> sera attribuée aux installations dont la densité de travailleurs ETP est supérieure à ce seuil.

### Analyse de la superficie de la propriété et de la superficie de patinoire intérieure

Plusieurs variables relatives à la taille du bâtiment ont été évaluées, y compris la superficie brute et la superficie de patinoire intérieure. Le pourcentage de la superficie de patinoire intérieure, c'est-à-dire le rapport entre la superficie de patinoire intérieure et la superficie du bâtiment, était systématiquement la variable la plus significative statistiquement. L'analyse a démontré que les installations avec des pourcentages de superficie de patinoire intérieure élevés ne se conformaient pas au même modèle que la majorité des installations étudiées. Par conséquent, les bâtiments dont les pourcentages de superficie de patinoire intérieure sont supérieurs à 90 % ont été exclus de l'analyse de régression et ne peuvent pas obtenir de cote ENERGY STAR. Il est important de signaler que la taille totale du bâtiment est quand même utilisée dans le calcul des variables de densité telles que la densité de travailleurs ETP par 100 m<sup>2</sup> et l'IE.

### Analyse de la capacité d'accueil des spectateurs et des sites à capacité d'accueil élevée

La densité d'accueil des spectateurs (nombre de places par 100 m<sup>2</sup>) était systématiquement une donnée statistique significative lors de l'élaboration du modèle pour les patinoires intérieures. Cependant, cette densité d'accueil n'influait pas l'IE avant d'atteindre au moins 20 places par 100 m<sup>2</sup>. Par conséquent, une densité d'accueil



minimale a été appliquée, et une densité d'accueil égale à 20 places par 100 m<sup>2</sup> sera attribuée aux installations pour lesquelles ce critère est inférieur à ce seuil.

Les sites à capacité d'accueil élevée sont définis comme étant les installations dont la capacité d'accueil est supérieure à 5 000 places. Les caractéristiques d'exploitation de ces sites sont différentes de celles des patinoires de loisir. Bien qu'il soit possible que la variable correspondant à la capacité d'accueil des installations normalise les patinoires à capacité d'accueil élevée, on redoutait que cette variable employée seule ne soit pas en mesure de refléter d'autres variables d'exploitation importantes pour des bâtiments de ce type. Ces autres variables potentielles n'ayant pas été obtenues lors de l'ECEA, une analyse supplémentaire, spécifique à ce type de bâtiment, est nécessaire. Toute patinoire intérieure dont la capacité d'accueil est supérieure à 5 000 places ne se verra donc pas attribuer de cote ENERGY STAR.

### Analyse des piscines, des gymnases et des centres d'entraînement

Plusieurs variables relatives à l'utilisation des gymnases, des centres d'entraînement et des piscines ont été étudiées au cours de l'analyse, notamment le nombre de mois d'utilisation de ces espaces ainsi que leurs superficies respectives. L'analyse a démontré que les installations équipées de piscines ont tendance à consommer plus d'énergie que les installations qui n'en ont pas, du fait de certaines différences opérationnelles, telles que les heures de fonctionnement (p. ex. la plupart des piscines sont ouvertes toute l'année alors que les patinoires ne sont généralement ouvertes que 8 mois par an). Étant donné le nombre de différences opérationnelles, les piscines, les gymnases et les centres d'entraînement n'ont pas été considérés comme des espaces de soutien aux patinoires intérieures. Pour effectuer correctement l'analyse comparative des installations, les utilisateurs doivent classer leurs gymnases, leurs centres d'entraînement et leurs piscines, ainsi que les espaces connexes, dans la catégorie de type de bâtiment Centre d'entraînement/Club de santé/Gymnase.

Pour qu'une installation soit admissible à une cote ENERGY STAR pour une patinoire intérieure, moins de 25 % de son espace doit être consacré à des piscines, des gymnases ou des centres d'entraînement.

### Vérification

Enfin, RNCan a mis à l'essai l'équation de régression en utilisant des données réelles qui se trouvaient déjà dans Portfolio Manager et les résultats du [recensement national des arénas, mai 2015 – décembre 2005, du conseil canadien des installations récréatives](#) (en anglais seulement). Cela a permis d'obtenir un autre ensemble de bâtiments à examiner, en plus des données de l'ECEA, pour connaître les cotes ENERGY STAR moyennes et les distributions, ainsi que pour évaluer les répercussions et les ajustements. Cette analyse d'un autre ensemble de données a fourni un deuxième niveau de vérification pour s'assurer que les cotes sont bien réparties.

