



Guide d'évaluation de la consommation d'énergie : Production de ciment clinker



Ressources naturelles
Canada

Office de l'efficacité
énergétique

Natural Resources
Canada

Office of Energy
Efficiency

Canada

Guide d'évaluation de la consommation d'énergie : Production de ciment clinker

Also available in English under title:
*Energy Consumption Benchmark Guide:
Cement Clinker Production*

N° de cat. : M27-01-1464F

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2001

Pour obtenir d'autres exemplaires de cette publication, veuillez écrire à :
Ressources naturelles Canada
Office de l'efficacité énergétique
Division des programmes des secteurs industriel,
commercial et institutionnel
580, rue Booth, 18^e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Téléphone : (613) 995-6950
Télécopieur : (613) 947-4121

Vous pouvez également consulter ou commander d'autres publications de
l'Office de l'efficacité énergétique en ligne. Visitez notre bibliothèque virtuelle
Publications Éconergie à <http://oe.e.rncan.gc.ca/infosource>. Le site Web
de l'Office de l'efficacité énergétique est : <http://oe.e.rncan.gc.ca>.



Imprimé sur
papier recyclé



Guide d'évaluation de la consommation d'énergie : Production de ciment clinker

Contexte de l'industrie

Il y a 17 cimenteries en exploitation au Canada. L'industrie est surtout présente en Ontario et au Québec, provinces où se trouvent 10 des 17 installations. Trois usines se situent en Colombie-Britannique et deux autres en Alberta. Enfin, il y a une cimenterie en Nouvelle-Écosse et une autre à Terre-Neuve. Au Canada, la capacité de production de ciment clinker est d'environ 14,1 millions de tonnes par année. En 1998, la production de clinker atteignait un total de 12 millions de tonnes pour une utilisation de la capacité de 85 p. 100.

Comptant plus de 1 100 usines spécialisées en béton prêmalmalaxé ou autres produits qui utilisent du ciment Portland pour faire du béton, cette industrie canadienne emploie environ 22 000 personnes et a un chiffre d'affaires annuel de 3 milliards de dollars. Près du tiers du ciment produit au Canada est exporté.

Le présent guide porte sur la consommation d'énergie dans la production de ciment clinker, car toutes les usines produisent du clinker, mais pas nécessairement du ciment fini.

La plupart des renseignements sur l'énergie qui figurent dans le présent rapport ont été fournis par l'Association canadienne du ciment (autrefois appelée Association canadienne du ciment Portland). L'Association a tiré la plupart des données du document *U.S. and Canadian Portland Cement Industry: Plant Information Summary for 1998*; l'année 1998 est la dernière pour laquelle on possède des données.



Profil historique de la consommation d'énergie dans l'industrie du ciment

L'industrie du ciment reconnaît depuis longtemps que le coût de l'énergie peut être élevé. En effet, il peut représenter de 25 à 35 p. 100 du total des coûts directs. C'est pourquoi l'industrie étudie et adopte continuellement des technologies plus éconergétiques pour améliorer sa rentabilité et sa compétitivité. Les usines utilisent notamment de moins en moins de fours à procédé humide, qui sont peu éconergétiques, et se tournent vers les fours à procédé sec, plus économes en combustible. Le nombre de fours à procédé humide en exploitation au Canada a diminué de plus de la moitié entre 1990 et 1998. En mai 1999, il n'en restait que deux.

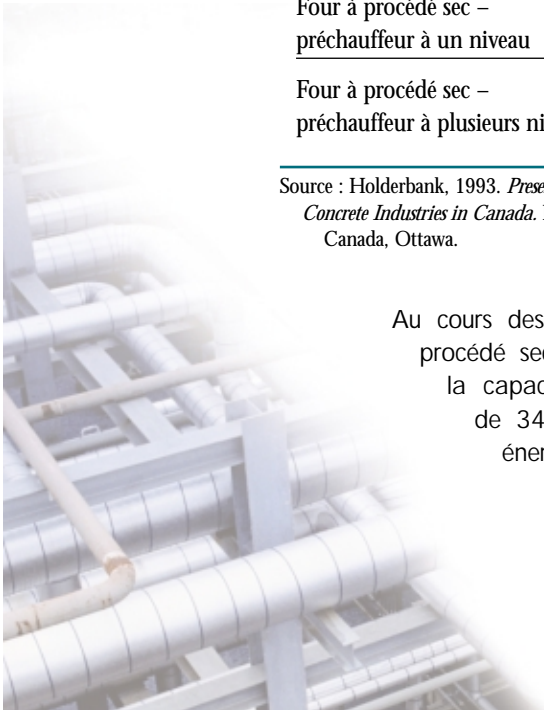
L'industrie a aussi augmenté son efficacité énergétique en utilisant des fours à préchauffage et à précalcination. Depuis le milieu des années 1970, ces technologies ont aidé l'industrie à réduire sa consommation d'énergie de 30 p. 100 par tonne de ciment produite.

