

Énergie à la source

APERÇU

Les bâtiments commerciaux utilisent diverses combinaisons d'énergies, y compris l'électricité, le gaz naturel, le mazout, la vapeur d'un réseau collectif et bien d'autres. Afin d'évaluer le rendement énergétique pour ces bâtiments, nous devons utiliser une seule unité commune pour exprimer ces divers types d'énergie. **L'énergie à la source** est l'unité d'évaluation la plus équitable, et elle permet une évaluation complète de l'efficacité énergétique.

Vous connaissez peut-être le terme **énergie du site**, qui désigne la quantité de chaleur et d'électricité consommée par un bâtiment, et qui se reflète sur les factures des services publics. L'énergie du site peut être livrée à une installation sous l'une de deux formes. L'**énergie primaire** est le *combustible brut*, par exemple le gaz naturel ou le mazout, qui est brûlé pour créer de la chaleur et de l'électricité. L'**énergie secondaire** est le produit énergétique créé à partir d'un combustible brut, par exemple l'électricité achetée du réseau ou la chaleur reçue d'un réseau de chauffage collectif à vapeur. Une unité d'énergie primaire ne peut pas être directement comparée à une unité d'énergie secondaire consommée au site parce que l'une représente un combustible brut tandis que l'autre représente un combustible converti. Donc, les bâtiments ont besoin de chaleur et d'électricité pour fonctionner, et il y a toujours des pertes associées à la production et à la livraison de cette chaleur et de cette électricité. Le calcul de **l'énergie à la source** remonte jusqu'au combustible brut fourni pour déterminer les besoins en chaleur et en électricité d'un bâtiment; ainsi, il tient compte des pertes et permet une évaluation thermodynamique complète.

La **figure 1** résume les rapports utilisés dans Portfolio Manager pour la conversion en énergie à la source. Nous utilisons des rapports moyens nationaux pour la conversion en énergie à la source afin d'éviter qu'un bâtiment particulier soit avantagé (ou pénalisé) par l'efficacité relative de son ou ses fournisseurs d'énergie.

Figure 1 – Rapports source-site pour tous les types de compteurs d'énergie de Portfolio Manager

Type d'énergie	Rapport – É.-U.	Rapport – Canada
Électricité (achetée du réseau)	2,80	1,96
Électricité (solaire ou éolienne sur place, peu importe la propriété des certificats d'énergie renouvelable, CER)	1,00	1,00
Gaz naturel	1,05	1,01
Mazout (No 1,2,4,5 et 6, diesel, kérosène)	1,01	1,01
Propane et propane liquide	1,01	1,04
Vapeur d'un réseau collectif	1,20	1,33
Eau chaude d'un réseau collectif	1,20	1,33
Eau refroidie d'un réseau collectif	0,91	0,57
Bois	1,00	1,00
Charbon/coke	1,00	1,00
Autre	1,00	1,00

Les sections suivantes du présent document expliquent l'énergie à la source et les détails associés à chaque facteur :

LA VALEUR DE L'ÉNERGIE À LA SOURCE.....	3
MÉTHODOLOGIE	6
RAPPORTS SOURCE-SITE PAR TYPE D'ÉNERGIE AUX ÉTATS-UNIS	9
RAPPORTS SOURCE-SITE PAR TYPE D'ÉNERGIE AU CANADA	17

LA VALEUR DE L'ÉNERGIE À LA SOURCE

La conversion de l'énergie du site à l'énergie à la source a pour but de fournir une évaluation équitable de l'efficacité énergétique au niveau du bâtiment. Puisque la consommation énergétique facturée inclut une combinaison de formes d'énergie primaires et secondaires, une comparaison qui utilise l'énergie du site ne fournit pas une évaluation thermodynamique équivalente pour les bâtiments ayant différentes combinaisons de combustibles. Au contraire, l'énergie à la source comprend toutes les pertes associées à la production, à la transmission et à la livraison, ce qui tient compte de toute la consommation de combustible primaire et permet une évaluation complète de l'efficacité énergétique dans un bâtiment.

Lorsque l'énergie à la source est utilisée pour évaluer le rendement énergétique, le rendement d'un bâtiment particulier n'est pas crédité ou pénalisé en fonction d'un type de combustible particulier utilisé. Par contre, l'utilisation d'une mesure d'énergie du site fournirait un crédit pour les bâtiments qui achètent l'énergie produite à l'extérieur par les services publics (par exemple, l'électricité). Cette neutralité est illustrée dans les exemples de scénarios suivants avec différents systèmes de chauffage, et au moyen d'une comparaison des bâtiments certifiés ENERGY STAR avec l'inventaire national des bâtiments commerciaux.

Énergie à la source dans différents scénarios de chauffage

Puisque la plupart des bâtiments utilisent l'électricité pour l'éclairage et d'autres pièces d'équipement, les fluctuations dans les combinaisons de combustibles sont généralement imputables au choix du système de chauffage. Une autre façon de comprendre la relation entre le choix du carburant, l'énergie à la source et l'efficacité énergétique consiste à examiner six scénarios différents pour les systèmes de chauffage dans les bâtiments; ces scénarios sont présentés dans la **figure 2**. Le fonctionnement et l'enveloppe thermique du bâtiment sont les mêmes pour chaque scénario. Par conséquent, la charge thermique est identique pour chaque bâtiment. Les différences entre les bâtiments sont uniquement attribuables au type de combustible de chauffage et à l'équipement utilisé pour le chauffage. Ces différences font en sorte que les bâtiments ont une consommation d'énergie à la source et du site différente.

Figure 2 – Comparaison de différents scénarios de chauffage

	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D	Bâtiment E	Bâtiment F
Combustible de chauffage	Gaz naturel	Gaz naturel	Vapeur d'un réseau collectif	Électricité	Électricité	Électricité
Système de chauffage	Chaudière à gaz Rendement de combustion de 90 % Rendement du système de 80 %	Chaudière à gaz Rendement de combustion de 70 % Rendement du système de 55 %	Vapeur d'un réseau collectif Rendement du système de 95 %	Géothermique CDP = 4,0	Thermopompe à air CDP = 2,5	Chauffage par résistance électrique
Chaleur dans l'espace (MBtu)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Énergie du site (MBtu)	1 250	1 818	1 053	250	400	1 000
Énergie à la source (MBtu)	1 313	1 909	1 264	700	1 120	2800

Il est à noter que les rapports source-site des États-Unis ont été appliqués :

- Électricité : 1 unité du site = 2,80 unités à la source
- Gaz naturel : 1 unité du site = 1,05 unités à la source
- Vapeur : 1 unité du site = 1,20 unités à la source

Les valeurs de l'énergie à la source et de l'énergie du site dans la **figure 2** démontrent les principales différences entre les deux mesures et illustrent les raisons pour lesquelles l'énergie à la source est la mesure comparative la plus équitable. Une comparaison de ces scénarios de bâtiments utilisant l'énergie du site ne permet pas de reconnaître les pertes d'efficacité à partir de la production de l'énergie hors site. Au contraire, l'énergie à la source fournit une comparaison exacte et équitable de ces scénarios, comme il est décrit plus en détail dans la **figure 3**. Les mesures dans Portfolio Manager (par ex. la cote ENERGY STAR, l'IE à la source) ont pour but d'évaluer le rendement énergétique en fonction de l'utilisation énergétique de l'ensemble du bâtiment, peu importe le système de chauffage ou la technologie du bâtiment. L'utilisation de l'énergie à la source permet de représenter de façon juste l'efficacité du système de chauffage dans les mesures de consommation énergétique pour l'ensemble du bâtiment.

Figure 3 – Les avantages de l'énergie à la source

- ✓ **Avantages de l'énergie à la source**
- ✓ Permet une évaluation intégrale du bâtiment qui combine tous les combustibles
- ✓ Évalue tous les bâtiments de façon équitable, peu importe le système de chauffage
- ✓ Évalue le chauffage électrique de façon équitable par rapport aux systèmes au gaz naturel et à la vapeur
 - ✓ Identifie l'énergie géothermique comme étant la plus efficace
 - ✓ Reconnaît l'efficacité des systèmes de thermopompes à air, qui est comparable à celle des chaudières au gaz naturel et des réseaux collectifs de chauffage à vapeur
 - ✓ Identifie le chauffage par résistance électrique comme étant le moins efficace
- ✓ Fournit une comparaison équitable entre les systèmes à vapeur et les systèmes au gaz naturel
- ✓ Compare de façon équitable les chaudières au gaz naturel présentant différents niveaux d'efficacité sur place

Consommation électrique dans Portfolio Manager et les bâtiments certifiés ENERGY STAR

Pour comprendre comment fonctionnent concrètement ces scénarios de chauffage, nous pouvons évaluer les combinaisons de combustibles des bâtiments pour l'ensemble des États-Unis, représentés par le Commercial Building Energy Consumption Survey (CBECS), un échantillon représentatif des bâtiments à l'échelle nationale. Nous pouvons ensuite comparer les résultats aux bâtiments qui ont obtenu la certification ENERGY STAR en 2017.