Il est important de rappeler que l'équation de régression finale repose sur les données de référence représentatives à l'échelle nationale provenant de l'ECEA de 2014, et non sur les données se trouvant déjà dans Portfolio Manager ou recueillies dans le cadre du recensement de 2005.

## RÉSULTATS DE L'ÉQUATION DE RÉGRESSION

La régression finale est une régression des moindres carrés pondérés sur l'ensemble de données filtrées des 1 195 observations. La variable dépendante est l'IE à la source. Chaque variable indépendante est centrée par rapport à la valeur moyenne, présentée à la **figure 2**. L'équation finale est présentée à la **figure 3**. Toutes les



variables dans l'équation de régression sont significatives à un degré de confiance de 95 % ou plus, comme le témoigne leur niveau de signification respectif.

L'équation de régression a une valeur de coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 0,403, ce qui indique que cette équation explique 40,3 % de la variance dans l'IE à la source pour les patinoires intérieures. 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 75,3 % de la variation de l'énergie à la source totale des patinoires intérieures.

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	Minimum	Médiane	Maximum	Valeur de centrage
Énergie à la source par mètre carré (GJ/m <sup>2</sup> )	0,07	1,64	8,05	1,85
Logarithme naturel du nombre de mois d'exploitation de la patinoire principale	1,61	1,95	2,48	2,02
Nombre de surfacages par patinoire par semaine	4,00	54,00	110,00	53,19
Nombre de places par 100 m <sup>2</sup>	20,00	20,00	99,03	23,20
Nombre de travailleurs ETP par 100 m <sup>2</sup>	0,01	0,11	0,70	0,14
Pourcentage de la superficie de l'installation occupée par des patinoires	3,93	45,95	89,95	44,98
Degrés-jours de chauffage	2 542,72	4 934,89	11 441,00	5 107,25
Degrés-jours de refroidissement	0,00	115,03	419,05	131,12
Nombre de pistes de curling	0,00	0,00	10,00	0,56

**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	1 195
Valeur $R^2$	0,403
Valeur $R^2$ ajustée	0,399
Statistique F	100,23
Signification (seuil-p)	< 0,0001

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



	Coefficients non normalisés	Erreur type	Valeur T	Signification (seuil-p)
Constante	1,8474	0,0232	79,66	<0,0001
C_Logarithme naturel du nombre de mois d'exploitation de la patinoire principale	1,5780	0,1152	13,7	<0,0001
C_Nombre de surfaçages par patinoire par semaine	0,099	0,00135	7,35	<0,0001
C_Nombre de places par 100 m <sup>2</sup>	0,0115	0,00289	3,97	<0,0001
C_Nombre de travailleurs ETP par 100 m <sup>2</sup>	2,6975	0,2741	9,84	<0,0001
C_Pourcentage de la superficie de l'installation recouverte de glace	0,0105	0,0017	6,2	<0,0001
C_Degrés-jours de chauffage	0,0001	0,00002703	4,14	<0,0001
C_Degrés-jours de refroidissement	0,001033	0,0003349	3,08	0,0021
C_Nombre de pistes de curling	0,0385	0,01706	2,31	0,0208

- Notes :

- La régression est une régression des moindres carrés pondérés, pondérée par la variable « SWEIGHT » de l'ECEA.
- Le préfixe C\_ devant chaque variable indique qu'elle est centrée. La variable centrée est égale à la différence entre la valeur réelle et la moyenne observée. La Figure 2 présente les valeurs moyennes observées.
- Le réglage pour le nombre de surfaçages hebdomadaires par patinoire est limité à une valeur maximale de 110.
- Le réglage pour le nombre de travailleurs ETP par 100 m<sup>2</sup> est limité à une valeur maximale de 0,75.
- Le réglage pour la densité d'accueil des spectateurs a une valeur limite minimale de 20 places par 100 m<sup>2</sup>, ce qui signifie que toute propriété pour laquelle la valeur réelle est inférieure à 20 se verra attribuer une valeur de 20 places par 100 m<sup>2</sup>.
- Les DJC et les DJR 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'ECEA 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* :