Le tableau suivant fait la synthèse de la consommation moyenne d'énergie de trois types de four à ciment.

| Type de four | Consommation moyenne d'énergie (GJ/t) |
|---|---------------------------------------|
| Four à procédé humide | 6,0 |
| Four à procédé sec – préchauffeur à un niveau | 4,5 |
| Four à procédé sec – préchauffeur à plusieurs niveaux | 3,6 |

Source : Holderbank, 1993. *Present and Future Use of Energy in the Cement and Concrete Industries in Canada*. Préparé pour Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa.

Au cours des dix dernières années, trois fours à procédé sec ont aussi cessé toute activité, mais la capacité moyenne des fours a augmenté de 34 p. 100, offrant ainsi une efficacité énergétique plus élevée.



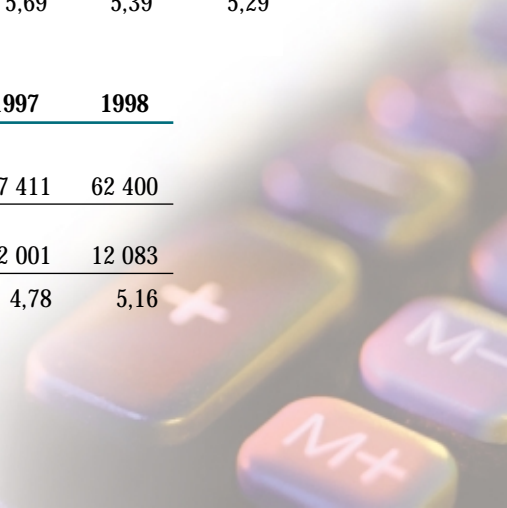
Consommation totale d'énergie – 1990 à 1998

Le tableau suivant présente la consommation totale d'énergie, la production totale de clinker et la consommation d'énergie par tonne de clinker produite. Lorsque l'on compare la moyenne des trois premières années de la décennie (1990, 1991 et 1992) à la moyenne des trois dernières années observées (1996, 1997 et 1998), nivelant ainsi les variations dans l'utilisation de la capacité, on remarque les faits suivants :

- La consommation totale en énergie de l'industrie du ciment a augmenté de 9,3 p. 100.
- La production de clinker a augmenté de 26 p. 100.
- La consommation d'énergie par tonne de clinker produite a donc diminué de 14 p. 100 pendant cette période de neuf ans.

Cet accroissement de l'efficacité énergétique démontre que l'industrie a sans cesse amélioré la technologie (passage des fours à procédé humide aux fours à procédé sec, y compris les ajouts de préchauffeurs/précalcinateurs), construit de nouvelles installations et procédé à des améliorations éconergétiques pour augmenter la capacité moyenne des fours tout en améliorant constamment ses pratiques générales d'exploitation.

| Consommation totale d'énergie et moyenne par unité de production de clinker, 1990 à 1998 | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
| Consommation totale d'énergie (TJ) | 59 611 | 53 416 | 49 269 | 47 526 | 54 992 |
| Production de clinker (en millions de tonnes) | 10 509 | 8 604 | 8 655 | 8 822 | 10 395 |
| GJ/t | 5,67 | 6,21 | 5,69 | 5,39 | 5,29 |
| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | |
| Consommation totale d'énergie (TJ) | 60 551 | 57 533 | 57 411 | 62 400 | |
| Production de clinker (en millions de tonnes) | 11 765 | 11 154 | 12 001 | 12 083 | |
| GJ/t | 5,15 | 5,16 | 4,78 | 5,16 | |



Tendances en matière de consommation d'énergie

Comme on peut le constater en analysant les deux diagrammes suivants à secteurs, la répartition par source d'énergie utilisée n'a pas énormément changé au cours des années 1990. Lorsque l'on compare la moyenne des trois premières années de la décennie à celle de 1996 à 1998, il est évident que le charbon et le gaz naturel sont demeurés les principales sources d'énergie utilisées pour produire de la chaleur industrielle.

