

La Cote ENERGY STAR

APERÇU

La cote ENERGY STAR® de l'EPA est un outil d'analyse comparative externe qui permet d'évaluer le rendement énergétique des bâtiments commerciaux. La cote ENERGY STAR, représentée par une valeur dans un échelle simple de 1 à 100 exprime le rendement en fonction de percentiles : les bâtiments qui ont une cote de 50 affichent un rendement supérieur à 50 % des bâtiments de type semblable. Les bâtiments qui ont une cote de 75 et plus se classent dans le quartile supérieur du rendement énergétique. Présentée pour la première fois en 1999, la cote a depuis été adoptée par d'importantes organisations aux États-Unis, car elle représente une méthode unique d'évaluer la consommation d'énergie mesurée, de prioriser les investissements et de communiquer le rendement relatif au parc immobilier. En juillet 2013, l'Environmental Protection Agency (EPA) et Ressources naturelles Canada (RNC) ont présenté conjointement la première cote ENERGY STAR de 1 à 100 pour les bâtiments au Canada, qui utilise la même méthodologie pour évaluer le rendement mesuré par rapport au parc immobilier au Canada. Les différences entre les deux méthodes, soit celle utilisée aux États-Unis et celle utilisée au Canada, sont décrites dans chacune des sections du présent document.

Consciente de la popularité de la cote ENERGY STAR auprès de l'entreprise privée, l'EPA s'efforce de réviser et de mettre à jour continuellement son approche technique afin d'assurer des résultats précis, équitables et statistiquement fiables. Voici les principaux objectifs de la cote ENERGY STAR :

- Évaluer le rendement énergétique d'un bâtiment dans son ensemble.
- Refléter les données de la consommation d'énergie réellement mesurée.
- Prendre en considération de façon équitable les différentes sources d'énergie.
- Normaliser en fonction des activités d'un bâtiment.
- Offrir une analyse comparative à un groupe de bâtiments semblables.

Une fois développée, la cote ENERGY STAR est programmée dans l'outil de mesure et de suivi de l'EPA, ENERGY STAR Portfolio Manager®. Voici les étapes pour calculer la cote d'une propriété individuelle :

- Entrer les données dans Portfolio Manager.
- Calculer l'intensité énergétique à la source réelle.
- Calculer l'intensité énergétique à la source prévue.
- Calculer le rapport d'efficacité en comparant la consommation réelle et la consommation prévue.
- Attribuer une cote en fonction de la position du rapport d'efficacité par rapport à la distribution nationale.

Les prochaines sections du présent document fournissent des précisions sur les aspects suivants de la cote ENERGY STAR :

OBJECTIFS	2
CALCULER VOTRE COTE	3
TROUVER UN GROUPE DE BÂTIMENTS SEMBLABLES AU VÔTRE	4
TENIR COMPTE DES COMBINAISONS DE TYPES DE COMBUSTIBLES.....	5
NORMALISER EN FONCTION DE L'EXPLOITATION.....	7
REPRÉSENTER LE RENDEMENT SUR UNE ÉCHELLE DE 100 POINTS	10
COMPRENDRE LES BÂTIMENTS ET LES COMPLEXES DE BÂTIMENTS.....	11
AJUSTER LES DONNÉES EN FONCTION DES UTILISATIONS MULTIPLES.....	12
TRAITER LES TYPES DE PROPRIÉTÉ QUI N'ONT PAS DE COTE ENERGY STAR	14

OBJECTIFS

L'EPA a défini les objectifs suivants pour mesurer le rendement énergétique :

- 1. Évaluer le rendement énergétique d'un édifice dans son ensemble.** Le fait d'évaluer un bâtiment dans son ensemble permet de tenir compte des interactions entre les différents composants des systèmes plutôt que de se limiter à examiner les pièces d'équipement individuels du bâtiment. Prenons le cas d'un système de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA) : même s'il est doté de composants efficaces, le CVCA risque de ne pas fonctionner efficacement s'il a une capacité trop grande par rapport aux charges de chaleur et de refroidissement qu'il doit traiter. Par conséquent, pour réaliser une analyse concluante, il faut tenir compte de la consommation du bâtiment dans son ensemble.
- 2. Refléter la consommation d'énergie réellement mesurée.** La cote ENERGY STAR doit refléter la consommation d'énergie réellement mesurée ou facturée pour la propriété. Elle ne peut reposer sur la consommation d'énergie prévue ou simulée, car les simulations ne tiennent pas toujours compte des répercussions des cycles d'utilisation et d'entretien du bâtiment, ni des interactions entre les systèmes du bâtiment.
- 3. Prendre en considération de façon équitable les différentes sources d'énergie.** Le calcul de l'énergie à la source tient compte aussi bien de la consommation d'énergie sur place que de la consommation d'énergie attribuable aux activités de production et de transport d'énergie. Cette approche est la plus équitable pour évaluer les bâtiments qui utilisent différents types d'énergie et ceux qui disposent de systèmes de production d'énergie sur place. De plus, le calcul de l'énergie à la source reflète plus précisément les coûts d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES).
- 4. Normaliser en fonction des activités d'un bâtiment.** La cote ENERGY STAR vise à procurer une évaluation équitable du rendement énergétique, en prenant en considération les conditions d'exploitation requises par les activités commerciales à l'intérieur du bâtiment. La normalisation exige certains ajustements pour tenir compte de certains facteurs comme les conditions météorologiques, les heures d'exploitation et le nombre d'occupants.
- 5. Fournir l'analyse comparative d'un groupe de bâtiments semblables.** L'analyse comparative avec un groupe de bâtiments semblables permet aux propriétaires et aux exploitants d'un bâtiment non seulement d'évaluer leurs progrès dans le temps, mais aussi de voir où ils se situent par rapport aux autres propriétaires et exploitants œuvrant dans un même secteur d'activité (p. ex. magasin de détail).

À la lumière de ces objectifs, la **figure 1** fournit des indications sur ce que la cote offre et n'offre pas.

Les prochaines sections du présent document expliquent clairement comment il est possible de satisfaire à chacun de ces objectifs en choisissant des données solides et en ayant recours à l'analyse de régression pour comprendre les effets de l'activité d'un bâtiment. Le présent document présente sur l'approche générale adoptée pour concevoir la cote ENERGY STAR. Par ailleurs, il existe des documents propres à chaque cote individuelle qui décrivent les procédés analytiques utilisés et les résultats d'analyse obtenus. On peut consulter ces documents à : www.energystar.gov/ScoreDetails (disponible en anglais seulement).