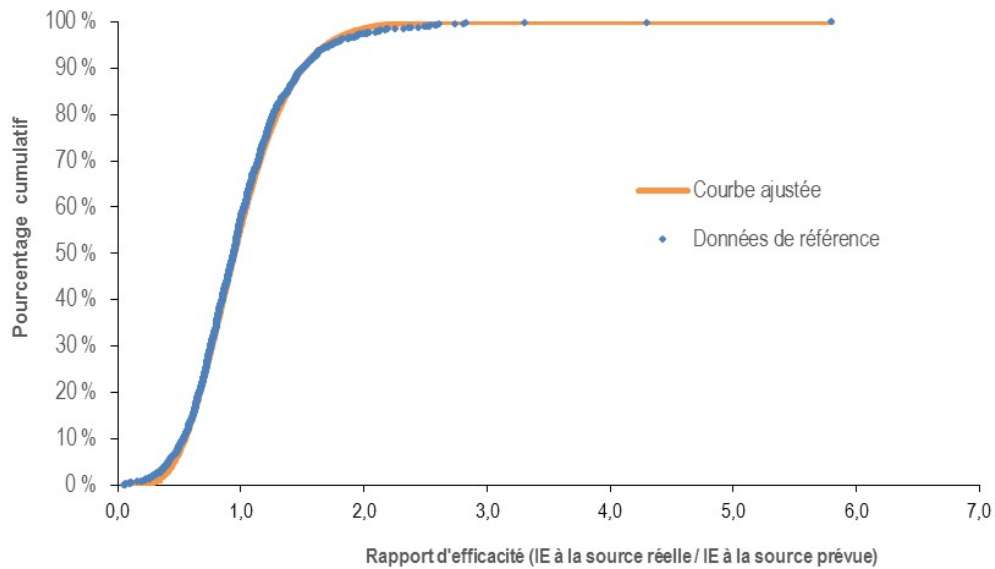
$$\text{Rapport d'efficacité énergétique} = \frac{\text{Intensité énergétique à la source réelle}}{\text{Intensité énergétique à la source prévue}}$$

Un rapport d'efficacité inférieur à un (1) 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 6,811 et un paramètre d'échelle (bêta) de 0,1459. Pour cet ajustement, la somme de l'erreur quadratique est de 0,055141.