4

Figure 1. Consommation d'énergie pour la production de clinker, moyenne de 1990 à 1992

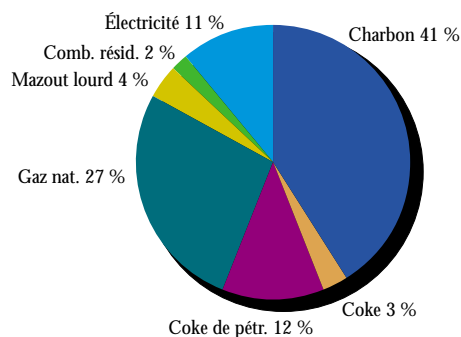
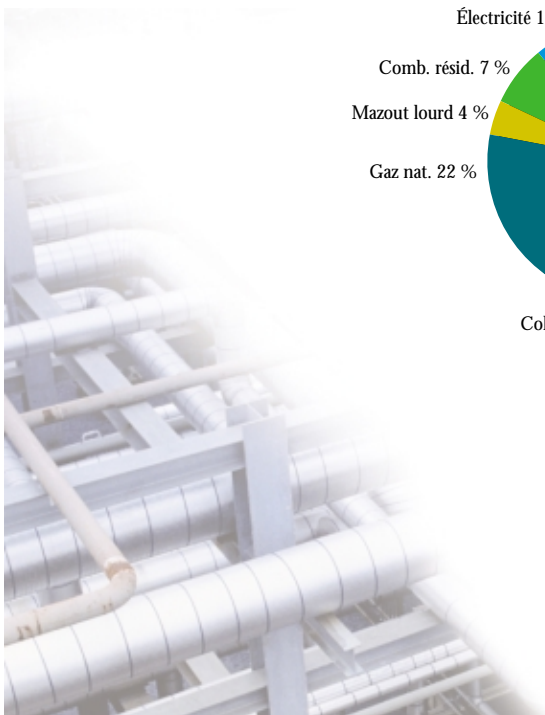
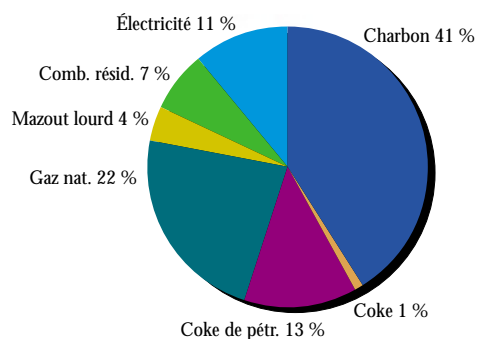


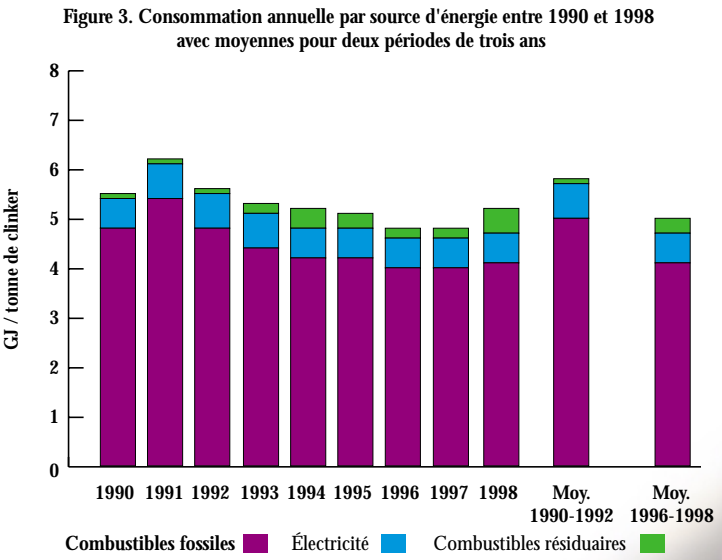
Figure 2. Consommation d'énergie pour la production de clinker, moyenne de 1996 à 1998