Ainsi, pour l'ensemble des bâtiments commerciaux aux États-Unis, l'électricité représente 69 % de la consommation énergétique. En revanche, parmi les bâtiments certifiés ENERGY STAR, le pourcentage moyen d'électricité est légèrement supérieur, soit 79 %. Outre le pourcentage moyen d'électricité, nous pouvons également déterminer le pourcentage des bâtiments qui utilisent l'électricité à 100 % (c.-à-d., qui sont chauffés et refroidis à l'électricité). Les résultats indiquent que 34 % des bâtiments à l'échelle nationale sont à 100 % électriques, comparativement à 29 % parmi les bâtiments certifiés ENERGY STAR. Dans l'ensemble, ces statistiques démontrent que les bâtiments qui consomment un fort pourcentage d'électricité sont tout aussi susceptibles d'obtenir la certification ENERGY STAR que les autres types de bâtiments.

Figure 4 – Pourcentage d'électricité dans les bâtiments commerciaux

	CBECS	Certifiés ENERGY STAR
Nombre de bâtiments	4 809 031	9 555
% moyen d'électricité	69 %	79 %
Nombre de bâtiments à 100 % électriques	1 617 758	2 757
Pourcentage de bâtiments à 100 % électriques	34 %	29 %

L'étude CBECS est réalisée par l'Energy Information Administration du Département de l'Énergie des États-Unis. Des filtres ont été appliqués aux observations de la CBECS 2012 aux fins d'analyse. Les installations certifiées ENERGY STAR comprennent celles qui se servent de Portfolio Manager pour leur analyse comparative et qui ont obtenu leur certification en 2017.

MÉTHODOLOGIE

En bout de ligne, le but de la conversion à l'énergie à la source consiste à comptabiliser le combustible primaire total requis pour fournir la chaleur et l'électricité au site. Généralement, cela signifie que la méthodologie doit comporter les ajustements suivants pour l'énergie consommée sur place :

- **Énergie primaire** : Tenir compte des pertes qui surviennent durant la distribution, le stockage et la livraison du combustible primaire (p. ex. gaz naturel, mazout).
- **Énergie secondaire** : Tenir compte des pertes de conversion à la centrale en plus des pertes survenant durant la transmission et la distribution de l'énergie secondaire au bâtiment (p. ex. électricité, réseau collectif de chauffage à vapeur).

Ces ajustements permettent de quantifier la teneur totale en énergie du combustible primaire. Dans cette évaluation, les combustibles primaires sont considérés comme des produits raffinés, par exemple le charbon, le gaz naturel et l'huile. L'analyse ne tient pas compte de l'énergie consommée durant l'extraction, le transport et le raffinage des produits bruts. Bien que ce type d'analyse puisse fournir un aperçu instructif des conséquences de la consommation d'énergie sur le cycle de vie, cet aspect va au-delà de la portée d'une évaluation au niveau du bâtiment. Des sections suivantes du présent document présentent des détails spécifiques sur l'application de cette méthodologie à chaque type d'énergie.

Utilisation de la moyenne nationale des rapports source-site

L'efficacité de la production de l'énergie secondaire (p. ex. l'électricité) dépend des types de combustibles primaires qui sont consommés et de l'équipement particulier utilisé. Ces caractéristiques sont uniques à chaque centrale et varient selon la région. Par exemple, certaines régions ont un haut pourcentage d'énergie hydroélectrique, tandis que d'autres consomment de grandes quantités de charbon. Le programme ENERGY STAR a pour but de fournir des comparaisons de l'efficacité énergétique d'un bâtiment relativement à un groupe national de bâtiments similaires; par conséquent, il est plus équitable d'utiliser des rapports source-site au niveau national. Puisque Portfolio Manager est offert à la fois aux États-Unis et au Canada, des rapports source-site propres à chaque pays sont utilisés. Pour chaque pays, il existe un seul rapport source-site national pour chacun des combustibles primaires et secondaires dans Portfolio Manager, y compris l'électricité achetée du réseau. La plupart des facteurs sont généralement similaires pour les deux pays, bien que le rapport pour l'électricité soit plus bas au Canada en raison d'un pourcentage plus élevé d'énergie hydroélectrique au niveau national.

Voici quelques raisons pour lesquelles les rapports source-site nationaux représentent l'approche la plus équitable :

1. **Géographie fixe** - L'emplacement géographique est fixe pour la plupart des bâtiments; il n'est pas possible de déménager le bâtiment dans une région offrant une production électrique plus efficace.
2. **Réseau interconnecté** - Pour la plupart des bâtiments, il n'est pas possible de remonter jusqu'à la centrale d'origine de chaque kWh d'électricité. Dans une région donnée d'un service public, le réseau est interconnecté, et il est impossible d'associer la consommation électrique d'un bâtiment particulier à une centrale individuelle.
3. **Analyse axée sur le bâtiment** - L'unité d'analyse principale pour Portfolio Manager est le bâtiment. C'est l'efficacité du bâtiment, et non du service public d'électricité, qui est évaluée. Deux bâtiments ayant

une efficacité opérationnelle et énergétique identique recevront la même cote ENERGY STAR, peu importe leur emplacement géographique ou leur fournisseur de services publics.¹

L'utilisation de rapports source-site nationaux fait en sorte qu'aucun bâtiment particulier ne sera crédité (ou pénalisé) pour l'efficacité relative de son fournisseur de services publics.

Conversion du combustible au site

L'objectif de la conversion en énergie à la source consiste à quantifier la consommation d'énergie totale en tenant compte des pertes de conversion, de transmission et de distribution. Lorsque la conversion de l'énergie a lieu sur place, les pertes ou les gains résultant de cette conversion sont comptabilisés dans l'énergie du site parce que le bâtiment est évalué en fonction du combustible qui est acheté. La conversion du carburant sur place peut prendre plusieurs formes. Sous la forme la plus simple, il peut s'agir de la combustion du gaz naturel dans une chaudière afin de générer de la chaleur. Sous une forme plus complexe, il peut s'agir d'un système de production combinée de chaleur et d'électricité (cogénération), qui convertit le gaz naturel en chaleur et en électricité. Dans le cas d'un système de cogénération comme dans celui d'une chaudière au gaz naturel, la donnée requise pour Portfolio Manager est l'achat du gaz naturel. L'efficacité de la conversion énergétique (par la chaudière ou le système de cogénération) est reflétée dans la quantité de gaz naturel acheté, et le facteur de conversion à la source pour le gaz naturel ne tient compte que des pertes de transmission et de distribution.

Si la chaudière ou le système de cogénération produit la chaleur ou l'électricité plus efficacement que peut le faire le fournisseur de services publics, la perte de conversion sur place n'est pas aussi élevée que la perte de conversion associée à l'achat de ces produits auprès d'un fournisseur de services publics. Dans ce cas, le bâtiment doté du système de cogénération ou de la chaudière efficace utilisera moins d'énergie au total qu'un bâtiment achetant la chaleur et l'électricité équivalentes auprès d'un fournisseur de services publics; par conséquent, le bâtiment qui est doté d'un système de cogénération ou d'une chaudière efficace aura moins d'énergie à la source (sera plus efficace). Il arrive parfois, au contraire, que la production sur place soit moins efficace. Un bâtiment dont la production est moins efficace que les services publics moyens n'obtiendra pas une aussi bonne cote qu'un bâtiment qui achète ces produits auprès des services publics. L'efficacité de tout équipement quelconque au bâtiment sera fonction de la qualité de son installation, de son exploitation et de son entretien.