**Figure 4 – Distribution pour les patinoires intérieures**



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 patinoires intérieures**

Cote ENERGY STAR	Pourcentage cumulatif	Rapport d'efficacité énergétique		Cote ENERGY STAR	Pourcentage cumulatif	Rapport d'efficacité énergétique	
		> =	<			>=	<
100	0 %	0,0000	0,3246	50	50 %	0,9455	0,9548
99	1 %	0,3246	0,3749	49	51 %	0,9548	0,9642
98	2 %	0,3749	0,4096	48	52 %	0,9642	0,9736
97	3 %	0,4096	0,4371	47	53 %	0,9736	0,9832
96	4 %	0,4371	0,4605	46	54 %	0,9832	0,9928
95	5 %	0,4605	0,4811	45	55 %	0,9928	1,0025
94	6 %	0,4811	0,4997	44	56 %	1,0025	1,0123
93	7 %	0,4997	0,5168	43	57 %	1,0123	1,0222
92	8 %	0,5168	0,5326	42	58 %	1,0222	1,0322
91	9 %	0,5326	0,5475	41	59 %	1,0322	1,0424
90	10 %	0,5475	0,5617	40	60 %	1,0424	1,0526
89	11 %	0,5617	0,5751	39	61 %	1,0526	1,0631
88	12 %	0,5751	0,5880	38	62 %	1,0631	1,0737
87	13 %	0,5880	0,6004	37	63 %	1,0737	1,0844
86	14 %	0,6004	0,6124	36	64 %	1,0844	1,0953
85	15 %	0,6124	0,6240	35	65 %	1,0953	1,1064
84	16 %	0,6240	0,6353	34	66 %	1,1064	1,1177
83	17 %	0,6353	0,6463	33	67 %	1,1177	1,1293
82	18 %	0,6463	0,6571	32	68 %	1,1293	1,1410
81	19 %	0,6571	0,6676	31	69 %	1,1410	1,1530
80	20 %	0,6676	0,6779	30	70 %	1,1530	1,1653
79	21 %	0,6779	0,6881	29	71 %	1,1653	1,1778
78	22 %	0,6881	0,6981	28	72 %	1,1778	1,1907
77	23 %	0,6981	0,7079	27	73 %	1,1907	1,2039
76	24 %	0,7079	0,7176	26	74 %	1,2039	1,2175
75	25 %	0,7176	0,7272	25	75 %	1,2175	1,2314
74	26 %	0,7272	0,7367	24	76 %	1,2314	1,2458
73	27 %	0,7367	0,7461	23	77 %	1,2458	1,2607
72	28 %	0,7461	0,7554	22	78 %	1,2607	1,2761
71	29 %	0,7554	0,7647	21	79 %	1,2761	1,2920
70	30 %	0,7647	0,7739	20	80 %	1,2920	1,3086
69	31 %	0,7739	0,7830	19	81 %	1,3086	1,3258
68	32 %	0,7830	0,7921	18	82 %	1,3258	1,3438
67	33 %	0,7921	0,8011	17	83 %	1,3438	1,3627
66	34 %	0,8011	0,8101	16	84 %	1,3627	1,3825
65	35 %	0,8101	0,8191	15	85 %	1,3825	1,4035
64	36 %	0,8191	0,8281	14	86 %	1,4035	1,4257
63	37 %	0,8281	0,8370	13	87 %	1,4257	1,4494
62	38 %	0,8370	0,8460	12	88 %	1,4494	1,4748
61	39 %	0,8460	0,8549	11	89 %	1,4748	1,5022
60	40 %	0,8549	0,8639	10	90 %	1,5022	1,5320
59	41 %	0,8639	0,8728	9	91 %	1,5320	1,5649
58	42 %	0,8728	0,8818	8	92 %	1,5649	1,6016
57	43 %	0,8818	0,8908	7	93 %	1,6016	1,6432
56	44 %	0,8908	0,8998	6	94 %	1,6432	1,6914
55	45 %	0,8998	0,9089	5	95 %	1,6914	1,7493
54	46 %	0,9089	0,9180	4	96 %	1,7493	1,8221
53	47 %	0,9180	0,9271	3	97 %	1,8221	1,9219
52	48 %	0,9271	0,9363	2	98 %	1,9219	2,0859
51	49 %	0,9363	0,9455	1	99 %	2,0859	> 2,0859



## 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 pour les patinoires intérieures.

### 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	120 000 kWh
Gaz naturel	31 225 m <sup>3</sup>

Renseignements sur l'utilisation de la propriété	Valeur
Superficie brute (m <sup>2</sup> )	3 017
DJC (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)	6 097
DJR (fourni par Portfolio Manager, selon le code postal)	89
Superficie des patinoires intérieures (m <sup>2</sup> )	1 320
Nombre de patinoires intérieures	1
Nombre de surfaçages par semaine (total)	20
Nombre de mois d'exploitation de la patinoire intérieure principale	5
Nombre de travailleurs à équivalent temps plein	1
Nombre de pistes de curling	4
Capacité d'accueil des spectateurs	300

### 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.

### 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	120 000 kWh	0,0036	432	1,96	847
Gaz naturel	31 225 m <sup>3</sup>	0,03843	1 200	1,01	1 212
Énergie à la source totale (GJ)					2 059
<b>IE à la source (GJ/m<sup>2</sup>)</b>					<b>0,682</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 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	-	-	-	1,847	1,847
Logarithme naturel du nombre de mois d'exploitation de la patinoire principale	1,609	2,02	-0,4110	1,578	-0,649
Nombre de surfaçages par patinoire par semaine	20	53,19	-33,19	0,010	-0,332
Nombre de places par 100 m <sup>2</sup>	20	23,20	-3,20	0,0115	-0,037
Nombre de travailleurs ETP par 100 m <sup>2</sup>	0,03	0,14	-0,11	2,697	-0,297
Pourcentage de la superficie de l'installation recouverte de glace	43,75	44,98	-1,23	0,0105	-0,013
Nombre de pistes de curling	4	0,56	3,44	0,039	0,134
Degrés-jours de chauffage	6 097	5 107	990	1,12E-04	0,111
Degrés-jours de refroidissement	89	131,12	-42,12	1,03E-03	-0,043

**IE à la source prévue (GJ/m<sup>2</sup>)** 0,722



**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 =  $0,682 / 0,722 = 0,9446$

**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 0,9446 est inférieur à 0,9455, mais supérieur à 0,9363.
- **La cote ENERGY STAR est 51.**