L'utilisation du gaz naturel est toutefois passée de 27 à 22 p. 100. Cette diminution de 5 p. 100 se traduit par une augmentation de 5 p. 100 de l'utilisation de combustibles résiduaire comme les déchets de bois, les pneus et les solvants.

La figure 3 démontre la répartition de la consommation annuelle par source d'énergie entre 1990 et 1998; elle présente également la moyenne par catégorie des trois premières et des trois dernières années de la série chronologique. Lorsque l'on examine de près les chiffres qui se cachent derrière ces pourcentages, on observe ce qui suit :

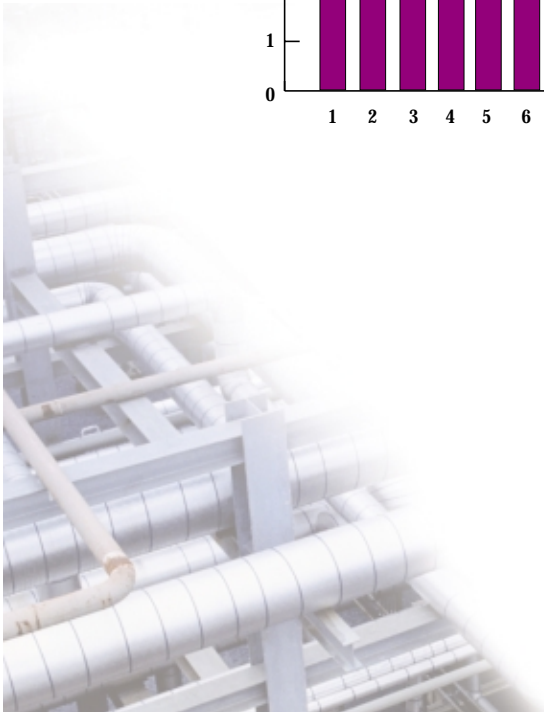
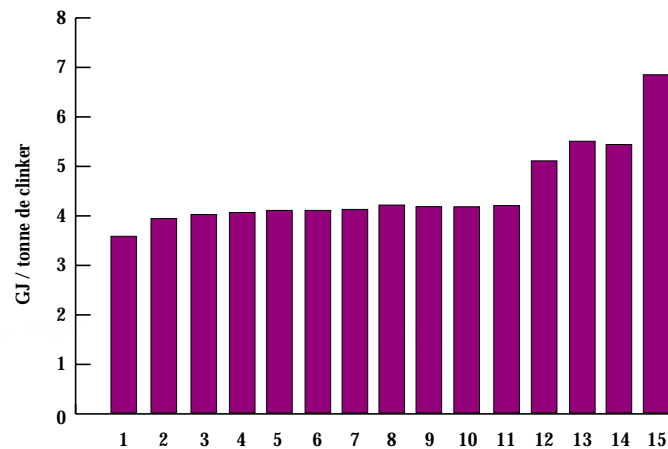
- La consommation de charbon a augmenté de 13 p. 100.
- La consommation de gaz naturel a diminué de 10 p. 100.
- La consommation de combustibles résiduaire a augmenté de 170 p. 100.
- La consommation d'électricité a augmenté de 7 p. 100.
- La consommation des combustibles fossiles a diminué de 18 p. 100.
- La consommation d'électricité par unité de production de clinker a diminué de 15 p. 100.



L'industrie pourrait réduire encore davantage sa dépendance à l'égard des combustibles fossiles si les conditions législatives et les perceptions des consommateurs permettaient l'accroissement de la consommation de combustibles résiduaux. Ces importants obstacles sont malheureusement difficiles à franchir.