Figure 1 – But et interprétation de la cote ENERGY STAR

✓ La cote permet :	✗ La cote ne permet pas :
<ul style="list-style-type: none"> ✓ d'évaluer les données de la consommation d'énergie mesurée; ✓ de normaliser en fonction des activités commerciales (heures d'exploitation, nombre d'occupants, conditions météorologiques); ✓ de comparer un bâtiment au parc immobilier du pays; ✓ d'indiquer le niveau de rendement énergétique. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ de calculer la consommation énergétique de chaque pièce d'équipement; ✗ d'obtenir des crédits pour des technologies particulières; ✗ de comparer des bâtiments avec d'autres déjà consignés dans Portfolio Manager^{MC}; ✗ d'expliquer pourquoi un bâtiment affiche un rendement bon ou médiocre.

CALCULER VOTRE COTE

Pour obtenir une cote ENERGY STAR dans Portfolio Manager, vous devez entrer les données de consommation sur une période de 12 mois civils pour toutes les formes d'énergie, et fournir les données relatives à l'utilisation du bâtiment (p. ex. heures d'exploitation, nombre d'occupants). Pour établir la cote de rendement d'un bâtiment, Portfolio Manager calculera l'intensité énergétique (IE) à la source réelle et l'IE à la source prévue en fonction des données que vous avez entrées. Le rapport entre l'IE à la source réelle et l'IE à la source prévue représente le rapport d'efficacité. C'est ce rapport que Portfolio Manager va chercher dans le tableau de référence pour établir la cote ENERGY STAR. Ce processus est expliqué à la **figure 2**.

Figure 2 – Étapes pour obtenir la cote ENERGY STAR

1	L'utilisateur inscrit les données relatives au bâtiment dans Portfolio Manager
	<ul style="list-style-type: none"> • Données de consommation d'énergie complètes sur 12 mois pour tous les types d'énergie. • Données physiques précises sur le bâtiment (taille, emplacement, etc.). • Données de consommation précises décrivant les activités du bâtiment (heures d'exploitation, etc.).
2	Portfolio Manager calcule l'IE à la source réelle
	<ul style="list-style-type: none"> • Il convertit la consommation totale de chaque type d'énergie du site en énergie à la source. • Il additionne l'énergie à la source de tous les types de combustibles. • Il divise l'énergie à la source par la superficie brute du bâtiment.
3	Portfolio Manager calcule l'IE à la source prévue
	<ul style="list-style-type: none"> • On utilise une équation de régression pour chaque type de propriété pour définir l'IE à la source prévue. • L'équation de régression commence avec l'IE moyenne pour le type de propriété et effectue ensuite une série d'ajustements en fonction des données entrées sur l'utilisation du bâtiment (heures d'exploitation, nombre d'occupants, etc.).



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).
- Plus le rapport est faible, meilleur est le rendement.

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

- Pour chaque cote de 1 à 100, le tableau de référence fournit une gamme de valeurs de rapports.
- La cote est définie en fonction du rapport obtenu à l'étape 4.
- Une cote de 75 indique que le bâtiment affiche un rendement supérieur à celui de 75 % des autres bâtiments du groupe semblable dont il fait partie.

Calculer votre cote : quelles sont les différences au Canada?

Les étapes servant à calculer la cote sont les mêmes aux États-Unis et au Canada. Mais il ne faut pas oublier que l'on compare les bâtiments canadiens à d'autres bâtiments canadiens et non à des bâtiments situés aux États-Unis. Par conséquent, l'étape 2 fera référence à des facteurs canadiens d'énergie à la source, l'étape 3 exigera des échelles fondées sur des données de référence canadiennes, et le tableau de référence à l'étape 5 reposera sur la distribution des bâtiments au Canada.

TROUVER UN GROUPE DE BÂTIMENTS SEMBLABLES AU VÔTRE

Le groupe de bâtiments semblables utilisé pour effectuer l'analyse comparative est le parc national constitué d'autres bâtiments œuvrant dans le même secteur d'activité que le bâtiment évalué (p. ex., locaux à bureaux, écoles du préscolaire au niveau secondaire, etc.). La cote ENERGY STAR repose sur des données représentatives à l'échelle nationale. Ces données, assorties à des données sur la consommation d'énergie réelle (facturée) du bâtiment complet, permettent à l'EPA de faire des ajustements en fonction de l'activité commerciale, de comprendre toute la gamme du rendement énergétique et d'établir une comparaison pour le groupe de bâtiments semblables. Il est important de noter que l'EPA utilise toujours un ensemble de données à l'échelle nationale qui est statistiquement fiable. La cote ENERGY STAR **ne repose pas** sur des données ayant trait à d'autres bâtiments dans Portfolio Manager.

Un ensemble de données représentatives à l'échelle nationale est un ensemble de données qui regroupe des renseignements sur des bâtiments installés à divers endroits et ayant des caractéristiques physiques et d'exploitation diverses. Un des sondages que l'EPA utilise le plus souvent est le Commercial Building Energy Consumption Survey (CBECS), réalisé par l'Energy Information Administration du Department of Energy des États-Unis. Le sondage évalue par échantillonnage plus de 5 000 bâtiments aux États-Unis afin d'obtenir des données de facturation complètes et des détails sur l'exploitation de différents types de bâtiments commerciaux. Pour en apprendre davantage sur ce sondage, et obtenir des fichiers de microdonnées, veuillez consulter : <http://www.eia.gov/consumption/commercial/index.php> (disponible en anglais seulement). L'EPA utilise les données du sondage CBECS comme fondement pour la plupart des cotes ENERGY STAR. Toutefois, l'EPA utilise aussi d'autres sources de données quand celles du sondage CBECS sont insuffisantes. Pour connaître l'ensemble de données qui ont servi à élaborer chaque cote, veuillez consulter les documents relatifs à chaque type de bâtiment.

Une fois que l'ensemble de données représentatives à l'échelle nationale est défini, l'EPA applique une série de filtres. Ces filtres suppriment les observations des données de référence afin de peaufiner le groupe d'analyse comparative et de surmonter les limites techniques. En fait, l'EPA applique les quatre filtres suivants ou certains d'entre eux.