Production d'électricité renouvelable à l'extérieur

Le réseau électrique comprend différentes sources renouvelables d'électricité, dont l'énergie éolienne, l'énergie solaire et l'énergie hydroélectrique ayant peu d'impact sur l'environnement. Ces sources renouvelables d'énergie ne dépendent pas de la consommation de carburants fossiles quelconques, mais impliquent la conversion de l'énergie directe du soleil, du vent ou de l'eau motrice. Même si l'énergie renouvelable n'est pas assujettie aux mêmes pertes de conversion que les autres combustibles, il n'est généralement pas possible de remonter jusqu'à la centrale d'origine de chaque kWh d'électricité pour un bâtiment particulier. Par conséquent, un bâtiment peut être situé dans une région dont les services publics offrent plusieurs formes de production d'électricité, y compris l'énergie éolienne, l'hydroélectricité, et le charbon, mais puisque le réseau est interrelié, il n'est pas possible d'assigner une méthode de production donnée à un bâtiment particulier. En outre, comme il est indiqué ci-dessus, les bâtiments individuels n'ont aucun contrôle sur les options d'approvisionnement en énergie offertes dans leur région géographique. Par

¹ Notez que deux bâtiments ayant une *efficacité* énergétique équivalente dans deux régions différentes peuvent avoir une *consommation énergétique absolue* différente en raison des conditions climatiques. Dans cette situation, la cote ENERGY STAR tient compte des différences de climat, fournissant ainsi une comparaison équitable pour les bâtiments dans différents climats..

conséquent, Portfolio Manager utilise des rapports source-site nationaux, lesquels reflètent la proportion d'électricité renouvelable produite dans le réseau national.

L'énergie à la source et la cote ENERGY STAR mettent l'accent sur la consommation énergétique, et non sur le fournisseur d'énergie ou sur les émissions qui en résultent. L'application d'un facteur électrique national unique permet d'assurer qu'aucun bâtiment particulier n'est crédité ou pénalisé en raison de son fournisseur de services publics. En étant axée sur le *bâtiment* plutôt que sur l'offre énergétique, la cote peut aider le propriétaire ou le gestionnaire d'un bâtiment à optimiser son efficacité énergétique. L'efficacité est la première étape vers un bâtiment net-zéro. Lorsqu'un bâtiment a atteint son efficacité énergétique maximale, l'achat d'énergie verte, que ce soit par l'intermédiaire de produits verts ou de certificats d'énergie renouvelable (CER), est une option offerte pour réduire les émissions indirectes de gaz à effet de serre et réduire l'empreinte carbone global. Portfolio Manager permet d'assurer le suivi de ces achats d'énergie verte et des émissions évitées correspondantes. Il est recommandé d'effectuer un suivi de ces achats parallèlement à l'efficacité énergétique (cote) du bâtiment pour motiver les bâtiments supérieurs, à haut rendement. Soulignons cependant que l'achat d'énergie verte ne contribue pas en soi à augmenter ou à réduire l'efficacité du bâtiment en ce qui a trait à sa consommation d'énergie. Ainsi, l'énergie verte n'a pas d'impact sur les calculs de l'énergie à la source ou de la cote. Pour en apprendre davantage, veuillez consulter la Référence technique sur l'énergie verte, disponible à :
https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/Green%20Power_fr_CA.pdf.

Production d'énergie renouvelable sur place

Lorsque l'énergie renouvelable est produite dans un bâtiment au moyen de panneaux solaires photovoltaïques ou d'éoliennes, le but du facteur d'énergie à la source consiste toujours à prendre en compte les pertes liées à la conversion, à la transmission et à la distribution. Dans ce cas, il n'y a pas de perte de conversion analogue, car l'électricité est dérivée du soleil ou du vent, qui ne sont pas considérés comme des combustibles organiques discrets au même titre que les combustibles fossiles. En outre, puisque l'électricité est convertie sur place, il n'y a ni transmission ni distribution. Par conséquent, le rapport source-site pour l'électricité solaire ou éolienne sur place est de 1,0, peu importe la propriété des CER. Étant donné que l'énergie solaire et éolienne sur place ne subit pas les pertes qui surviennent lorsque l'électricité est achetée auprès du réseau, l'application de ces technologies sur place sera associée à une énergie à la source plus basse et à des cotes ENERGY STAR plus élevées.

Toutefois, le rapport source-site de 1.0 ne s'applique qu'à l'énergie que vous utilisez sur place. Les propriétés ne reçoivent aucun crédit dans leur cote pour l'énergie exportée au réseau. Si votre propriété produit plus d'énergie solaire ou éolienne sur place que vous ne pouvez consommer en temps réel, vous exporterez le surplus d'électricité au réseau. Cependant, l'énergie exportée ne diminuera pas l'exigence d'énergie totale de la propriété qui est à la base de la cote ENERGY STAR. Seule l'énergie consommée sur place est multipliée par le rapport source-site de 1.0 et comprise dans la consommation d'énergie totale déclarée pour votre propriété.

Échéancier de mise à jour des rapports source-site

La révision la plus récente de tous les rapports source-site a eu lieu en 2018. Les révisions des facteurs d'énergie à la source canadiens ont été publiées en février 2018; les révisions américaines ont été publiées en août 2018. Les rapports source-site calculés et appliqués dans Portfolio Manager dépendent de plusieurs caractéristiques, y compris la qualité des combustibles, l'efficacité moyenne de la conversion de l'énergie primaire à l'énergie secondaire, et l'efficacité de la distribution. Par conséquent, les rapports devraient changer avec le temps à mesure qu'évolueront l'infrastructure et les combinaisons de combustibles à l'échelle nationale. Les caractéristiques qui influencent les

rapports ne changent pas de façon drastique d'une année à l'autre, mais devraient évoluer avec le temps. Par conséquent, les rapports pour tous les combustibles sont révisés tous les 3 à 5 ans et mis à jour en conséquence. De plus, certains rapports particuliers peuvent être mis à jour de manière à refléter de nouvelles informations, méthodologies ou politiques de programmes.

RAPPORTS SOURCE-SITE PAR TYPE D'ÉNERGIE AUX ÉTATS-UNIS

Cette section présente les documents de référence et les calculs utilisés afin d'obtenir les rapports source-site pour les États-Unis.

Électricité – achetée du réseau

L'électricité achetée du réseau est une forme d'énergie secondaire qui est consommée au bâtiment. Elle est générée par l'intermédiaire d'une variété de méthodes, y compris la combustion de combustibles fossiles (p. ex., le charbon, le gaz naturel, le mazout), à partir de centrales nucléaires, et à partir de sources d'énergie renouvelable, dont l'énergie éolienne, hydroélectrique, solaire, géothermique et de la biomasse. Le rapport source-site doit refléter les pertes encourues lorsque ces combustibles sont convertis en électricité, ainsi que toutes les pertes se produisant sur le réseau électrique lors du transport de l'électricité aux bâtiments particuliers.

Le rapport source-site de l'électricité du réseau est calculé à partir du Monthly Energy Review (MER) de l'Energy Information Administration.² Le MER comprend des tableaux qui résument la production d'électricité issue des combustibles fossiles, du nucléaire et des systèmes de production d'énergie renouvelable aux États-Unis. Le rapport source-site est calculé en divisant l'énergie primaire (c.-à-d. l'énergie primaire totale utilisée pour la production d'électricité) par la production nette moins les pertes de transmission et de distribution (T et D). Ce calcul est résumé à la **figure 5**. Comme il est indiqué, le rapport source-site peut être calculé séparément pour une année quelconque, et il varie légèrement avec le temps. Puisque les données relatives à un bâtiment peuvent englober plusieurs années dans Portfolio Manager, et puisque les bâtiments ont des données énergétiques couvrant différentes périodes, nous utilisons une moyenne sur cinq ans. Le rapport source-site pour l'électricité du réseau est de 2,80.

Figure 5 – Calculs des rapports source-site pour l'électricité aux É.-U.

Année	Énergie primaire consommée pour la production	Production nette	Pertes T. et D.	Rapport source-site
2012	35,08	13,27	0,90	2,83
2013	35,16	13,32	0,87	2,82
2014	35,34	13,43	0,83	2,80
2015	34,62	13,37	0,83	2,76

² Chaque mois, l'Energy Information Administration publie le Monthly Energy Review sur le site <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/>. Des liens vers les rapports des mois précédents se trouvent également sur cette page Web.

2016	34,10	13,37	1,01	2,76
Moyenne (2012-2016)				2,80

Exemple de calcul pour 2012 : $35,08 / (13,27 - 0,90) = 2,83$

Source (en anglais) : Selon les valeurs des tableaux 7.1 (Survol de la production d'électricité), 7.2b (Production nette d'électricité : secteur de la production d'électricité), 7.3b (Consommation de combustibles pour la production d'électricité : secteur de la production d'électricité), et annexes A3 à A6 de juin 2017 Monthly Energy Review. Values in Quadrillion Btus (Quads).
<https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/>.