La figure 4 permet aux cimenteries de comparer leur consommation d'énergie à celle d'autres usines de l'industrie. On y classe les usines de la plus efficace (1) à la moins efficace (15). Pour comparer votre installation à celle d'autres usines de l'industrie, consultez votre exemplaire rempli du « Canadian Labour and Energy Input Survey » de 1998 ou remplissez le tableau de la page 10 en y inscrivant les renseignements les plus récents pour calculer la consommation d'énergie par unité produite de votre usine.

Figure 4. Consommation d'énergie des usines



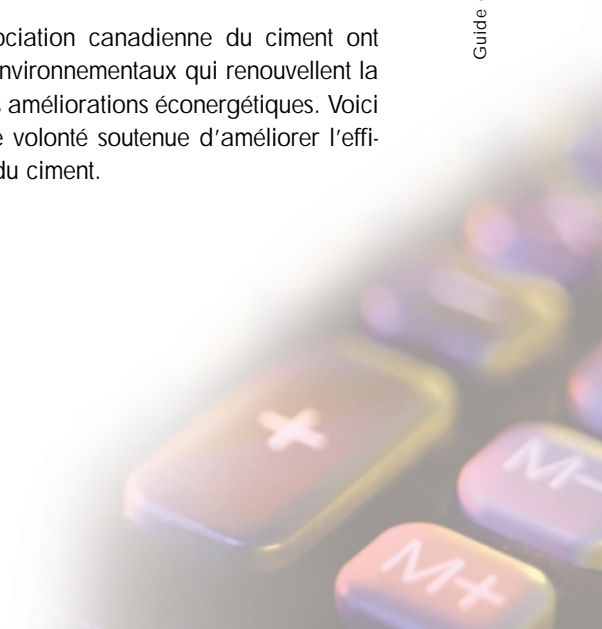
La consommation d'énergie des 15 usines incluses dans la figure 4 varie d'un minimum de 3,68 gigajoules par tonne de clinker à un maximum de 6,87 gigajoules par tonne de clinker. La moyenne de la consommation d'énergie des 15 usines est de 4,69 GJ/t. Mais la moyenne des quatre usines les plus performantes (le quartile supérieur) est seulement de 4 GJ/t. En d'autres mots, il y a une différence de 15 p. 100 entre l'usine la plus efficace et la moyenne de l'industrie. Cela signifie que de nombreuses usines sont tout à fait en mesure d'améliorer leur efficacité énergétique.

Il y a toujours des circonstances atténuantes et des explications particulières pour justifier les différences qui existent entre la consommation d'énergie des différentes entreprises et usines, comme la différence dans les matières premières utilisées, les types de sources d'énergie, la capacité des fours, la technologie et les pratiques générales d'exploitation. L'amélioration de la consommation d'énergie est toutefois importante pour l'industrie et la société, et elle mérite qu'on lui accorde plus d'attention.

Défis et réalisations concernant les améliorations éconergétiques

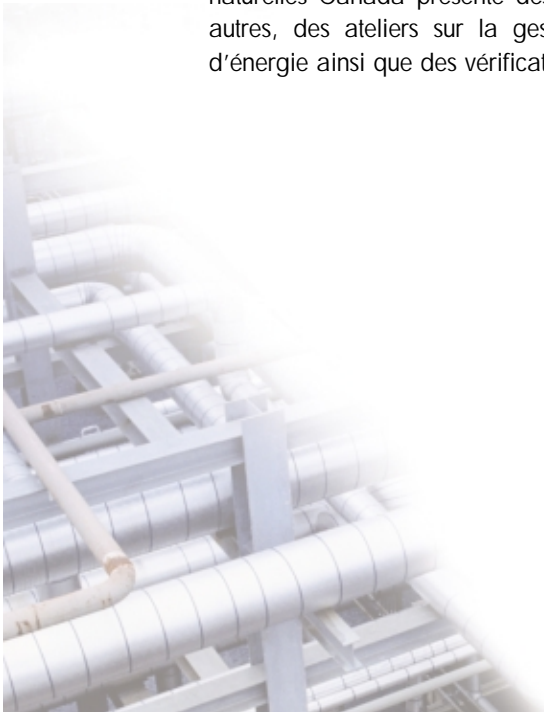
Pour l'année 2000, le secteur du ciment s'est donné un objectif d'amélioration de l'intensité énergétique de 0,7 p. 100 (Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne/Association canadienne du ciment). Même si l'industrie est en voie de surpasser cet objectif, il est possible et nécessaire d'apporter d'autres améliorations à l'efficacité énergétique, car l'industrie réalise le rôle qu'elle doit jouer dans la lutte contre les changements climatiques et prend conscience des mesures continues qu'elle peut prendre pour relever ce défi.

