



Les meilleures pratiques en efficacité énergétique dans le secteur alimentaire et agroalimentaire



Marzouk Benali
marzouk.benali@nrcan.gc.ca
☎ (450) 652-5533



Le retour du gros bon sen\$ en agroalimentaire
Carrefour Plein-Sud
Vendredi 17 septembre 2010

Plan

- Profil énergétique du secteur alimentaire et agroalimentaire
- Principales opérations consommatrices d'énergie
- Bonnes pratiques avant d'investir
- Éco-carte
- Audit énergétique
 - ❖ Objectifs visés
 - ❖ Audit simplifié
 - ❖ Audit détaillé
- Normes en efficacité énergétique
- Sommaire des bonnes pratiques et recommandations

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Profil énergétique du secteur alimentaire et agroalimentaire



Consommation énergétique par source (PJ) [Année de référence 2007]					
Type d'industries	Électricité	Gaz naturel	Carburant diesel, mazouts légers	Mazouts lourds	GPL GNL
Fruits et légumes	4.0 (72.2 k\$)	7.6 (49.4 k\$)	0.0	2.7	0.1
Produits laitiers	3.2 (57.8 k\$)	6.5 (42.3k\$)	0.0	0.2	0.0
Produits de la viande	6.5 (117.4 k\$)	12.5 (81.3k\$)	0.3	0.0	0.1
Produits de boulangerie et pâtisserie	4.3 (77.6 k\$)	6.2 (40.3 k\$)	0.0	0.0	0.0
Boissons, excluant les brasseries	1.5 (27.1 k\$)	4.5 (29.3k\$)	0.1	0.3	0.0
Brasseries	1.0 (18.1 k\$)	2.9 (18.9 k\$)	0.3	0.2	0.0

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Pourquoi entamer une démarche de maîtrise de l'énergie au sein de son entreprise ?

- L'énergie correspond à un coût important dans le procédé de production.
- Les exigences de plus en plus contraignantes
 - ❖ Directives et réglementations gouvernementales courantes et futures sur l'obligation de l'amélioration continue de l'efficacité énergétique dans l'industrie.
 - ❖ Taxes sur les émissions de GES et sur l'énergie sont à l'étude.
- La réduction de la dépendance des combustibles fossiles.
- L'industrie agroalimentaire s'inscrit progressivement dans le « l'esprit » du développement durable.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Principales opérations consommatrices d'énergie

- Opérations de réception et de lavage
- Opérations de séparation
 - ❖ Distillation, séparation membranaire, centrifugation, cristallisation...etc.
- Opérations de refroidissement
- Traitement thermique
 - ❖ Blanchiment, pasteurisation, stérilisation, évaporation, cuisson séchage...etc.
- Réseau des utilitaires
 - ❖ Production d'énergie, réfrigération, air comprimé...etc.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Les bonnes pratiques du gros bon sens\$...avant d'investir

- Instrumentation
 - ❖ Calibration des sondes de mesure au minimum 2 fois/an.
 - ❖ Nettoyage périodique des équipements alimentés avec des combustibles fossiles.
- Équipements
 - ❖ Ventilation
 - ❖ Compression de l'air
 - Régulation de la pression d'utilisation par rapport à la valeur de **consigne (souvent élevée)**.
 - Remplacement d'un compresseur à vitesse fixe par un compresseur à vitesse variable (économie moyenne d'électricité de 4 à 20 k\$/an, selon la puissance installée).
 - ❖ Réfrigération
 - Récupération de la chaleur sensible rejetée ($T \rightarrow 95^{\circ}\text{C}$) pour le chauffage de l'eau ou la pasteurisation ou tout autre opération nécessitant une telle qualité d'énergie.
 - ❖ Séchage
 - Récupération de la chaleur sensible des gaz de sortie pour le préchauffage du comburant utilisé par les opérations de combustion de gaz naturel, de mazout...etc.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Éco-carte: Outil de diagnostic ?