Note sur la méthode de calcul : En 2018, l'EPA a actualisé sa méthode de calcul concernant le secteur de la production d'électricité seulement, en excluant la production d'électricité des installations commerciales et industrielles. Ces valeurs proviennent des tableaux 7.2b et 7.3b du MER puis sont multipliées par leurs facteurs de contenu calorifique respectifs indiqués dans les annexes A3 à A6 du MER afin de convertir les unités en BTU. De plus, l'EPA a modifié sa méthode pour calculer l'énergie primaire des carburants renouvelables non combustibles. Cette énergie est désormais calculée selon une approche de l'« énergie capturée ». Grâce à cette approche, l'énergie consommée pour la production d'électricité renouvelable correspond à la quantité totale d'électricité produite (valeurs du tableau 7.2b du MER multipliées par le contenu calorifique de l'électricité dans l'annexe A6). Il s'agit d'une modification apportée à l'approche précédente dite « équivalence carburant-fossile », qui représente l'énergie qui aurait été consommée si l'électricité avait été produite par des carburants fossiles. (valeurs du tableau 7.2b du MER multipliées par le coefficient de chaleur de l'énergie renouvelable non combustible de l'annexe A6 du MER). Cette nouvelle approche correspond à la façon dont les consommateurs doivent saisir l'énergie renouvelable sur site dans Portfolio Manager. Pour obtenir de plus amples renseignements, consulter l'annexe E (« Alternatives for Deriving Energy Contents of Noncombustible Renewables ») du Monthly Energy Review 2017 (https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/sec13_23.pdf).

Électricité – Électricité solaire ou éolienne sur place

L'électricité renouvelable produite à un bâtiment par l'intermédiaire de panneaux photovoltaïques solaires ou d'éoliennes est une forme d'énergie secondaire. Avec ces combustibles, il n'y a pas de perte de conversion, car l'électricité est dérivée du soleil ou du vent, qui ne sont pas considérés comme des combustibles organiques discrets au même titre que les combustibles fossiles. En outre, puisque l'électricité est convertie sur place, il n'y a pas de transmission ou de distribution. Par conséquent, le rapport source-site pour l'électricité solaire ou éolienne sur place est de 1,0.

Gaz naturel

Le gaz naturel est un type d'énergie primaire dont la combustion sur place produit de la chaleur et/ou de l'électricité. Le rapport source-site doit tenir compte des pertes encourues lors de la transmission par pipeline et de la distribution du gaz naturel au client par le fournisseur. Ces valeurs proviennent du rapport Natural Gas Annual, publié par l'Energy Information Administration. On peut calculer le rapport source-site directement à partir de l'information dans le tableau 1 de Natural Gas Annual, Summary Statistics for Natural Gas in the United States.³ Le rapport source-site

³ Chaque année, l'Energy Information Administration publie le rapport annuel sur le gaz naturel (Natural Gas Annual) à la page Web suivante : http://www.eia.doe.gov/oil_gas/natural_gas/data_publications/natural_gas_annual/nga.html (disponible en anglais seulement). Cette page Web offre également des liens vers les rapports des années précédentes. Chaque rapport contient un tableau intitulé *Summary Statistics for Natural Gas in the United States*. Il est possible de consulter le tableau sur la consommation annuelle de gaz naturel 2016 (en anglais) par le lien : https://www.eia.gov/naturalgas/annual/pdf/table_001.pdf.

s'obtient en calculant la somme du gaz livré aux consommateurs, du gaz utilisé par le pipeline et pour la distribution, et du gaz utilisé par les centrales, puis en divisant ce total par la livraison totale aux consommateurs. Ce calcul indique la quantité de gaz totale utilisée aux installations de distribution ou perdue lors de la transmission pour chaque unité de gaz qui est livrée à un consommateur. Comme il est indiqué dans la **figure 6**, le rapport source-site pour le gaz naturel peut être calculé séparément pour une année quelconque et varie légèrement avec le temps. Puisque les données relatives à un bâtiment peuvent englober plusieurs années dans Portfolio Manager, et puisque les bâtiments ont des données énergétiques couvrant différentes périodes, nous utilisons une moyenne sur cinq ans. Le rapport source-site pour le gaz naturel est de 1,05.

Figure 6 – Calcul des rapports source-site pour le gaz naturel aux É.-U.

Année	Somme du gaz utilisé par les pipelines et pour la distribution, aux centrales et la livraison aux consommateurs	Somme du gaz utilisé par les pipelines et pour la distribution, et aux centrales	Livraison aux consommateurs	Rapport source-site
2012	24 550 529	1 139 106	23 411 423	1,05
2013	25 086 782	1 247 857	23 838 925	1,05
2014	25 506 470	1 125 388	24 381 082	1,05
2015	26 104 603	1 115 318	24 989 285	1,04
2016	26 316 668	1 118 452	25 198 216	1,04
Moyenne (2012-2016)				1,05

Exemple de calcul pour 2012 : $(1\,139\,106 + 23\,411\,423) / (23\,411\,423) = 1,05$

Source : Table 1. Summary Statistics for Natural Gas in the United States, 2012-2016. Natural Gas Annual 2017. Valeurs exprimées en millions de pieds cubes. Le combustible loué est exclu par souci d'uniformité avec la méthode pour l'électricité. <http://www.eia.gov/naturalgas/annual> (disponible en anglais seulement)

Mazout

Les produits pétroliers raffinés sont un type d'énergie primaire dont la combustion sur place produit de la chaleur et/ou de l'électricité. Ces produits comprennent le mazout (n° 1, 2, 4, 5, 6), le diésel et le kérosène. Le rapport source-site doit tenir compte des pertes subies lors de la distribution, du stockage et de la livraison du combustible. L'Energy Information Administration ne publie pas de rapport annuel pour quantifier les pertes associées à la distribution, au stockage et à la livraison du mazout. Cependant, plusieurs autres rapports détaillés ont été examinés dans le but d'explorer les exigences énergétiques du cycle de vie pour la production des carburants de transport. Le rapport le plus pertinent pour l'estimation désirée était A Lifecycle Emissions Model (LEM) effectuée à l'Université de la Californie, à Davis.⁴ Cette étude a permis d'établir que les estimations reliées à la production et à la distribution du carburant diésel routier se rapprochaient le plus des estimations relatives aux types de combustibles de chauffage retrouvés dans les bâtiments commerciaux.⁵ L'étude LEM identifie l'énergie requise pour la distribution et le stockage

⁴ A Lifecycle Emissions Model (LEM): Lifecycle Emissions from Transportation Fuels, Motor Vehicles, Transportation Modes, Electricity Use, Heating and Cooking Fuels, and Materials, Mark DeLucchi, Institution of Transportation Studies, University of California, Davis, décembre 2003. Trouvé à : <http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1064&context=itsdavis> (disponible en anglais seulement) (étude LEM).

⁵ Le carburant diésel routier est un produit plus raffiné que le mazout pouvant être utilisé dans les bâtiments. Cependant, les principaux facteurs contribuant au rapport source-site (énergie pour la distribution, le stockage et la livraison du carburant) devraient être similaires.

et la livraison du carburant, et la proportion relative de cette énergie utilisée par rapport à l'énergie de consommation finale. Ces chiffres sont présentés à la **figure 7**. La proportion de carburant diesel qui est utilisé pour la distribution et le stockage et la livraison du carburant correspond à environ 1 % de la livraison totale aux clients. Par conséquent, le rapport source-site pour le mazout est de 1,01.

Figure 7 – Sommaire des résultats de l'étude LEM pour le carburant diesel routier aux É.-U.

Cycle de vie du carburant diesel routier	Énergie requise (BTU/mille)	Proportion par rapport à l'énergie de consommation finale
Distribution et stockage du carburant	189	0,8 %
Livraison du carburant	45	0,2 %
Consommation finale	24 600	100,0 %
Total	24 834	101,0 %

Source : Tableau 51B, LEM Study, p. 400. Exclut la récupération des substrats, la transmission et le raffinage afin d'assurer l'uniformité avec la méthode utilisée pour l'électricité.