Les entreprises membres de l'Association canadienne du ciment ont adopté un ensemble de principes environnementaux qui renouvellent la volonté de l'industrie de réaliser des améliorations éconergétiques. Voici quelques exemples récents de cette volonté soutenue d'améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur du ciment.



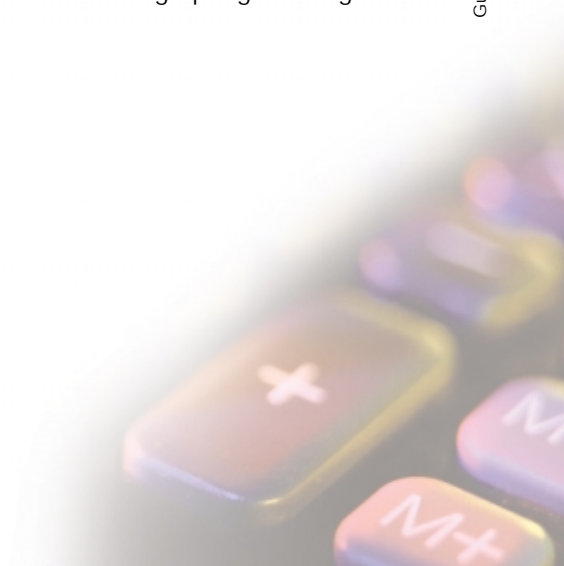
- À Bowmanville en Ontario, à l'installation de Blue Circle Cement, on a remplacé le registre du pavillon d'aspiration du broyeur à charbon par un registre à aubage orientable. La diminution de la consommation d'électricité qui a suivi la mise en œuvre de cette mesure a permis à l'entreprise d'économiser annuellement 75 000 \$ en frais d'énergie.
- Essroc Canada Inc. a installé un système de contrôle de la consommation d'électricité à son usine de Picton en Ontario pour aider à évaluer et à rationaliser sa consommation d'électricité.
- Lafarge Canada a installé un nouveau four à procédé sec à haut rendement énergétique dans son usine de Richmond en Colombie-Britannique pour remplacer deux fours à procédé humide très énergivores. Lafarge prévoit réduire de moitié sa consommation d'énergie par tonne de clinker produite.
- À Delta en Colombie-Britannique, Tilbury Cement Limited a réduit sa consommation de combustibles fossiles d'environ 6 p. 100 en récupérant l'énergie provenant d'huile et de pneus usés.

Les éditions précédentes du rapport annuel du Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne fournissent de nombreux autres exemples de mesures récemment prises par les membres de l'industrie pour conserver l'énergie. Différents programmes gouvernementaux sont aussi offerts gratuitement ou à peu de frais aux entreprises pour les aider à identifier et à mettre en œuvre des améliorations éconergétiques. Par exemple, l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada présente des programmes qui comprennent, entre autres, des ateliers sur la gestion et le suivi de la consommation d'énergie ainsi que des vérifications énergétiques sur place.



Comment comparer votre usine aux autres

1. Déterminez la consommation d'énergie de votre usine par tonne de clinker produite par source d'énergie. (Voir le tableau de la page 10 pour la méthode de calcul si ces données ne sont pas aisément disponibles.)
2. Comparez la consommation d'énergie par tonne de production de votre usine à celle d'autres cimenteries (voir la figure 4).
- 3 a. Si la consommation d'énergie de votre usine est **égale ou supérieure à celle des quatre meilleures usines** (quartile supérieur), vous êtes un innovateur dans le domaine de l'efficacité énergétique. Continuez ce bon travail en poursuivant votre programme de suivi de la consommation d'énergie et en continuant d'appliquer vos excellentes pratiques d'exploitation.
- b. Si la consommation d'énergie de votre usine se situe **entre 5 et 11** dans la figure 4, votre usine doit faire davantage d'efforts pour découvrir comment améliorer sa consommation d'énergie.
- c. Si la consommation d'énergie de votre usine se situe **entre 12 et 15**, votre usine est moins éconergétique que les installations de vos concurrents; cela peut dépendre de plusieurs facteurs. Par exemple, des matières premières qui contiennent beaucoup d'humidité, des fours à faible capacité et des technologies dépassées qui en réduisent l'efficacité énergétique. Il est probable que ces problèmes liés à l'organisation ne puissent être résolus que lorsque votre usine modernisera ses installations et ses procédés. En attendant, vous devriez orienter vos efforts vers le maintien et, lorsque cela s'avère nécessaire, le renforcement des pratiques d'exploitation de votre usine afin d'éviter tout gaspillage d'énergie.