1. **Filtres de types de bâtiments.** En premier lieu, on applique un filtre qui permet de ne choisir que les bâtiments qui présentent les mêmes fonctions d'exploitation de base (p. ex., locaux à bureaux).
2. **Filtres de programmes.** En deuxième lieu, on applique un filtre de programme de base pour définir le groupe de bâtiments semblables à évaluer. À titre d'exemple, l'EPA exige que la plupart des bâtiments sélectionnés soient exploités au moins 30 heures par semaine. Ce filtre de base représente le seuil minimal d'une exploitation à temps plein et est un critère pour obtenir une cote ENERGY STAR.
3. **Filtres de restriction des données.** En troisième lieu, il pourrait être nécessaire d'appliquer un ou plusieurs filtres de données en raison des limites des données. Dans les données CBECS, par exemple, la quantité d'eau refroidie, de bois, de charbon et / ou d'énergie solaire consommée n'est pas indiquée. Par conséquent, les bâtiments avec ces types de consommation d'énergie se trouvent exclus puisqu'il est impossible d'évaluer les exigences thermiques associés à ces types d'énergie.
4. **Filtres analytiques.** En dernier lieu, on peut avoir recours à des filtres d'analyse pour éliminer les points de données aberrants lorsqu'on entreprend l'analyse de régression. Certains points aberrants peuvent afficher un comportement différent qui ne peut être évalué correctement avec le reste des données. Par exemple, l'EPA a constaté que les hôtels qui ont une superficie inférieure à 5 000 pieds carrés se comportent différemment que les bâtiments à bureau plus grands. L'EPA a donc décidé de les exclure.

Tous les filtres de données sont choisis en fonction de ces critères. Les filtres particuliers associés à l'analyse de régression de chaque type de propriété individuelle dépendront des données disponibles et des résultats d'analyse. Pour obtenir la liste complète des filtres, veuillez consulter les documents relatifs à chaque type de propriété individuelle.

Trouver un groupe de bâtiments semblables au vôtre: quelles sont les différences au Canada?

Au Canada, il est également important d'utiliser un ensemble de données représentatives à l'échelle nationale pour élaborer une cote ENERGY STAR pour les bâtiments commerciaux au Canada. La source de données au Canada est l'*Enquête sur l'utilisation commerciale et institutionnelle d'énergie* (EUCIE) réalisée par Statistique Canada pour le compte de RNCAN. Consultez <http://www.statcan.gc.ca/> pour en apprendre davantage au sujet de l'EUCIE. RNCAN applique les mêmes types de filtres, soit les filtres de types de bâtiments, de programmes et de restriction des données ainsi que les filtres analytiques.

TENIR COMPTE DES COMBINAISONS DE TYPES DE COMBUSTIBLES

Les bâtiments utilisent diverses formes d'énergie, notamment l'électricité, le gaz naturel, le mazout et la vapeur thermique. Afin de combiner équitablement toutes ces formes d'énergie, l'EPA utilise *l'énergie à la source*. Vos factures d'énergie représentent l'énergie du site, c'est-à-dire la quantité d'énergie que votre propriété consomme directement. L'énergie à la source comprend non seulement cette énergie, mais aussi l'énergie nécessaire pour la production et le transport de l'énergie jusqu'à votre propriété¹. L'EPA utilise l'énergie de source, parce que celle-ci

¹ À noter que l'énergie à la source ne comprend pas l'énergie relative à l'exploitation minière ou à l'extraction de combustibles bruts comme le charbon ou le pétrole. Pour plus de renseignements sur la portée de l'énergie à la source, visitez https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/Source%20Energy_fr_CA.pdf.

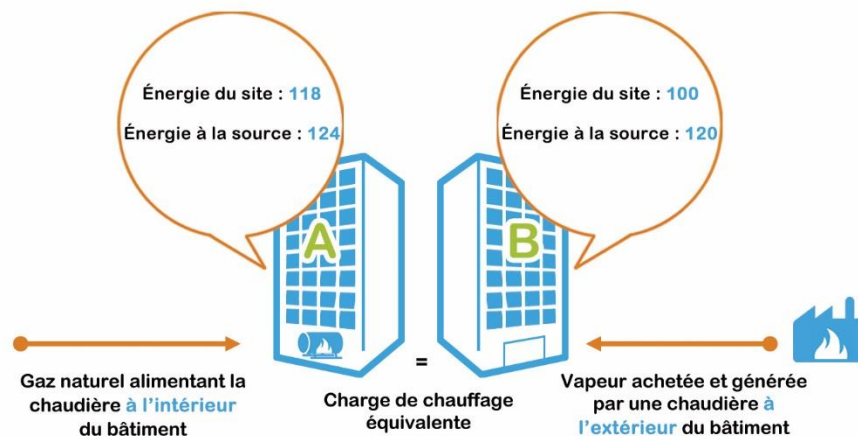
procure la comparaison la plus équitable pour évaluer l'efficacité thermodynamique de bâtiments utilisant différents types d'énergie.

Pour comprendre pourquoi l'énergie à la source constitue l'approche la plus équitable, il convient d'observer la façon dont un bâtiment utilise de l'énergie. L'énergie utile se présente sous forme de chaleur ou d'électricité. La chaleur et l'électricité peuvent être produites sur place dans un bâtiment, ou encore, elles peuvent être fournies par une entreprise de services publics. Par exemple, un bâtiment peut acheter de l'énergie électrique provenant d'une centrale, ou encore, il peut utiliser du gaz naturel afin de produire sur place l'électricité dont il a besoin, grâce à un cycle de cogénération de chaleur et d'électricité. De la même façon, un bâtiment peut utiliser sur place une chaudière au gaz naturel dans le but de produire de la vapeur thermique, ou encore, il peut obtenir la vapeur thermique dont il a besoin auprès d'une entreprise de services publics, qui la distribue sur un réseau.

La chaleur et l'électricité sont considérées comme de l'énergie *secondaire*, c'est-à-dire de l'énergie utile produite à partir d'une source brute. Le contenu thermique de la source d'origine est considéré comme de l'énergie *primaire*. L'énergie primaire et l'énergie secondaire ne sont pas directement comparables, puisque l'une représente un combustible brut, et l'autre, un combustible converti. La **figure 3** montre deux bâtiments, de construction et d'exploitation identiques, qui ont besoin de 100 MBtu de vapeur pour se chauffer. Le bâtiment A achète du gaz naturel d'une entreprise de services publics afin de produire de la vapeur sur place, tandis que le bâtiment B achète de la vapeur directement d'une entreprise de services publics. En d'autres termes, le bâtiment A achète de l'énergie primaire, alors que le bâtiment B achète de l'énergie secondaire, mais tous deux fournissent la même quantité d'énergie thermique pour satisfaire à la demande de chauffage de leurs occupants.

Figure 3 – Deux bâtiments identiques chauffés par la vapeur

Les résultats selon l'énergie du site semblent être supérieurs pour le bâtiment B
 Les résultats selon l'énergie à la source rendent la comparaison plus équitable



Étant donné que ces bâtiments offrent le même environnement de travail, on pourrait s'attendre à ce qu'ils aient la même intensité énergétique et la même cote ENERGY STAR. Comme on le voit à la figure 3, selon l'IE du site, le bâtiment B semble être plus efficace, car il affiche une IE inférieure à plus de 15 %. En termes d'énergie à la source, les valeurs d'IE ont une tolérance de 3 %. Quand on utilise l'énergie à la source, les deux bâtiments semblent plus similaires, ce qui est attendu, puisqu'ils procurent la même quantité de chaleur aux occupants. Comme l'illustre l'exemple, un bâtiment ne devrait pas se voir attribuer une pénalité ou un crédit pour avoir choisi un certain type de combustible. Pour cette raison, il est nécessaire d'exprimer l'énergie primaire et l'énergie secondaire en unités équivalentes. Pour ce faire, l'EPA effectue la conversion en énergie à la source (ou énergie primaire). Cette

conversion tient compte des exigences thermodynamiques totales du bâtiment. Pour plus de renseignements sur cette conversion, consultez : https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/Source%20Energy_fr_CA.pdf.

Tenir compte des combinaisons de types de combustibles : quelles sont les différences au Canada?

Les facteurs d'énergie du site et d'énergie à la source sont calculés à l'échelle nationale. Cela signifie que les bâtiments aux États-Unis et au Canada ont des facteurs d'énergie à la source différents, selon l'infrastructure qui est utilisée pour fournir l'énergie dans chacun des deux pays. On offre des détails sur les facteurs au Canada à : https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/Source%20Energy_fr_CA.pdf.

NORMALISER EN FONCTION DE L'EXPLOITATION

Afin de normaliser en fonction des différences en matière d'activité commerciale, l'EPA a recours à l'analyse de régression pour déterminer les aspects de l'activité d'un bâtiment qui sont statistiquement significatifs sur le plan de consommation énergétique. Cette analyse permet d'obtenir une équation qui prédit la consommation d'énergie d'un bâtiment en fonction de son activité commerciale. Cette section décrit les techniques statistiques de base utilisées.

Aperçu de l'analyse de régression

L'analyse primaire est une régression des moindres carrés ordinaires pondérés, qui permet d'évaluer l'IE à la source par rapport à l'activité commerciale (p. ex. heures d'exploitation, nombre d'occupants et conditions météorologiques). La régression fournit une équation comme le décrit la **figure 4**. Cette équation sert à calculer l'IE à la source (aussi appelée variable dépendante) en fonction d'une série de caractéristiques qui décrivent l'activité commerciale (aussi appelées variables indépendantes). C_0 représente un terme constant et les autres valeurs C sont des coefficients de régression. Chaque coefficient est un nombre qui représente la corrélation entre la caractéristique d'exploitation et l'IE à la source du bâtiment. Par exemple, si la *Caractéristique₁* est la superficie brute, alors la valeur de C_1 est la corrélation statistique entre la superficie brute et l'IE à la source, quand on ajuste simultanément pour toutes les autres caractéristiques de l'équation. La section *Variables indépendantes* ci-dessous indique les caractéristiques qui sont évaluées et comprises dans l'équation.

Figure 4 – Description de l'équation de régression

IE à la source	=	C_0	+	$C_1 \cdot \text{Caractéristique}_1 + C_2 \cdot \text{Caractéristique}_2 + \dots$
<ul style="list-style-type: none"> ▪ IE à la source prévue ▪ IE à la source moyenne pour un échantillon théorique de bâtiments offrant les mêmes caractéristiques d'exploitation que le vôtre 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ IE à la source moyenne pour toute la population nationale dans les données de référence 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Série d'ajustements pour les caractéristiques qui décrivent vos activités commerciales ▪ Les ajustements reposent sur les différences qui existent entre votre bâtiment et la moyenne ▪ Par exemple, si votre bâtiment est ouvert 75 heures par semaine, et que la moyenne se chiffre à 50 heures par semaine, alors les ajustements reposent sur la différence, soit 25 heures

Toute observation des données de référence comporte une IE à la source mesurée réelle ainsi qu'une « IE à la source prévue » – l'IE à la source qui est calculée à l'aide de l'équation de régression et les valeurs de chaque variable indépendante (caractéristique) du bâtiment. L'IE à la source prévue d'un bâtiment peut aussi être interprétée

comme l'IE à la source moyenne d'un groupe de bâtiments ayant les mêmes caractéristiques que celles de votre bâtiment. Les bâtiments dont l'IE à la source réelle est inférieure à l'IE à la source prévue sont comparativement plus performants, et vice versa.

La méthode de régression diffère du modèle d'ingénierie de consommation énergétique d'un bâtiment. Les modèles d'ingénierie tentent de prédire le nombre exact de kilowattheures (kWh) de chaque activité (éclairage, CVCA, etc.) et d'additionner ces résultats pour établir la consommation totale du bâtiment. À l'opposé, la méthode de régression considère les données d'énergie *mesurées*, afin d'établir s'il existe des corrélations statistiquement significatives entre les indicateurs clés d'une activité commerciale et l'IE à la source.

Variable dépendante

La variable dépendante est l'unité d'analyse principale; c'est le terme qui apparaît du côté gauche de l'équation de régression. Habituellement, la variable dépendante est l'IE à la source, qui est égale à l'énergie à la source totale divisée par la superficie brute. En règle générale, les bâtiments commerciaux plus grands consomment davantage d'énergie totale. En observant l'IE, on peut établir s'il y a une différence par *pied carré*. Par exemple, dans certains cas, il pourrait y avoir une économie d'échelle, où les bâtiments plus grands sont capables de consommer moins d'énergie par pied carré. Dans d'autres cas, on observe la tendance inverse (déséconomie d'échelle). Par conséquent, le fait d'utiliser l'IE plutôt que la consommation d'énergie totale permet de mieux évaluer l'effet que peut avoir la taille d'un bâtiment.²

Variables indépendantes (caractéristiques du bâtiment)

Les variables indépendantes sont les caractéristiques du côté droit de l'équation de régression, qui permettent de normaliser en fonction de l'activité commerciale. Pour que la cote ENERGY STAR soit équitable, il importe de fournir ces ajustements pour divers niveaux d'activité. En général, la normalisation vise à ajuster en fonction des caractéristiques qui expliquent *comment* fonctionne un bâtiment, et non pas à assurer l'ajustement en fonction des caractéristiques qui expliquent *pourquoi* un bâtiment fonctionne d'une certaine manière.

Un exemple d'une caractéristique qui explique *comment* fonctionne un bâtiment serait les heures d'exploitation. Un bâtiment qui offre des services d'urgence 24 heures sur 24 ne devrait pas être pénalisé parce qu'il consomme plus d'énergie qu'un bâtiment qui n'est exploité que neuf heures par jour. Les caractéristiques qui expliquent *comment* fonctionne un bâtiment sont généralement des contraintes physiques et des exigences d'exploitation de nature commerciale. Ces caractéristiques sont toujours incluses si elles affichent des résultats statistiquement significatifs.