Propane

Le propane est un combustible qui peut être produit en tant que sous-produit du raffinage du pétrole ou du traitement du gaz naturel. Une fois créé, le propane est considéré comme un combustible primaire qui est brûlé sur place pour produire de la chaleur ou de l'électricité. Le rapport source-site doit tenir compte des pertes subies lors de la distribution, du stockage et de la livraison du combustible. L'Energy Information Administration ne produit pas de rapport annuel quantifiant les pertes associées à la distribution, au stockage et à la livraison du propane. Pour le propane, ces pertes sont considérées comme analogues à celle du mazout. Par conséquent, le rapport source-site du propane est de 1,01.

Vapeur d'un réseau collectif

La vapeur d'un réseau collectif est un type d'énergie secondaire générée à l'extérieur et livrée à l'installation. Le rapport source-site doit prendre en compte les pertes qui surviennent lorsque le combustible primaire est converti dans la forme d'énergie secondaire, et toutes les pertes qui surviennent lorsque l'énergie secondaire est distribuée à l'installation. La vapeur d'un réseau collectif peut être produite par une chaudière conventionnelle ou par un système de cogénération. Les deux systèmes ont été intégrés dans le rapport source-site pour refléter avec exactitude le marché de la vapeur. Les propriétés des réseaux collectifs, y compris les gammes de valeurs d'efficacité de la production et de la distribution, sont indiquées dans le rapport intitulé *District Energy Services: Commercial Data Analysis for EIA's National Energy Modeling System*.⁶

Une analyse de la production de vapeur traditionnelle est présentée dans la **figure 8**. L'efficacité des chaudières se situe généralement entre 80 % et 85 % dans des conditions de pleine charge (c.-à-d. nominales). L'efficacité pour une charge partielle se situe entre 90 % et 97 % de l'efficacité nominale. Pour générer un rapport source-site relatif à la vapeur d'un réseau collectif, la production a été évaluée au point médian de la gamme d'efficacité des chaudières (82,5 %) et à la limite supérieure de la gamme d'efficacité pour les charges partielles (97 %), puisque les réseaux collectifs de chauffage fonctionnent à des facteurs de charge annuels relativement élevés. Une fois que la vapeur est

⁶ Energy and Environmental Analysis, Inc. et International District Energy Association. *District Energy Services: Commercial Data Analysis for EIA's National Energy Modeling System*. Soumis à : Decision Analysis Corporation et Energy Information Administration. Août 2007.

générée, une perte de chaleur d'environ 6 % à 9 % est associée à la distribution. Le point médian de cette gamme (7,5 %) a été utilisé pour l'analyse. Cela se traduit par un coefficient d'efficacité de 74 % pour la production de vapeur classique. En d'autres mots, il faut 1,35 kBtu d'énergie à la source pour fournir 1 kBtu d'énergie au bâtiment, et le rapport source-site pour le réseau collectif à vapeur traditionnel est de 1,35.

Figure 8 – Calcul des rapports source-site pour la production de vapeur classique aux É.-U.

Paramètre d'entrée	Valeur
Efficacité de la chaudière	82,5 %
Ajustement pour charge partielle	97,0 %
Efficacité de la production Efficacité de la chaudière x ajustement pour charge partielle	80,0 %
Pertes de distribution du chauffage	7,5 %
Efficacité après perte de chaleur Efficacité de la production – (pertes de distribution x efficacité de la production)	74,0 %
Rapport source-site pour la vapeur classique (1 / efficacité après perte de chaleur)	1,35

Une analyse séparée a été effectuée pour les réseaux collectifs de cogénération et est illustrée à la **figure 9**. Dans un réseau collectif de cogénération moyen, pour chaque tranche de 100 unités d'énergie d'entrée, 33,2 unités de vapeur et 25,6 unités d'électricité sont produites.⁷ Cela équivaut à une efficacité de conversion de 59 % pour l'ensemble du système. Il est nécessaire d'isoler l'efficacité de production pour la vapeur seulement, afin de déterminer un facteur source-site pour les réseaux collectifs de cogénération de vapeur. Pour accomplir cela, on peut comparer un réseau collectif de cogénération avec deux réseaux collectifs traditionnels utilisés pour produire la même quantité de vapeur et d'électricité. En supposant une efficacité de conversion de 82,5 % pour la vapeur traditionnelle et de 32 % pour l'électricité traditionnelle, 40,2 unités d'énergie seront nécessaires à l'entrée pour produire la même quantité de vapeur et 80,0 unités d'énergie d'entrée seront nécessaires pour produire la même quantité d'électricité que le réseau collectif de cogénération. L'énergie d'entrée totale pour les réseaux collectifs traditionnels sera alors de 120,2. La distribution des pourcentages d'énergie d'entrée pour les réseaux collectifs traditionnels peut servir à répartir de manière équitable l'énergie d'entrée du réseau collectif de cogénération entre les produits de vapeur et d'électricité. Le rapport de la vapeur d'entrée par rapport à l'énergie d'entrée totale pour les systèmes traditionnels (40,2 unités / 120,2 unités) peut être multiplié par l'énergie d'entrée du système de cogénération totale de 100 unités pour obtenir l'énergie d'entrée associée à la production de vapeur pour le réseau collectif de cogénération de 33,5.

Le rendement effectif de la production de vapeur dans un réseau collectif de cogénération peut alors être représenté ainsi : 33,2 unités de sortie / 33,5 unités d'entrée = 99,2 %. Comme dans le cas des réseaux collectifs à vapeur traditionnels, il est nécessaire de prendre en compte les pertes associées à la livraison de la vapeur à l'installation. La même perte de distribution de 7,5 % peut être appliquée. La production de vapeur d'un réseau collectif de

⁷ L'EPA et son fournisseur ICF International ont établi des estimations de l'efficacité et de la part de marché des réseaux collectifs de cogénération en fonction de l'analyse de la vapeur totale livrée pour 54 réseaux collectifs de chauffage à vapeur. Cette analyse représentait une extension et une mise à jour de l'évaluation des réseaux collectifs de chauffage à vapeur effectuée en 2007 pour le compte de l'Energy Information Administration du Département de l'Énergie des États-Unis. Cette évaluation a été complétée par Energy and Environmental Analysis Inc. et l'International District Energy Association.

cogénération livre la chaleur à l'installation avec une efficacité de 91,8 %. En d'autres mots, il faut 1,09 kBtu d'énergie à la source pour fournir 1 kBtu d'énergie au bâtiment, et par conséquent, le rapport source-site pour la vapeur produite par un réseau collectif de cogénération est de 1,09. Cette réduction du rapport source-site reflète les gains d'efficacité associés à l'utilisation de cogénération.

Figure 9 – Rapport source-site pour la vapeur produite par un réseau collectif de cogénération aux É.-U.

Paramètres d'entrée	Production de cogénération	Systèmes traditionnels
Énergie d'entrée totale	100	120,2
Vapeur produite	33,2	33,2
Électricité produite	25,6	25,6
Efficacité de conversion (Vapeur et électricité produites / énergie d'entrée totale)	59 %	49 %
Entrée pour la vapeur (système traditionnel = vapeur produite / 82,5 %) (production du réseau collectif de cogénération basée sur le rapport pour le système traditionnel)	33,5	40,2
Entrée pour l'électricité (système traditionnel = électricité produite / 32 %) (production du réseau collectif de cogénération basée sur le rapport pour le réseau collectif traditionnel)	66,5	80,0
Efficacité de la production	99,2 %	--
Pertes de distribution du chauffage	7,5 %	--
Efficacité après pertes de chaleur	91,8 %	--
Rapport source-site pour réseaux collectifs de cogénération	1,09	--

Pour déterminer le rapport source-site national associé aux réseaux collectifs de chauffage à vapeur, une moyenne pondérée des rapports pour cogénération et pour non-cogénération a été calculée. La part de marché des réseaux collectifs de cogénération augmente et englobe maintenant environ 58 % du marché des réseaux collectifs à vapeur aux États-Unis. Pour obtenir le rapport moyen pondéré, on peut multiplier le facteur de cogénération (1,09) par 58 %, et le facteur associé à la vapeur traditionnelle (1,35) par 42 %. **Le rapport source-site pour un réseau collectif à vapeur est de 1,20.**

Eau chaude d'un réseau collectif

L'eau chaude d'un réseau collectif est un type d'énergie secondaire généré à l'extérieur et livré à l'installation. Le rapport source-site doit prendre en compte les pertes qui surviennent lorsque le combustible primaire est converti dans la forme d'énergie secondaire, et toutes les pertes qui surviennent lorsque l'énergie secondaire est distribuée à l'installation. Quelques réseaux collectifs en service utilisent uniquement l'eau chaude, mais la plupart sont utilisés conjointement avec des réseaux collectifs à vapeur. À l'instar d'un réseau collectif à vapeur, l'eau chaude d'un réseau collectif peut être produite au moyen de chaudières traditionnelles ou de cogénération. Une analyse similaire à l'étude sur les réseaux collectifs à vapeur a été réalisée afin de déterminer le rapport source-site pour l'eau

chaude. Les pertes de distribution du chauffage sont plus faibles pour les réseaux collectifs à eau chaude que pour ceux à vapeur (2,5 % contre 7,5 %), mais cet avantage est contrebalancé par les pertes associées à l'énergie de pompage (de l'ordre de 1 % des coûts totaux en eau chaude), de sorte que les deux systèmes sont généralement comparables sur le plan de l'efficacité. Étant donné le rendement similaire de la vapeur et de l'eau chaude, ainsi que la prévalence des réseaux collectifs combinant la vapeur et l'eau chaude, le rapport source-site de 1,20 pour les réseaux collectifs à vapeur est également utilisé pour les réseaux collectifs à eau chaude.