- Outil visuel simple et pratique pour gérer et communiquer la performance énergétique de l'usine.
 - ❖ Deux types:
 - Éco-carte du bâtiment
 - **Éco-carte du procédé de production**
 - ❖ Éco-carte ≡ État des lieux qui doit s'effectuer **périodiquement**
- Que devons-nous repérer sur les éco-cartes ?
 - ❖ Lieux d'utilisation d'énergie
 - ❖ Emplacements des opérations (ou équipements) de procédé les plus énergivores
 - ❖ Lieux de déperdition de chaleur
 - ❖ État de l'efficacité énergétique des équipements (*bonne, moyenne, insuffisante*)

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation

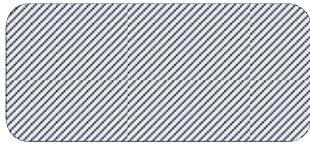


Ressources naturelles
Canada

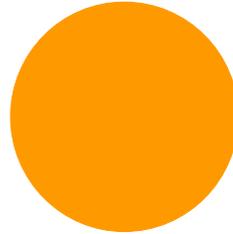
Natural Resources
Canada

Canada

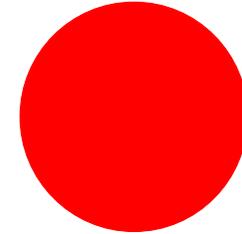
Éco-carte : Diagnostic posé



Problème mineur mais non critique nécessitant une observation sur une longue période



Problème critique identifié sur un équipement ou une opération de procédé nécessitant une action corrective immédiate



Problème plus critique identifié sur un équipement ou une opération de procédé nécessitant un investissement moyen ou substantiel

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Audit énergétique

Approche systématique pour la prise de décision quant à la gestion de l'énergie au sein de son entreprise et à l'optimisation du coût énergétique, au contrôle de la pollution (e.g. émissions de GES) et suggère des méthodes d'amélioration des opérations et des pratiques de maintenance de procédés de production.

Objectifs

- Identifier la qualité et les coûts associés aux intrants énergétiques.
- Établir et évaluer la répartition énergétique actuelle à travers les différentes opérations de production.
- Relier les intrants énergétiques avec les produits.
- Identifier les zones potentielles d'économies d'énergie thermique et électrique.
- Mettre en évidence les sources de rejet thermique (chaleur et froid)
- Fixer les cibles d'économie d'énergie pour chacune des opérations du procédé de production.
- Implanter les mesures d'économie d'énergie et vérifier les économies réalisées.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Types d'audit énergétique

- Dépend de :
 - ❖ fonction et type d'industrie
 - ❖ profondeur à laquelle l'audit final est requis
 - ❖ potentiel et ampleur de réduction des coûts visés.
 - ❖ budget disponible
- Deux types :
 - ❖ Audit préliminaire
 - ❖ Audit détaillé

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Méthodologie d'audit énergétique préliminaire

- Établir la consommation énergétique au sein de l'usine
- Estimer la portée des économies d'énergie envisagées
- Identifier les zones les plus probables et les plus faciles à optimiser énergétiquement
- Identifier les améliorations et économies immédiates ne nécessitant aucun coût ou peu d'investissement.
- Définir un point de référence.
- Identifier les zones ou les opérations nécessitant une analyse exhaustive et davantage de mesurage et de vérification sur le site.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Méthodologie d'audit énergétique détaillée

- Répertorier et analyser **tous** les équipements consommateurs d'énergie (*chauffage, refroidissement et réfrigération*)
- Analyser les **effets interactifs** des opérations de production
- Établir les bilans énergétiques fondés sur les conditions d'opération courantes
- Fournir un plan détaillé de l'implantation des projets d'économie d'énergie et des coûts y afférents.
- Trois phases :
 - ❖ I : Phase de pré-audit (2 étapes: 5 à 10 heures)
 - ❖ II : Phase d'audit (7 étapes)
 - ❖ III : Phase de post-audit (1 étape)