Un exemple d'une caractéristique qui explique *pourquoi* un bâtiment fonctionne d'une certaine manière serait le type d'éclairage. Ce type de caractéristique ne fait jamais partie de l'équation de régression. Il faut se rappeler que la cote ENERGY STAR repose sur la comparaison entre l'IE à la source réelle et l'IE à la source prévue, calculée dans l'équation de régression. Seule une modification technologique qui entraîne une diminution de *l'IE réelle* peut avoir une incidence sur une cote. L'EPA n'accorde aucun point particulier et n'émet aucune hypothèse fondée sur la technologie. L'inclusion de ces variables dans la prévision aurait pour effet de limiter la comparaison uniquement aux bâtiments qui possèdent la même technologie. Par ailleurs, le fait d'inclure ces variables dans la prévision risque souvent de donner des résultats inexacts, si la technologie n'est pas installée correctement, ni exploitée pour offrir des économies optimales. Par conséquent, la technologie a une incidence sur la cote ENERGY STAR quand elle

² Pour le type de propriété « centre de données » la variable dépendante est la mesure d'efficacité de la consommation énergétique (ECE). Pour plus de renseignements, consultez la description technique à : www.energystar.gov/ScoreDetails (disponible en anglais seulement). De la même façon, pour les usines de traitement d'eaux usées, on divise l'énergie à la source par le flux moyen de l'usine mesuré en gallons par jour (GPJ) pour obtenir la variable dépendante.

modifie l'énergie réelle mesurée. La **figure 5** résume les critères requis pour inclure les caractéristiques d'un bâtiment dans l'analyse de régression.

Figure 5 – Résumé des critères pour inclure les caractéristiques d'un bâtiment dans l'analyse de régression

✓ Caractéristiques incluses	✓ Caractéristiques exclues
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Celles qui décrivent le fonctionnement d'un bâtiment. ✓ Celles qui expliquent les conditions et paramètres physiques. ✓ Celles qui sont définies par l'activité commerciale et les besoins. <p><i>Exemples : heures d'exploitation, nombre d'occupants, superficie, nombre d'ordinateurs, conditions météorologiques.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Celles qui expliquent pourquoi un bâtiment fonctionne d'une certaine manière. ✗ Celles qui précisent les technologies utilisées. ✗ Celles qui reflètent les conditions du marché pouvant justifier un comportement, mais qui n'ont pas trait au rendement thermodynamique. <p><i>Exemples : technologie d'éclairage, type de fenêtres, prix de l'énergie.</i></p>

Les conditions météorologiques sont une des caractéristiques incluses, car elles agissent physiquement sur le bâtiment. Les bâtiments auront certaines exigences de chauffage et de refroidissement selon leur emplacement, et une normalisation s'impose pour représenter équitablement toutes les régions. Les conditions météorologiques nécessitent une discussion plus approfondie, car elles sont nombreuses à influencer sur la consommation d'énergie, notamment : la température journalière moyenne, les valeurs de température maximales et minimales, les degrés-jours de chauffage (DJC), les degrés-jours de refroidissement (DJR)³, l'humidité et la couverture nuageuse.

Bon nombre de ces caractéristiques météorologiques sont corrélées entre elles. Par exemple, les bâtiments qui affichent un nombre de DJC plus élevé ont tendance à avoir un nombre de DJR plus bas (p. ex., dans les climats plus froids). De la même manière, les bâtiments qui affichent un nombre de DJR plus élevé ont tendance à avoir des points de rosée plus élevés (dans les climats plus chauds et plus humides). En général, une analyse de régression isolera l'effet d'une variable tout en normalisant simultanément en fonction des autres variables. Quand deux variables indépendantes sont très corrélées entre elles, seule l'une des deux peut être incluse pour éviter qu'elles ne capturent toutes les deux le même effet.

Pour étudier les effets de l'humidité, l'EPA a exécuté des modèles de régression qui comprenaient les DJC, les DJR et le point de rosée. Cette analyse a montré qu'une relation distincte pour l'humidité n'était pas statistiquement significative. Même si l'élimination de l'humidité dans l'air exige de l'énergie, cette exigence ne peut nécessairement être isolée comme différenciateur statistiquement significatif entre les bâtiments. L'analyse de régression s'ajuste simultanément pour chaque variable indépendante. On a constaté que le point de rosée est très corrélé aux DJR. Par conséquent, dans une analyse de régression, il est impossible d'obtenir des corrélations statistiquement significatives à la fois pour les DJR et pour le point de rosée. Ceci indique qu'on peut tenir compte des répercussions du point de rosée en incluant les DJR.

L'EPA a également effectué une analyse pour envisager la possibilité d'utiliser la température moyenne comme solution de rechange (ou complémentaire) aux DJC et aux DJR. On n'a pas constaté que la température moyenne

³ Les degrés-jours de chauffage et les degrés-jours de refroidissement mesurent l'écart avec une température de référence de 65 degrés Fahrenheit sur une période d'un an. Pour chaque jour affichant une température moyenne inférieure à 65 degrés, les DJC représentent l'écart entre la température moyenne et la température de référence de 65 degrés. Les DJC annuels sont la somme de ces écarts pour toutes les journées qui ont affiché une température moyenne inférieure à 65 degrés. Les DJR se calculent de la même manière pour mesurer les écarts de température supérieurs à 65 degrés. À noter qu'une température de 65 °F équivaut à une température de 18 °C.

offrait une corrélation distincte (ou supérieure) avec l'IE à la source plutôt qu'avec les DJC et les DJR seuls. En définitive, l'EPA utilisera généralement les DJC et les DJR comme des indicateurs primaires des conditions météorologiques dans les équations de régression, selon les relations météorologiques pour chaque type de propriété. Les corrélations statistiques de ces variables réussissent à représenter les différences météorologiques à travers un pays, et l'ajout de nouveaux termes pour des facteurs comme l'humidité ne donne pas les résultats utiles.

Normaliser en fonction de l'exploitation : quelles sont les différences au Canada?

La méthode de régression que RNCAN applique pour concevoir l'échelle de 1 à 100 pour les bâtiments situés au Canada ne présente pas de différence notable.