Eau réfrigérée d'un réseau collectif

L'eau réfrigérée d'un réseau collectif est un type d'énergie secondaire généré à l'extérieur et livré à l'installation. Le rapport source-site doit prendre en compte les pertes qui surviennent lorsque le combustible primaire est converti dans la forme d'énergie secondaire, et toutes les pertes qui surviennent lorsque l'énergie secondaire est distribuée à l'installation. La production d'eau réfrigérée d'un réseau collectif se caractérise par deux technologies principales : les refroidisseurs électriques et les refroidisseurs à vapeur. Les deux systèmes ont été intégrés dans le rapport source-site pour refléter le marché avec exactitude. Les propriétés des réseaux collectifs, y compris les gammes de valeurs d'efficacité de la production et de la distribution, sont indiquées dans un rapport intitulé *District Energy Services : Commercial Data Analysis for EIA's National Energy Modeling System*.⁸

L'efficacité des refroidisseurs électriques peut être décrite en termes de coefficient de performance (CDP), c.-à-d. le nombre d'unités de refroidissement de sortie par rapport à l'énergie d'entrée. Comme l'indique la **figure 10**, les valeurs CDP varient de 2,9 à 4,4. Les refroidisseurs électriques pourront également subir des pertes allant jusqu'à 10 % en raison de leur fonctionnement sous charge partielle. Ainsi, la gamme de valeurs CDP est plutôt de 2,6 à 4,0, ce qui reflète le rendement de production net. Le rapport source-site doit également prendre en compte les pertes de distribution, qui varient entre 2 % et 3 %. En soustrayant ce pourcentage des valeurs CDP, on obtient une gamme de 2,5 à 3,9. Le point médian de cette gamme est 3,2. Pour chaque kBtu d'énergie requis par le refroidisseur électrique, environ 3,2 kBtu d'énergie sont livrés au bâtiment. Le CDP net de 3,2 signifie qu'il faut 0,3125 kBtu d'électricité au refroidisseur pour générer 1 kBtu de refroidissement pour les bâtiments. Cependant, il est important de se rappeler que les Btu nécessaires pour alimenter le refroidisseur proviennent de l'électricité, et que l'électricité est une forme d'énergie secondaire. Par conséquent, afin de quantifier les besoins totaux en énergie, il faut multiplier les besoins énergétiques du refroidisseur par le rapport source-site pour l'électricité (qui est de 2,80). Ainsi, pour les refroidisseurs électriques, le rapport source-site est de 0,88.

⁸ Energy and Environmental Analysis, Inc. et International District Energy Association. *District Energy Services: Commercial Data Analysis for EIA's National Energy Modeling System*. Soumis à : Decision Analysis Corporation et Energy Information Administration. Août 2007.

Figure 10 – Calcul des rapports source-site pour les refroidisseurs électriques aux É.-U.

Paramètres d'entrée	Limite inférieure	Limite supérieure
CDP du refroidisseur	2,9	4,4
CDP sous charge partielle	2,6	4,0
CDP incluant les pertes de distribution	2,5	3,9
CDP moyen	3,2	
Consommation d'électricité au refroidisseur (kBtu) pour refroidissement sur place de 1 kBtu (1/CDP)	0,3125	
Consommation d'énergie à la source au refroidisseur (kBtu) pour refroidissement sur place de 1 kBtu (Consommation d'électricité x rapport source-site pour l'électricité)	0,88	
Rapport source-site pour les refroidisseurs électriques	0,88	

Les refroidisseurs à vapeur, souvent alimentés par du gaz naturel, constituent une portion beaucoup plus petite de la production totale d'eau réfrigérée. Comme l'illustre la **figure 11**, les refroidisseurs se caractérisent généralement par des valeurs CDP de 0,7 à 1,4, ce qui indique que 0,7 à 1,4 Btu d'énergie sont fournis pour chaque Btu de gaz naturel consommé. En réalité, ils fonctionnent généralement sous charge partielle, ce qui réduira le CDP de la production à 0,6 à 1,3. Comme dans le cas des refroidisseurs électriques, les pertes de distribution estimées se situent entre 2 % et 3 %. En soustrayant ces pertes des valeurs CDP, on obtient une gamme de 0,6 à 1,2; le point médian de cette gamme nette est 0,9, ce qui indique que pour chaque Btu de gaz requis par le refroidisseur, 0,9 Btu est livré au bâtiment. En d'autres mots, le CDP net de 0,9 signifie qu'il faut 1,11 kBtu de gaz naturel au refroidisseur afin de générer 1 kBtu de refroidissement au bâtiment. Puisque le gaz naturel est une forme d'énergie primaire, aucun calcul source-site additionnel n'est requis. Cette consommation d'énergie primaire a lieu à la centrale et n'est donc pas assujettie aux mêmes pertes de distribution qu'à un bâtiment commercial.

Figure 11 – Calcul des rapports source-site pour les refroidisseurs à vapeur aux É.-U.

Paramètres d'entrée	Limite inférieure	Limite supérieure
CDP du refroidisseur	0,7	1,4
CDP sous charge partielle	0,6	1,3
CDP incluant les pertes de distribution	0,6	1,2
CDP moyen	0,9	
Consommation de gaz naturel au refroidisseur (kBtu) pour un refroidissement sur place de 1 kBtu (1/CDP)	1,11	
Rapport source-site pour les refroidisseurs à vapeur	1,11	

Bien que les proportions exactes de refroidisseurs électriques et à vapeur ne soient pas bien documentées par l'Energy Information Administration ou l'International District Energy Association, il est connu que les refroidisseurs électriques représentent la technologie dominante. Le rapport source-site pour le refroidissement électrique de l'eau est 0,88, tandis que le rapport source-site pour le refroidissement de l'eau par gaz naturel est de 1,11. En supposant

que le pourcentage de l'eau refroidie provenant du gaz naturel s'élève jusqu'à 10 à 20 %, le rapport moyen pour les deux technologies combinées est de 0,91. Par conséquent, **le rapport source-site pour l'eau réfrigérée d'un réseau collectif est 0,91.**

Bois

Le bois est un type d'énergie primaire dont la combustion sur place produit de la chaleur ou de l'électricité. Le rapport source-site doit prendre en compte toutes les pertes qui se produisent lors du stockage, du transport et de la livraison du bois au bâtiment. Il n'y a vraisemblablement pas de perte de transmission ou de distribution associée à la livraison du bois à un site. Par conséquent, le rapport source-site pour le bois est de 1,0.

Charbon

Le charbon est un type d'énergie primaire dont la combustion sur place produit de la chaleur ou de l'électricité. Le rapport source-site doit prendre en compte toutes les pertes qui se produisent lors du stockage, du transport et de la livraison du charbon au bâtiment. Aucune perte quantifiable directe de charbon n'est associée à son stockage, son transport ou sa livraison à une installation. Par conséquent, le rapport source-site pour le charbon est de 1,0.

Autre

Portfolio Manager inclut les capacités pour un grand nombre de combustibles, chacun appartenant à une des catégories précédentes. Cependant, si un bâtiment utilise un combustible différent sur place (p. ex., la biomasse des déchets), l'utilisateur pourra sélectionner la catégorie « Autre ». Dans ces situations, puisque la source de combustible primaire n'est pas indiquée, il n'est pas possible de quantifier les pertes associées à la conversion, au transport ou à la distribution. Par conséquent, le rapport source-site est de 1,0.