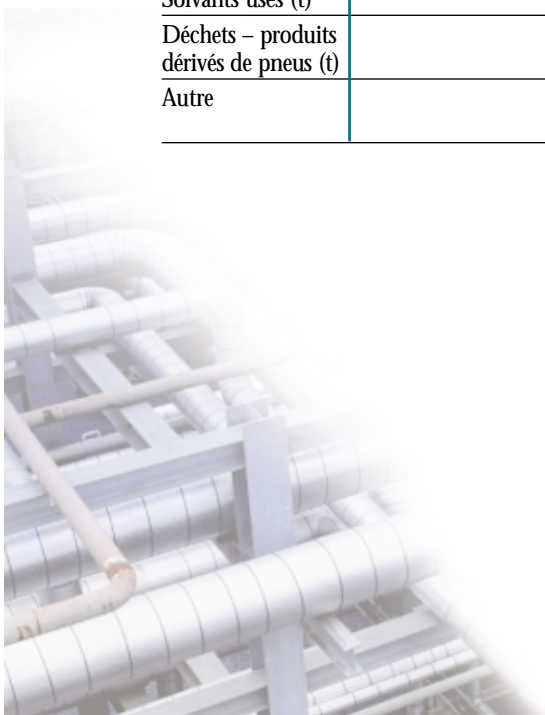


Calcul de la consommation d'énergie de votre usine (gigajoules par tonne de clinker produite)

Pour calculer la consommation d'énergie par tonne de clinker produite de votre usine et déterminer sa position parmi les autres installations de l'industrie du ciment, remplissez le tableau suivant en vous fondant sur les données de votre dernière année complète d'exploitation.

10

| Source d'énergie | Consommation annuelle | Facteur de conversion | Énergie (GJ) |
|--|-----------------------|---|--------------|
| Essence (milliers de L) | | x 33,6 GJ/1000 L | |
| Distillats moyens (milliers de L) | | x 36,8 GJ/1000 L | |
| Charbon (t) | | x 28,066 GJ/t | |
| Hydrocarbures résiduels (t) | | x 40,387 GJ/t | |
| Gaz naturel (milliers de m ³) | | x 34,313 GJ/1000 m ³ | |
| Coke de pétrole (t) | | x 32,701 GJ/t | |
| Gaz de pétrole liquéfiés (milliers de L) | | x 22,851 GJ/1000 L | |
| Électricité (MWh) | | x 3,598 GJ/MWh | |
| Huile usée (milliers de L) | | x 34,0 GJ/1000 L | |
| Solvants usés (t) | | x 26,0 GJ/t | |
| Déchets – produits dérivés de pneus (t) | | x 27,0 GJ/t | |
| Autre | | Précisé par le répondant | |
| | | TOTAL | |
| | | Production annuelle (t) | |
| | | Consommation moyenne d'énergie (GJ/t) | |



Lorsque vous aurez fini de remplir le tableau et que vous aurez déterminé quelle est la consommation annuelle brute d'énergie de votre usine en gigajoules, divisez ce chiffre par le nombre de tonnes de clinker produites dans l'année. Vous êtes maintenant prêt à comparer votre consommation moyenne d'énergie à celle des installations illustrées dans la figure 4 à la page 6 du présent document.





Office de l'efficacité énergétique
Office of Energy Efficiency

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada est un organisme dynamique qui a pour mandat de renouveler, de renforcer et d'élargir l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.