- **Méthode de régression.** On utilise également la régression des moindres carrés ordinaires.
- **Variable dépendante.** La variable dépendante est aussi l'IE à la source, mais au Canada les unités sont exprimées en gigajoules au mètre carré (GJ/m²).
- **Variables indépendantes.** Les variables indépendantes sont évaluées selon les mêmes critères, mais dans certains cas, les unités sont différentes. Par exemple, le Canada utilise les degrés Celsius (°C) pour exprimer les DJC et les DJR, et le mètre carré (m²) pour exprimer la superficie.

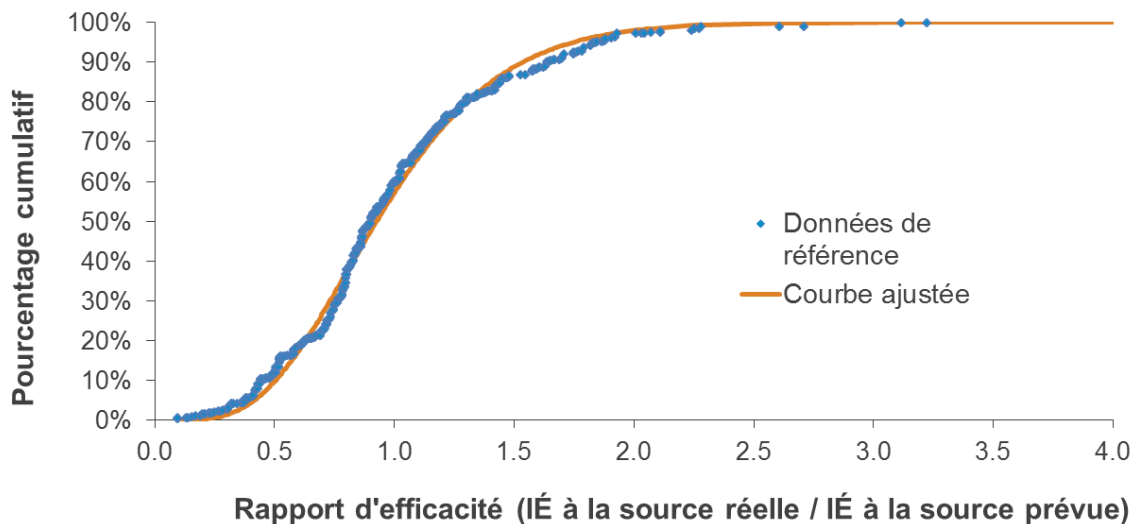
REPRÉSENTER LE RENDEMENT SUR UNE ÉCHELLE DE 100 POINTS

L'équation de régression statistique permet de répondre à la question suivante : *quelle quantité d'énergie les bâtiments consomment-ils pour leur type d'exploitation?* Un deuxième élément d'analyse est requis pour répondre à la question suivante : *quelle quantité d'énergie les bâtiments consomment-ils les uns par rapport aux autres?* En fin de compte, le but de la cote ENERGY STAR est de fournir le rang percentile, sur une échelle de 1 à 100, du rendement énergétique d'un bâtiment, par rapport au parc immobilier national. L'équation de régression aide à prédire l'IE à la source d'un bâtiment en fonction des activités commerciales de ce bâtiment. Certains bâtiments inclus dans les données de référence fournies à titre d'exemple consommeront plus d'énergie que la quantité prévue dans l'équation de régression, tandis que d'autres en consommeront 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*. Si le bâtiment affiche un rapport d'efficacité plus faible, cela signifie qu'il 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 bâtiments les plus efficaces peuvent avoir un rapport aussi faible que 0,25, ce qui signifie que leur IE à la source réelle ne représente que 25 % de la valeur IE à la source prévue dans l'équation de régression. Les bâtiments les moins efficaces peuvent consommer jusqu'à trois fois plus d'énergie que l'IE à la source prévue, ce qui représente un rapport de 3,0.

La **figure 6** affiche le tracé de la distribution cumulée de ces rapports d'efficacité énergétique, du plus petit au plus grand. Une fois la distribution tracée, on établit la courbe du meilleur ajustement des données. Habituellement, l'EPA utilise une distribution gamma et trouve la meilleure courbe en minimisant la somme des différences de carré. Comme la courbe lisse est mathématiquement définie par une équation particulière, on peut utiliser la courbe pour calculer le rapport d'efficacité énergétique à un certain pourcentage. Ainsi, la ligne orange peut servir de « tableau de référence » en montrant le rapport d'efficacité énergétique à chaque pourcentage, de 1 à 100. Par exemple, le rapport sur la courbe ajustée à 1 % correspond à une cote de 99, ce qui signifie que seulement 1 % des bâtiments du parc immobilier ont un rapport égal ou inférieur à 1 %. 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 parc immobilier ont un rapport égal ou inférieur à 25 %. Ce rapport permet de définir le seuil du quartile supérieur. Les bâtiments qui se trouvent aux États-Unis ou en territoire américain sont admissibles à la certification ENERGY STAR s'ils obtiennent

une cote d'au moins 75. Pour plus d'information sur la certification ENERGY STAR et son processus de demande, consultez : www.energystar.gov/BuildingCertification (disponible en anglais seulement).

Figure 6 – Échantillon de distribution cumulée avec courbe ajustée



Représenter le rendement sur une échelle de 100 points : quelles sont les différences au Canada?

Au Canada, le groupe de bâtiments semblables utilisé pour l'analyse comparative est constitué de bâtiments canadiens, qui reposent sur les données de référence de l'EUCIE. S'inspirant de ces données, le Canada utilise le même processus que les États-Unis pour établir la distribution cumulée et la courbe du meilleur ajustement.

COMPRENDRE LES BÂTIMENTS ET LES COMPLEXES DE BÂTIMENTS

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. Dans le cas de certaines propriétés, la cote ENERGY STAR s'applique à l'ensemble de la propriété, quel que soit le nombre de bâtiments de la propriété. Dans le cas d'autres propriétés, la cote ENERGY STAR ne s'applique qu'aux bâtiments individuels de la propriété. Une cote ENERGY STAR peut être utilisée pour un bâtiment seul ou pour un complexe entier, mais jamais pour les deux.