Audit énergétique intégré

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Audit énergétique : Praticiens dans le secteur alimentaire et agroalimentaire

- Ingénieurs-conseils ayant une expérience en énergétique combinée à une connaissance de la salubrité des opérations de procédé.
- AQME 
 - ❖ Certification en mesurage et vérification du rendement des projets en efficacité énergétique
- Hydro-Québec
- Gaz Métropolitain
- AEE en collaboration avec RNCan (*Programme d'appui au secteur manufacturier: <http://www.efficacite-energetique.ca/clientele-affaires/industries>*)
- RNCan/OEE

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Audit énergétique: Conclusions

- Photographie de la répartition des consommations d'énergie entre les différentes opérations de de procédé.
- Photographie des **rejets thermiques** et de la qualité de l'énergie qui leur est associée.
- Analyse des possibilités de **récupération de chaleur** et de production d'électricité à partir des rejets thermiques.
- Analyse de la pertinence technique et économique d'un investissement en terme d'efficacité énergétique.
- Évaluation de la rentabilité à court, moyen et long termes.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Normes en efficacité énergétique courantes

- Norme ISO 23045:2008
 - ❖ Conception de l'environnement des bâtiments – Lignes directrices pour l'évaluation de l'efficacité énergétique des bâtiments neufs.
 - ❖ Méthodologie de la prise en compte de l'efficacité énergétique dans la conception
 - Intégration des énergies renouvelables
 - Indicateurs d'efficacité

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Normes en efficacité énergétique courantes (suite)

- Norme NF EN 16001:2009
 - ❖ Systèmes de « management » de l'énergie.
 - ❖ Exigences et recommandations de mise ne œuvre.
 - ❖ Fondée sur la méthodologie dite « PDCA » (Plan-Do-Check-Act)
 - **Planifier** : établir les objectifs et les processus requis pour fournir des résultats correspondant à la politique énergétique.
 - **Faire** : mettre en œuvre les processus
 - **Vérifier** : surveiller et mesurer les processus en fonction de la politique énergétique, des objectifs, des cibles, des obligations légales, et rendre compte des résultats.
 - **Agir** : entreprendre les actions pour améliorer en permanence la performance du système de gestion de l'énergie.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation

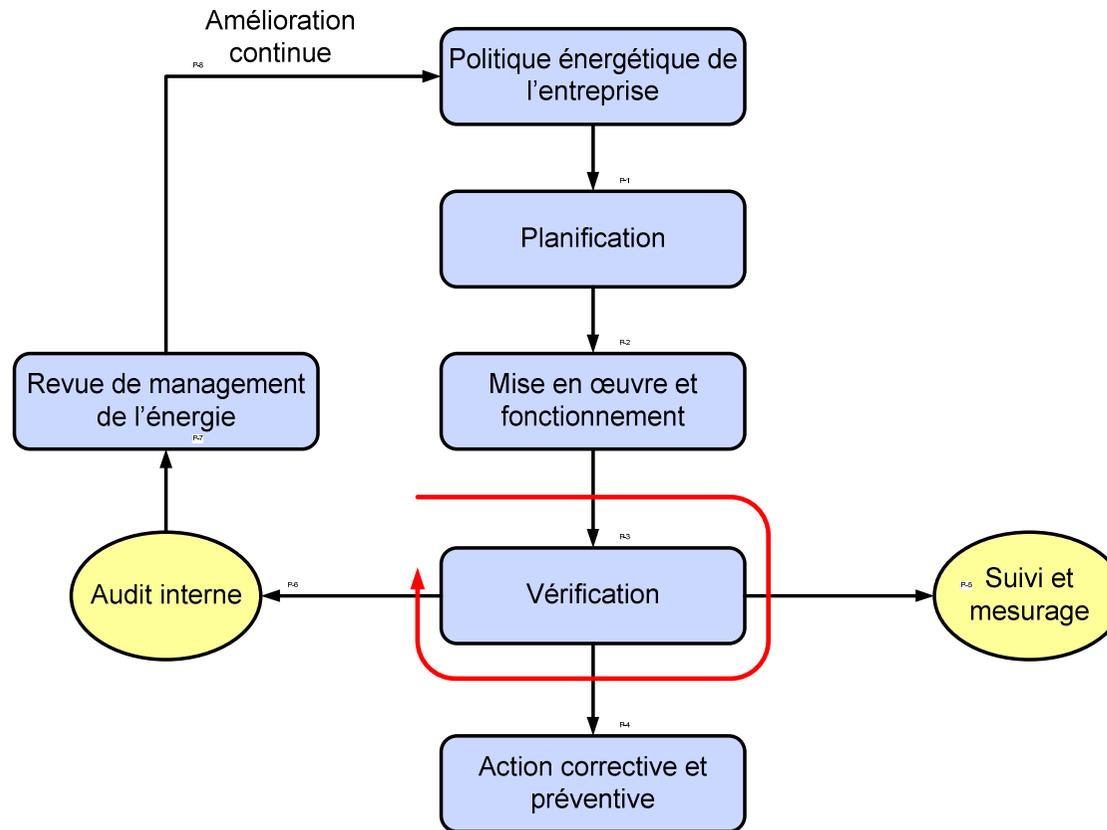


Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Normes en efficacité énergétique courantes (suite)



Cadre du système de gestion de l'énergie

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Nouvelle norme en efficacité énergétique

- Norme ISO 50001: 26 août 2010
 - ❖ Fournir des techniques et des stratégies de gestion pour l'amélioration de l'efficacité énergétique, la réduction des coûts de production et l'amélioration de la performance environnementale.
 - ❖ Proposer des lignes directrices sur l'analyse comparative, le mesurage, la documentation requise pour l'amélioration de l'efficacité énergétique et la projection de son impact sur la réduction des GES.
 - ❖ Promouvoir les meilleures pratiques de gestion de l'énergie.
 - ❖ Aider les entreprises à évaluer et à établir les priorités d'implantation des nouvelles technologies écoénergétiques.
 - ❖ Fournir un cadre pour la promotion de l'efficacité énergétique à travers tout la chaîne d'approvisionnement.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Conclusions

- Établir un groupe de travail de travail Énergie au sein de l'entreprise (*ex. : comptable, ingénieur de procédé, technologues*)
 - ❖ Formation: sensibiliser le personnel des opérations de procédé à la problématique énergétique
 - ❖ Communication des données relatives à l'évolution des consommations d'énergie.
- Adopter **continuellement** les bonnes pratiques d'économies d'énergie avant d'initier un audit énergétique détaillé.
- Mettre à jour l'instrumentation de procédé et traquer les rejets thermiques (*chaleur, froid et vapeur*).
- Mesurage et vérification de rendement de projets d'efficacité énergétique.
- Audit énergétique détaillé : Planifier et faire appel aux praticiens experts.

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Merci pour votre attention...

Questions ? Commentaires ?

Courriel: marzouk.benali@nrcan.gc.ca

Tél.: (450) 652-5533

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Méthodologie d'audit énergétique détaillée: Phase pré-audit

	Plan d'action	Objectifs/Résultats
Étape 1 (4 à 6 heures)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visite initiale du site. ▪ Entretien libre avec les directeurs d'usine et de la production. ▪ Coût de la mise en place de l'audit énergétique. ▪ Formation de l'équipe d'audit énergétique. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planification des ressources et constitution de l'équipe d'audit énergétique. ▪ Familiarisation avec les activités de l'usine et de l'arrangement des opérations de production. ▪ Identification des instruments existants sur le site. ▪ Vérification du besoin d'installation de compteurs à gaz, à vapeur, wattmètre ou tout autre appareil de mesurage. ▪ Identification de l'ensemble de l'instrumentation requise. ▪ Établissement d'un calendrier d'exécution de l'audit. ▪ Collecte de données brutes sur les ressources énergétiques et les opérations les plus énergivores.
Étape 2 (1.5 à 2.5 heures)	<p>Réunion de sensibilisation avec les directeurs d'usine et de la production ainsi qu'avec l'équipe d'audit énergétique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Renforcement de la cohésion de l'équipe et de la collaboration ▪ Établissement d'un questionnaire pour chaque opération de production et poste consommateur d'énergie ▪ Définition des principales orientations de l'exécution de l'audit énergétique