RAPPORTS SOURCE-SITE PAR TYPE D'ÉNERGIE AU CANADA

Cette section présente les documents de référence et les calculs utilisés afin d'établir les rapports source-site pour le Canada.

Électricité – achetée du réseau

L'électricité achetée du réseau est une forme d'énergie secondaire qui est consommée au bâtiment. Elle est générée par l'intermédiaire d'une variété de méthodes, y compris la combustion de combustibles fossiles (p. ex. le charbon, le gaz naturel, le mazout), les centrales nucléaires et les sources renouvelables comme le vent, l'énergie hydroélectrique et la biomasse. Le rapport source-site doit refléter les pertes encourues lorsque ces combustibles sont convertis en électricité, ainsi que toutes les pertes se produisant sur le réseau électrique lors du transport de l'électricité aux bâtiments particuliers. Ces valeurs sont déterminées au moyen des données de Statistiques Canada sur la production d'électricité. La combinaison approximative de combustibles utilisée pour la production d'électricité au Canada est la suivante : 18 % de combustibles fossiles, 16 % d'énergie nucléaire, et 66 % d'énergie renouvelable (hydroélectricité, biomasse, solaire, éolienne, géothermique). Le rapport source-site est calculé en divisant le combustible consommé pour la production d'énergie et la quantité générée avec les énergies renouvelables (c.-à-d., l'énergie primaire totale requise pour la production d'électricité) par l'électricité vendue aux clients et les exportations nettes. Ce calcul est résumé à la **figure 12**. Comme il est indiqué, le rapport source-site peut être calculé séparément pour une année quelconque, et il varie légèrement avec le temps. Puisque les données relatives à un bâtiment peuvent couvrir plusieurs années dans Portfolio Manager, et que les bâtiments ont des données

énergétiques couvrant différentes périodes, une moyenne sur cinq ans est utilisée. Le rapport source-site pour l'électricité du réseau au Canada est de 1,96.

Figure 12 – Calculs des rapports source-site pour l'électricité au Canada

Année	Combustible consommé pour la production d'électricité + quantité générée par les énergies renouvelables	Électricité vendue aux clients + exportations nettes	Rapport source-site
2011	3 695 715	1 797 740	2,06
2012	3 613 467	1 843 690	1,96
2013	3 679 888	1 915 476	1,92
2014	3 693 315	1 906 819	1,94
2015	3 693 557	1 909 317	1,93
Moyenne (2011-2015)			1,96

Exemple de calcul pour 2011 : $(3\ 695\ 715 / 1\ 797\ 740) = 2,06$

Source : Statistiques Canada, tableau 127-0004, tableau 127-0007, et tableau 127-0008. Valeurs exprimées en térajoules. <https://www.statcan.gc.ca/fr/quo/bdd/tdct>

Électricité – Électricité solaire ou éolienne sur place

L'électricité renouvelable produite à un bâtiment par l'intermédiaire de panneaux photovoltaïques solaires ou d'éoliennes est une forme d'énergie secondaire. Avec ces combustibles, il n'y a pas de perte de conversion, car l'électricité est dérivée du soleil ou du vent, qui ne sont pas considérés comme des combustibles organiques discrets au même titre que les combustibles fossiles. En outre, puisque l'électricité est convertie sur place, il n'y a pas de transmission ou de distribution. Par conséquent, le rapport source-site pour l'électricité solaire ou éolienne sur place est de 1,0.

Gaz naturel

Le gaz naturel est un type d'énergie primaire dont la combustion sur place produit de la chaleur ou de l'électricité. Le rapport source-site doit tenir compte des pertes encourues lors de la transmission par pipeline et de la distribution du gaz naturel au client par le fournisseur. Ces valeurs sont obtenues au moyen des données de Statistiques Canada sur l'offre en gaz naturel. Le rapport source-site peut être calculé directement à partir de l'information dans le tableau 131-0001, Approvisionnements et utilisations du gaz naturel, mensuel. On obtient le rapport source-site en divisant les utilisations nettes totales par la somme des livraisons, des exportations et des ventes des services publics. Comme il est indiqué dans la **figure 13**, le rapport source-site pour le gaz naturel peut être calculé séparément pour une année quelconque et varie légèrement avec le temps. Puisque les données relatives à un bâtiment peuvent couvrir plusieurs années dans Portfolio Manager, et puisque les bâtiments ont des données énergétiques couvrant différentes périodes, une moyenne sur cinq ans est utilisée. Le rapport source-site pour le gaz naturel au Canada est de 1,02.

Figure 13 – Calcul des rapports source-site pour le gaz naturel au Canada

Année	Utilisation nette	Livraisons + exportations + ventes directes + ventes aux fournisseurs publics	Rapport source-site
2011	211 976	206 195	1,03
2012	207 016	203 793	1,02
2013	200 862	197 204	1,02
2014	194 386	193 699	1,00
2015	191 493	191 649	1,00
Moyenne (2011-2015)			1,01

Exemple de calcul pour 2011 : $(211\,976 / 206\,196) = 1,03$

Source : Statistique Canada, tableau 131-0001. Valeurs exprimées en millions de mètres cubes.
<https://www.statcan.gc.ca/fra/quo/bdd/tdct>

Mazout

Les produits pétroliers raffinés sont un type d'énergie primaire dont la combustion sur place produit de la chaleur ou de l'électricité. Ces produits comprennent le mazout (n° 1, 2, 4, 5, 6), le diesel et le kérosène. Le rapport source-site doit tenir compte des pertes subies lors de la distribution, du stockage et de la livraison du combustible. Ces valeurs sont obtenues au moyen des données de Statistiques Canada sur l'offre en mazout. Le rapport source-site peut être calculé directement à partir de l'information dans le tableau 134-0004, Approvisionnement et utilisation de produits pétroliers raffinés, mensuel. On obtient le rapport source-site en divisant la production totale de produits raffinés par la production de produits raffinés moins leur propre consommation, laquelle représente toutes les quantités de produits produites ou achetées et utilisées dans les activités d'exploitation de l'entreprise. Les chiffres présentés à la **figure 14** représentent les résultats combinés pour le mazout léger, le mazout lourd, le kérosène et le diesel. Le rapport source-site pour le mazout au Canada est de 1,01.

Figure 14 – Calcul des rapports source-site pour le mazout au Canada

Année	Production totale des raffineries	Production des raffineries – Consommation propre	Rapport source-site
2011	42 640 710	42 341 682	1,01
2012	44 273 371	44 001 588	1,01
2013	x	x	x
2014	x	x	x
2015	x	x	x
Moyenne (2011-2015)			1,01

Exemple de calcul pour 2011 : $(42\,640\,710 / 42\,341\,682) = 1,01$

Source : Statistique Canada, tableau 134-0004. Valeurs exprimées en millions de mètres cubes.
<https://www.statcan.gc.ca/fra/quo/bdd/tdct>

x : Les valeurs pour les années 2013 à 2015 ont été supprimées pour conformer aux exigences en matière de confidentialité de la Loi sur la statistique. Elles ne sont donc pas utilisées dans le calcul.

Propane

Le propane est un combustible qui peut être produit en tant que sous-produit du raffinage du pétrole ou du traitement du gaz naturel. Une fois créé, le propane est considéré comme un combustible primaire qui est brûlé sur place pour produire de la chaleur ou de l'électricité. Le rapport source-site doit tenir compte des pertes subies lors de la distribution, du stockage et de la livraison du combustible. Ces valeurs sont obtenues au moyen des données de Statistiques Canada sur l'offre en propane. Le rapport source-site peut être calculé directement à partir de l'information dans le tableau 128-0012, Disponibilité et écoulement des liquides de gaz naturel, annuel. On obtient le rapport source-site en divisant la production totale par la production totale moins la consommation des producteurs. Ce calcul est résumé à la **figure 15**. Le rapport source-site pour le propane au Canada est de 1,04.

Figure 15 – Calculs des rapports source-site pour le propane au Canada

Année	Production totale	Production totale – Consommation des producteurs	Rapport source-site
2011	x	x	x
2012	x	x	x
2013	254 915	245 430	1,04
2014	257 968	250 540	1,03
2015	254 680	245 582	1,03
Moyenne (2011-2015)			1,04

Exemple de calcul pour 2013 : $(254\,915 / 245\,430) = 1,04$

Source : Statistique Canada, tableau 128-0012. Valeurs exprimées en térajoules.

<https://www.statcan.gc.ca/fra/quo/bdd/tdct>

x : Les valeurs pour les années 2011 à 2012 ont été supprimées pour conformer aux exigences en matière de confidentialité de la Loi sur la statistique. Elles ne sont donc pas utilisées dans le calcul.

Vapeur d'un réseau collectif

La vapeur d'un réseau collectif est un type d'énergie secondaire générée à l'extérieur du bâtiment et livrée à l'installation. L'efficacité des réseaux de chauffage collectif à vapeur est semblable au Canada et aux É.U. Par conséquent, on se sert des mêmes calculs d'efficacité pour établir le rapport source-site de chacun des types de systèmes. Voir la section portant sur les rapports source-site des É.-U. pour obtenir les détails à ce sujet. Cependant, on a mené des recherches supplémentaires sur la part de marché revenant aux systèmes de production combinée de chaleur et d'électricité (cogénération) au Canada. D'après les estimations fondées sur des données tirées du *2014 District Inventory for Canada* (paru en mars 2016) du Canadian Industrial Energy End-Use Data and Analysis Centre (CIEEDAC), les systèmes de cogénération accaparaient environ 7 % du marché canadien de la vapeur d'un réseau collectif (comparativement à 47 % aux É.-U.). **Par conséquent, le rapport source-site national pour la vapeur d'un réseau collectif s'établit à 1,33.**

Eau chaude d'un réseau collectif

L'eau chaude d'un réseau collectif est un type d'énergie secondaire généré à l'extérieur du bâtiment et livré à l'installation. Étant donné la comparabilité entre le rendement de la vapeur et celui de l'eau chaude ainsi que l'emploi répandu de systèmes combinant la vapeur et l'eau chaude, on a appliqué le rapport source-site de la vapeur d'un réseau collectif (1,33) à l'eau chaude d'un tel réseau. Voir la section sur les rapports source-site aux États-Unis pour plus de détails. **Le rapport source-site pour l'eau chaude d'un réseau collectif au Canada est de 1,33.**

Eau refroidie d'un réseau collectif

L'eau refroidie d'un réseau collectif est un type d'énergie secondaire généré hors-site et livré à l'installation. Le rapport source-site doit tenir compte des pertes qui surviennent lorsque l'on produit de l'énergie secondaire à partir d'un combustible principal et de celles découlant de l'acheminement de l'énergie secondaire vers l'installation. Au Canada, les réseaux collectifs refroidissent l'eau au moyen de trois technologies principales : les refroidisseurs électriques, les systèmes de refroidissement par eaux profondes et les refroidisseurs à vapeur. Le rapport source-site tient compte de ces trois dispositifs afin de bien faire état du marché.

On a établi l'efficacité des refroidisseurs électriques au Canada (exprimée sous forme de coefficient de performance ou CDP) d'après les calculs pour les É.-U. (voir la section sur les rapports source-site pour l'eau refroidie d'un système collectif aux É.-U. pour en savoir plus). Les systèmes d'eau refroidie de réseaux collectifs employés au Canada sont semblables et d'efficacité comparable. Toutefois, on a intégré le rapport source-site de l'électricité, qui diffère au Canada, au calcul.

Figure 17 – Rapport source-site pour les refroidisseurs électriques au Canada

Paramètres d'entrée	Valeur
Consommation d'électricité au refroidisseur (kBtu) pour refroidissement sur place de 1 kBtu (1/CDP)	0,3125
Consommation d'énergie à la source au refroidisseur (kBtu) pour refroidissement sur place de 1 kBtu (Consommation d'électricité x rapport source-site pour l'électricité)	0,61
Rapport source-site pour les refroidisseurs électriques	0,61

Le refroidissement par eaux profondes est plus courante au Canada qu'aux É.-U. Au Canada, les sources d'eau profonde servent de puits de chaleur. On a estimé la fourchette de valeurs moyenne du CDP de ce genre de systèmes annuellement d'après les données des acteurs de l'industrie. Cet intervalle tient compte des pertes attribuables à la distribution vers d'autres systèmes (environ 1,5 %) et des répercussions des charges partielles. Les entrées énergétiques tiennent compte de toute l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un système de refroidissement par eaux profondes, y compris pour le pompage, l'alimentation des refroidisseurs de secours et la consommation énergétique auxiliaire.

Figure 18 – Rapport source-site pour le refroidissement par eaux profondes au Canada

Paramètres d'entrée	Limite inférieure	Limite supérieure
Fourchette de valeurs moyenne du CDP d'un système de refroidissement par eaux profondes	8	12
CDP moyen d'un système	10	
Consommation d'énergie à la source au système de refroidissement par eaux profondes (kBtu) pour refroidissement sur place de 1 kBtu (1/COP x % de combustible x rapport source-site du combustible entrant)	0,15	
Rapport source-site pour le refroidissement par eaux profondes	0,15	

Souvent alimentés au gaz naturel, les refroidisseurs à vapeur sont responsables du refroidissement d'une quantité d'eau beaucoup moins importante. On a établi l'efficacité des refroidisseurs à vapeur au Canada (exprimée sous forme de coefficient de performance ou CDP) d'après les calculs pour les É.-U. (voir la section sur les rapports source-site pour l'eau refroidie d'un système collectif aux É.-U. pour en savoir plus). Les systèmes d'eau refroidie de réseaux collectifs employés au Canada sont semblables et d'efficacité comparable. Toutefois, on a intégré le rapport source-site du gaz naturel, qui diffère légèrement au Canada, au calcul.

Figure 19 – Rapport source-site pour les refroidisseurs à vapeur au Canada

Paramètres d'entrée	Limite inférieure	Limite supérieure
CDP moyen	0,9214	
Consommation de gaz naturel au refroidisseur (kBtu) pour refroidissement sur place de 1 kBtu (1/CDP)	1,09	
Rapport source-site pour les refroidisseurs à vapeur	1,10	

Même si les données publiées par le CIEEDAC et l'IDEA permettant d'établir la répartition exacte de l'ensemble des technologies exploitées par les systèmes de refroidissement (refroidisseurs électriques, systèmes de refroidissement par eaux profondes et refroidisseurs à vapeur) ne sont pas exhaustives, on sait que les refroidisseurs électriques sont les dispositifs les plus utilisés, que les systèmes de refroidissement par eaux profondes se classent au deuxième rang et que les refroidisseurs à vapeur sont les moins répandus des trois. Le rapport source-site de l'eau refroidie à l'électricité est de 0,61, celui refroidissement par eaux profondes est de 0,15 et celui de l'eau refroidie au gaz naturel est de 1,10. D'après les données disponibles, nous avons déduit que 80 % de l'eau refroidie d'un réseau collectif proviendrait de refroidisseurs électriques, qu'environ 15 % de celle-ci serait le produit refroidissement par eaux profondes et que les refroidisseurs à vapeur seraient responsables des 5 % restant. Le rapport pondéré moyen associé aux trois technologies équivaut à 0,57. Par conséquent, **le rapport source-site de l'eau refroidie d'un réseau collectif s'établit à 0,57.**

Bois

Le bois est un type d'énergie primaire dont la combustion sur place produit de la chaleur ou de l'électricité. Le rapport source-site doit prendre en compte toutes les pertes qui se produisent lors du stockage, du transport et de la livraison du bois au bâtiment. Il n'y a vraisemblablement pas de perte de transmission ou de distribution associée à la livraison du bois à un site. Par conséquent, le rapport source-site pour le bois est de 1,0.

Charbon

Le charbon est un type d'énergie primaire dont la combustion sur place produit de la chaleur ou de l'électricité. Le rapport source-site doit prendre en compte toutes les pertes qui se produisent lors du stockage, du transport et de la livraison du charbon au bâtiment. Aucune perte quantifiable directe de charbon n'est associée à son stockage, son transport ou sa livraison à une installation. Par conséquent, le rapport source-site pour le charbon est de 1,0.

Autre

Portfolio Manager inclut les capacités pour un grand nombre de combustibles, chacun appartenant à une des catégories précédentes. Cependant, si un bâtiment utilise un combustible différent sur place (p. ex., la biomasse des déchets), l'utilisateur pourra sélectionner la catégorie « Autre ». Dans ces situations, puisque la source de combustible primaire n'est pas indiquée, il n'est pas possible de quantifier les pertes associées à la conversion, au transport ou à la distribution. Par conséquent, le rapport source-site est de 1,0.