- Cote pour un complexe.** Cette cote s'applique aux propriétés que l'on retrouve souvent constituées en complexe, et dont chaque bâtiment est nécessaire pour en assurer les fonctions complètes de la propriété. Par exemple, même s'il se trouve dans un bâtiment à part, le gymnase d'une école fait partie inhérente de cette école. Dans le cas d'une propriété qui est un complexe, c'est le complexe entier qui se voit attribuer une cote de 1 à 100. La cote n'est pas conçue pour les bâtiments individuels du complexe. Même si la propriété de ce type n'occupe qu'un seul immeuble (p. ex., une école logée dans un seul bâtiment), elle reste admissible à ce type de cote. Les types de propriété qui peuvent obtenir une cote pour un complexe sont :
 - les écoles du préscolaire au niveau secondaire;

- les complexes hospitaliers;
 - les complexes hôteliers;
 - les immeubles à logements multiples
 - les résidences pour personnes âgées.
- **Cote pour un bâtiment.** Cette cote n'est destinée qu'aux bâtiments individuels et ne s'applique jamais à un complexe entier. La cote pour un bâtiment est bien plus fréquente que la cote pour un complexe, étant donné que la plupart du temps, la fonction principale est contenue dans un bâtiment unique. Par exemple, les locaux à bureaux et les entrepôts occupent généralement un bâtiment unique. Lorsque plusieurs bâtiments sont situés au même endroit (p. ex. dans le cas d'un parc commercial), la cote est conçue pour être appliquée à chaque bâtiment individuel, et non au complexe. La plupart des types de propriété obtiennent une cote pour un bâtiment – cette approche s'applique à tous les types de propriété, à l'exception de ceux énumérés dans la liste ci-dessus.

Comprendre les bâtiments et les complexes : quelles sont les différences au Canada?

Au Canada, le mode de traitement des bâtiments et des complexes est le même qu'aux États-Unis.

AJUSTER LES DONNÉES EN FONCTION DES UTILISATIONS MULTIPLES

En général, l'EPA recommande d'entrer les bâtiments selon leur utilisation principale (p. ex. locaux à bureaux, école du préscolaire au niveau secondaire, hôtel, magasin de détail, etc.) et d'indiquer le moins possible les fonctions secondaires. Le fait d'indiquer une seule utilisation permet d'établir avec le plus d'exactitude possible comment le bâtiment aurait pu être consigné dans l'enquête sur les données de référence, de façon à obtenir la cote la plus précise. Cependant, il arrive que certains bâtiments servent à plusieurs fins bien distinctes. La méthode suivante permet de calculer la cote sur l'ensemble de ces utilisations.

Utilisations multiples de même nature

Certains bâtiments sont utilisés à différentes fins de même nature (p. ex., deux fonctions commerciales différentes à l'intérieur d'un même bâtiment). Cette situation est courante dans les tours de bureaux comportant plusieurs locataires, où certaines sections du bâtiment sont assujetties à divers horaires de travail ou à une concentration d'employés différente, ce qui justifie d'entrer le bâtiment selon des utilisations distinctes. Dans ces situations, les utilisations de même nature sont *regroupées en une seule utilisation globale. Autrement dit, le bâtiment est traité comme s'il n'était utilisé qu'à une seule fin.*

Par exemple, si un bâtiment sert à dix utilisations commerciales distinctes (une pour chaque locataire), alors ces utilisations sont regroupées en une seule utilisation commerciale, laquelle sera utilisée dans l'équation de régression en vue d'obtenir l'énergie prévue et la cote ENERGY STAR. La **figure 7** explique la manière de regrouper les détails relatifs à l'utilisation (caractéristiques du bâtiment). Puisque les utilisations sont toutes regroupées, l'utilisateur peut choisir d'en indiquer une seule. Si tel est le cas, le bâtiment qui est utilisé à une seule fin obtiendra la même cote qu'un bâtiment multifonctionnel, à condition que les détails relatifs à l'utilisation soient regroupés de la bonne façon.

Figure 7 – Méthode de regroupement des détails relatifs à l'utilisation

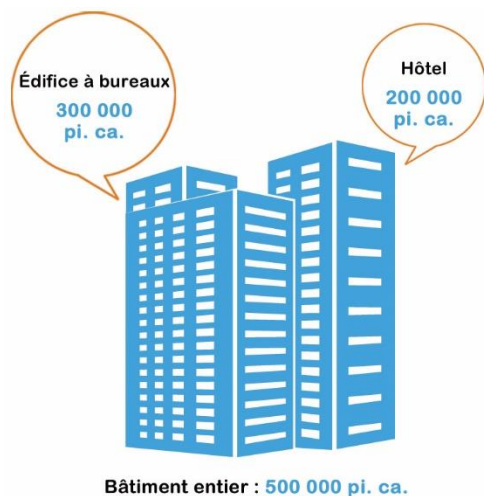
Type de détail	Mode de regroupement	Exemples
Quantités physiques	Additionnez la valeur de chacune des fonctions	Superficie brute, nombre d'ordinateurs, nombre de travailleurs,
Conditions d'exploitation	Calculez la moyenne des valeurs pour toutes les fonctions – pondérée par la superficie	Heures d'exploitation, pourcentage chauffé, pourcentage refroidi
Questions « oui ou non »	Indiquez « oui » à la fonction combinée si vous répondez « oui » à une des fonctions individuelles	Présence d'une cuisine, cours donnés la fin de semaine

Utilisations multiples de nature différente

Certains bâtiments servent à plusieurs fonctions de nature différente. Par exemple, dans un contexte urbain, une partie d'un même bâtiment peut servir à loger un hôtel, et l'autre partie, à loger des bureaux. Portfolio Manager appliquera alors des équations de régression distinctes pour chaque **type** d'utilisation et regroupera les prévisions obtenues en une seule prévision pour l'ensemble du bâtiment. La **figure 8** illustre l'exemple du bâtiment qui loge un hôtel et des bureaux.

Pour prédire l'intensité énergétique (IE) de ce bâtiment multifonctionnel, l'équation de régression est appliquée pour chaque type d'utilisation. D'abord, on utilise la régression pour obtenir l'IE prévue de chaque type d'utilisation. Puis, on multiplie l'IE prévue de chaque type d'utilisation par la superficie qu'il occupe afin d'obtenir l'énergie à la source prévue. Ensuite, on ajoute l'énergie à la source prévue pour tous les types d'utilisations pour obtenir la prévision pour l'ensemble du bâtiment. Enfin, une fois la prévision pour l'ensemble du bâtiment obtenue, on compare celle-ci avec l'énergie mesurée pour l'ensemble du bâtiment afin d'établir l'efficacité énergétique. À noter qu'il n'est **pas nécessaire de consigner sur des compteurs divisionnaires** la consommation énergétique réelle de chaque type de fonction. On comparera plutôt la consommation réelle de l'ensemble du bâtiment avec la consommation prévue de l'ensemble du bâtiment.

Figure 8 – Calcul de l'IE à la source prévue d'un bâtiment multifonctionnel



	Édifice à bureaux		Hôtel		Bâtiment entier
Superficie	300 000	+	200 000	=	500 000
Consommation prévue					
IÉ à la source	200		250		220
Consommation à la source	60 000 000	+	50 000 000	=	110 000 000
Consommation réelle					
IÉ à la source	Énergie réelle pour les utilisations individuelles n'est pas requise				196
Consommation à la source					98 000 000
Rapport d'efficacité énergétique					0,89

Une fois qu'on a obtenu le rapport d'efficacité énergétique, il faut se référer aux tableaux de référence pour établir une cote. On regroupe les tableaux de référence pour chaque type d'utilisation (dans l'exemple ci-dessus, hôtel et bureaux) en calculant la moyenne du rapport de chaque cote et en pondérant ce rapport moyen par le pourcentage d'énergie source prévue de la superficie. Dans l'exemple ci-dessus, l'hôtel compte pour 45,45 % de l'énergie prévue (50 000 000/110 000 000), tandis que la tour de bureaux compte pour 54,55 %. Par conséquent, ces pourcentages servent à effectuer une moyenne et une pondération des tableaux de référence de l'hôtel et de la tour de bureaux.

Dans cet exemple, il n'y a que deux types d'utilisation (bureaux et hôtel), mais la même démarche pourrait s'appliquer à n'importe combien de types d'utilisations. L'EPA exige qu'un type d'utilisation occupe plus de 50 % de la superficie totale d'un bâtiment multifonctionnel. Ce type d'utilisation représente le principal groupe de bâtiments semblables aux fins de comparaison.

Ajuster les données en fonction des utilisations multiples : quelles sont les différences au Canada?

Au Canada, la méthode utilisée pour regrouper les utilisations multiples à l'intérieur d'un seul bâtiment est la même qu'aux États-Unis.

TRAITER LES TYPES DE PROPRIÉTÉ QUI N'ONT PAS DE COTE ENERGY STAR

La cote ENERGY STAR est tributaire de l'ensemble de données représentatives à l'échelle nationale et de l'analyse fiable qui fait l'objet du présent document. En raison de ces fondements techniques, il n'est pas possible de fournir une cote de 1 à 100 pour chaque type de bâtiment. La liste complète des types de bâtiments auxquels s'applique une cote ENERGY STAR est présentée à : www.energystar.gov/EligiblePropertyTypes (disponible en anglais seulement).

Il existe d'autres outils que l'on peut utiliser pour les types de bâtiments qui ne peuvent obtenir une cote ENERGY STAR, notamment les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'énergie normalisée en fonction des conditions météorologiques et la consommation d'énergie médiane au pays. Il y a aussi des algorithmes qui permettent aux bâtiments multifonctionnels d'obtenir une cote ENERGY STAR, même si un ou plusieurs types d'utilisation ne peuvent obtenir seuls la cote. Autrement dit, une bibliothèque indépendante ne peut obtenir seule une cote ENERGY STAR, mais un bâtiment multifonctionnel comportant une bibliothèque publique et des locaux à bureaux est en mesure d'obtenir une cote, à condition que la bibliothèque occupe moins de 25 % de la superficie totale du bâtiment. On explique ces méthodes ci-dessous.

Aires de stationnement, garages, piscines et centres de données ayant une consommation d'énergie estimée

Présentées seules, ces utilisations ne sont pas en mesure d'obtenir une cote ENERGY STAR. Cependant, si ces utilisations font partie d'une fonction principale qui possède une cote ENERGY STAR (p. ex., locaux à bureaux, école du préscolaire au niveau secondaire), il est possible d'effectuer certains ajustements particuliers pour obtenir une cote. Le but de la cote ENERGY STAR est d'attribuer une cote à l'utilisation principale du bâtiment, et non à une aire de stationnement supplémentaire ou à une piscine.

Pour obtenir la cote, Portfolio Manager calcule la consommation d'énergie à la source prévue pour les consommations qui s'appliquent (stationnement, piscine ou centres de données comportant une consommation d'énergie estimée) au moyen d'hypothèses concernant les besoins nécessaires en énergie.⁴ Puis, lorsque l'énergie à la source réelle du bâtiment est calculée, la prévision pour les consommations applicables est soustraite de la consommation d'énergie actuelle. La valeur finale est utilisée dans le numérateur du rapport d'efficacité énergétique. Cela signifie que la prévision des consommations applicables est soustraite de la consommation d'énergie actuelle au lieu d'être ajoutée à la prévision de régression. Par exemple, si un immeuble de bureaux a un garage, le rapport d'efficacité énergétique est alors calculé de la façon suivante :

$$\text{Rapport d'efficacité énergétique} = \frac{\text{Énergie à la source réelle} - \text{Prévision pour le stationnement}}{\text{Énergie à la source prévue pour le bureau}}$$

Une fois le rapport d'efficacité calculé, on utilise le tableau de référence standard (dans le cas présent, locaux à bureaux) pour obtenir la cote.

Toutes les autres utilisations n'ayant pas de cote ENERGY STAR

Présentées seules, ces utilisations ne sont pas en mesure d'obtenir une cote ENERGY STAR. Toutefois, les bâtiments à fonction principale pour lesquels il existe une cote (p. ex., bureau, écoles de la maternelle à la douzième année) peuvent obtenir une cote lorsque ces autres usages ne pouvant faire l'objet de cote sont présentes, si la surface de plancher de ces autres usages ainsi que les espaces utilisant les prévisions de centres de données représentent moins de 25 % de la superficie totale du bâtiment. Portfolio Manager supposera alors que l'IE à la source prévue de cet « autre » espace est identique à l'IE prévue de la fonction principale (p. ex., locaux à bureaux, école du préscolaire au niveau secondaire).

⁴ Pour plus de détails sur les équations prédictives, consultez : www.energystar.gov/ScoreDetails (disponible en anglais seulement).

Cela peut paraître étrange de supposer que l'« autre » type d'utilisation aura la même IE prévue que celle de la fonction principale. Cependant, comme il n'existe aucun moyen valide de prévoir la consommation d'énergie de cette « autre » utilisation, il est raisonnable de supposer qu'elle pourrait être *soit* supérieure à l'utilisation principale, *soit* inférieure à l'utilisation principale. L'EPA n'émet aucune hypothèse en cette matière, mais suppose plutôt que l'IE est constante. Cette restriction est la raison pour laquelle on limite à 25 % de la superficie totale les autres types d'utilisation. Cette restriction permet de réduire le nombre d'erreurs attribuables aux hypothèses sur l'intensité énergétique. Si on dépasse la limite de 25 %, la propriété ne recevra aucune cote.

Traiter les types de propriétés qui n'ont pas d'échelle ENERGY STAR :
quelles sont les différences au Canada?

Le Canada utilise la même méthode que les États-Unis pour traiter les types de propriété qui n'ont pas de cote de 1 à 100.