E
tion



Méthodologie d'audit énergétique détaillée: Phase audit (suite)

	Plan d'action	Objectifs/Résultats
Étape 3	Collecte de données et de diagrammes des opérations.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse des données antérieures et des données de base. ▪ Préparation des schémas simplifiés du procédé. ▪ Établissement du diagramme des services (<i>distribution de l'électricité, de la vapeur, de l'air comprimé, de l'eau</i>). ▪ Établissement de la consommation par source d'énergie, par opération, par équipement majeur de procédé. ▪ Collecte des données de coût énergétique et de tarification en vigueur. ▪ Établissement du potentiel de recours à des combustibles de substitution, de modifications de procédé et d'utilisation d'un système de cogénération (<i>production combinée de chaleur et d'électricité</i>).
Étape 4	Campagne d'évaluation, de mesure et de vérification.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesurage à l'aide d'équipements portables et collecte de plus de données. ▪ Analyse comparative de la justesse des données d'opération avec les données de conception.

E

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Méthodologie d'audit énergétique détaillée: Phase audit (suite)

	Plan d'action	Objectifs/Résultats
Étape 5	Réalisation d'une série d'essais et d'expérimentation pour des energophages présélectionnés.	<ul style="list-style-type: none">▪ Mesure et observation de la consommation électrique sur 24 heures<ul style="list-style-type: none">❖ Analyse statistique de base (Déviation moyenne, écart-type)❖ Analyse univariée (identification des tendances)❖ Analyse multivariées (pointer les variables responsables des bons et mauvais fonctionnements)
Étape 6	Analyse de l'utilisation d'énergie.	<ul style="list-style-type: none">▪ Établissement des bilans de matières (<i>bruts, intermédiaires, produits finaux, sous-produits...etc.</i>)▪ Établissement des bilans d'énergie et identification des pertes et rejets thermiques

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Méthodologie d'audit énergétique détaillée: Phase audit (fin)

	Plan d'action	Objectifs/Résultats
Étape 7	Identification et développement des opportunités d'économie d'énergie.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identification et consolidation des mesures d'économie d'énergie. ▪ Développement des options d'amélioration ou de modification de la séquence des opérations de production ou des équipements de procédé. ▪ Évaluation en équipe de ces options (séance de remue-méninges). ▪ Vérification de la disponibilité d'équipements plus performants auprès de fournisseurs spécialisés.
Étape 8	Analyse coût-avantage (RSI)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évaluation de la faisabilité technique et de la viabilité économique des options d'économie d'énergie mises de l'avant. ▪ Établissement des priorités d'implantation de ces options. ▪ Sélection des projets les plus prometteurs. ▪ Fixation des priorités de ces projets par mesures à court, moyen et long termes.
Étape 9	Élaboration de rapport et de communication à l'équipe de direction de l'entreprise.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Documentation détaillée des opportunités d'économie d'énergie, des projets prioritaires, des modifications technologiques requises et du réarrangement de la séquence de production si nécessaire.



Méthodologie d'audit énergétique détaillée: Phase post-audit

	Plan d'action	Objectifs/Résultats
Étape 10	<ul style="list-style-type: none">▪ Implantation et suivi	<ul style="list-style-type: none">▪ Accompagnement et implantation des recommandations d'économies d'énergie retenues.<ul style="list-style-type: none">❖ Plan d'Action❖ Calendrier d'implantation❖ Suivi et revue périodique

CanmetÉNERGIE

Leadership en écoInnovation



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada