



# L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS INSTITUTIONNELS EN NEUF ÉTAPES

## COMPLÉMENT WEB

EXEMPLES DE MESURES D'EFFICACITÉ  
ÉNERGÉTIQUE FRÉQUEMMENT UTILISÉES

### AVIS AUX LECTEURS

Les lecteurs du présent document *Contrat type* (ci-après « le document ») sont priés de noter que :

- le document qui suit a été rédigé par un contractant externe du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, de bonne foi et dans le but de simplifier le processus de sélection des institutions afin de les aider à sélectionner un fournisseur qualifié, mais ne tient pas compte des spécificités de chaque institution;
- le Ministère ne fait aucune représentation ni garantie, expressément ou implicitement, relativement au contenu, à l'exactitude, à la véracité ou à la fiabilité de toute information contenue dans le présent document;
- le Ministère recommande fortement aux institutions de faire valider ce document par leur conseiller juridique avant son utilisation;
- le Ministère se dégage de toute responsabilité, de tout dommage ou de tout litige pouvant découler de l'utilisation de ce document.

## Exemples de mesures d'efficacité énergétique fréquemment utilisées

### Mesures à PRI très courte

Mesure	Avant sa mise en place	Après sa mise en place
<b>Installation d'un refroidisseur permettant la récupération de chaleur</b>	<p>En période de chauffage, l'équipement de refroidissement ou le refroidissement par apport d'air extérieur (<i>free-cooling</i>) est utilisé pour rejeter la chaleur des zones en surchauffe hors du bâtiment. Au même moment, les chaudières produisent de la chaleur pour chauffer les zones périphériques et l'apport d'air extérieur.</p> <p>Le terme <i>free-cooling</i> est trompeur, puisqu'en hiver l'augmentation du coût de l'humidification dépasse souvent l'économie générée par le refroidissement par apport d'air extérieur.</p>	<p>Un nouveau refroidisseur permettant la récupération de chaleur est ajouté.</p> <p>En période de chauffage, ce refroidisseur rejette la chaleur des zones en surchauffe dans les réseaux de chauffage à une température pouvant atteindre 66 °C (150 °F). L'eau chaude sanitaire peut aussi être chauffée ou préchauffée. Les chaudières ne démarrent que lorsque les rejets de chaleur ne suffisent plus à répondre aux besoins de chauffage du bâtiment.</p> <p>Le nouveau refroidisseur peut aussi servir occasionnellement l'été, en cas de panne du refroidisseur.</p> <p>Cette mesure permet des économies très importantes, car elle limite le fonctionnement des chaudières aux périodes de grand froid. Les bâtiments dont l'équipement consomme une grande quantité d'électricité, comme une salle de serveurs informatiques, peuvent souvent éviter complètement l'usage de chaudières.</p>
<b>Gestion de l'apport d'air extérieur par sondes de CO<sub>2</sub></b>	<p>Le système de ventilation requiert un débit d'air extérieur constant pendant 18 à 24 heures par jour, de 250 à 365 jours par année, sans égard à l'occupation du bâtiment.</p>	<p>Des sondes de CO<sub>2</sub> sont installées dans les conduits de ventilation et reliées au système de contrôle afin de régler l'ouverture des volets d'admission d'air extérieur en fonction de l'occupation du bâtiment.</p> <p>Cette mesure permet de faire des économies très importantes. L'apport d'air extérieur nécessite une grande dépense énergétique pour son chauffage et son humidification en hiver, ainsi que pour son refroidissement et sa déshumidification en été.</p>

## Mesures à PRI très courte (suite)

Mesure	Avant sa mise en place	Après sa mise en place
<b>Conversion d'un système de ventilation à débit constant en système à débit variable</b>	Le système de ventilation fonctionne à débit maximal pendant 18 à 24 heures par jour, de 250 à 365 jours par année, sans égard aux besoins de chauffage ou de refroidissement de l'air extérieur présent dans le bâtiment.	<p>Des entraînements à fréquence variable sont installés sur les moteurs du système de ventilation, et les boîtes de fin de course sont remplacées ou converties en boîtes à débit variable (en bouchant la voie d'évitement de la boîte). Cette mesure est aussi applicable aux systèmes à double gaine.</p> <p>La vitesse des moteurs est modulée de façon à ne fournir que le débit requis pour répondre aux besoins de chauffage ou de refroidissement de l'air extérieur présent dans le bâtiment.</p> <p>Cette mesure génère des économies très importantes. Lorsqu'il est question des ventilateurs et des pompes, les économies d'énergie se calculent au cube de la réduction de débit. Ce qui signifie qu'une réduction de débit de 50 % entraîne une économie de 87,5 %.</p>
<b>Conversion d'un réseau hydronique de chauffage ou de refroidissement à débit constant en réseau à débit variable</b>	Les pompes du réseau fonctionnent à débit maximal pendant 18 à 24 heures par jour, de 250 à 365 jours par année, sans égard aux besoins de chauffage ou de refroidissement du bâtiment.	<p>Des entraînements à fréquence variable sont installés sur les moteurs des pompes du réseau et les vannes à trois voies sont remplacées ou converties en vannes à deux voies (en bouchant la voie d'évitement de la vanne).</p> <p>La vitesse des moteurs est modulée de façon à ne fournir que le débit requis pour répondre aux besoins de chauffage ou de refroidissement du bâtiment.</p> <p>Cette mesure génère des économies très importantes. Lorsqu'il est question des ventilateurs et des pompes, les économies d'énergie se calculent au cube de la réduction de débit. Ce qui signifie qu'une réduction de débit de 50 % entraîne une économie de 87,5 %.</p>

## Mesures à PRI très courte (suite)

Mesure	Avant sa mise en place	Après sa mise en place
<b>Installation d'un entraînement à fréquence variable pour ajuster le débit d'une pompe à débit constant</b>	La pompe fonctionne à plein régime et son débit est ajusté à l'aide d'une valve d'étranglement.	<p>Un entraînement à fréquence variable est installé sur le moteur de la pompe. Le débit constant est ajusté à l'aide de l'entraînement à fréquence variable plutôt qu'avec la valve d'étranglement.</p> <p>Cette mesure génère des économies très importantes. Lorsqu'il est question des ventilateurs et des pompes, les économies d'énergie se calculent au cube de la valve d'étranglement. Cela signifie une économie de 87,5 % sur une pompe étranglée à 50 %. Il est commun de rencontrer des pompes très étranglées, car les ingénieurs ont tendance à les surdimensionner.</p>
<b>Élimination des appareils d'éclairage à tubes T12 et à ballast magnétique et des ampoules incandescentes</b>	On utilise des appareils d'éclairage à tubes T12 et à ballast magnétique et des ampoules incandescentes.	<p>Les appareils à tubes T12 sont remplacés par des appareils à haute efficacité à DEL ou à tube T5, et on évite les appareils à éclairage indirect, qui sont beaucoup moins efficaces. On effectue une bonne simulation photométrique afin de s'assurer d'un éclairage conforme aux normes de luminosité et d'homogénéité. Les ampoules incandescentes sont remplacées par des ampoules à DEL.</p> <p>Cette mesure génère des économies importantes.</p>

## Mesures à PRI courte

Mesure	Avant sa mise en place	Après sa mise en place
<b>Chauffage à l'aide de pompes à chaleur air/eau (aérothermie)</b>	Le réseau de chauffage principal est constitué de chaudières qui alimentent un réseau hydronique.	<p>Une thermopompe air/eau est installée. Comme la performance de ce type de système diminue beaucoup à très basse température, la thermopompe est conçue pour s'arrêter et laisser les chaudières prendre le relais par temps très froid.</p> <p>Les économies résultant de cette mesure sont majeures dans un bâtiment ayant d'importants besoins de chauffage et peu de chaleur interne à récupérer.</p> <p>L'efficacité de ce type de système est inférieure à celle de la géothermie, mais son coût est bien moindre, en raison de l'absence de puits géothermiques.</p>
<b>Modernisation de l'éclairage de gymnase</b>	On utilise des appareils d'éclairage à halogénures métalliques ou au mercure.	<p>Les anciens appareils sont remplacés par des appareils à haute efficacité à DEL ou à tubes T5HO. On effectue une bonne simulation photométrique afin de s'assurer d'obtenir un éclairage conforme aux normes de luminosité et d'homogénéité.</p> <p>Cette mesure génère des économies importantes.</p>
<b>Modernisation de l'éclairage extérieur</b>	On utilise d'anciens appareils d'éclairage peu efficaces pour l'éclairage extérieur.	<p>Les anciens appareils sont remplacés par des appareils à haute efficacité à DEL. On effectue une bonne simulation photométrique afin de s'assurer d'obtenir un éclairage conforme aux normes de luminosité et d'homogénéité.</p> <p>Cette mesure génère des économies importantes.</p>

## Mesures à PRI courte (suite)

Mesure	Avant sa mise en place	Après sa mise en place
<b>Installation d'une chaudière haute efficacité pour remplacer un échangeur vapeur/eau</b>	Une part importante du chauffage est assurée par un réseau hydronique de chauffage alimenté par une chaudière à vapeur au moyen d'un échangeur de chaleur.	<p>On installe soit une chaudière électrique, avec ou sans accumulateur thermique, soit une chaudière au gaz à haute efficacité pour alimenter le réseau hydronique de chauffage en remplacement de l'échangeur vapeur/eau.</p> <p>Cette mesure génère des économies importantes. L'efficacité d'une chaudière à vapeur est très basse (moins de 70 %) alors qu'une chaudière électrique a une efficacité de près de 100 % et qu'une chaudière à haute efficacité au gaz a une efficacité de plus de 90 %. La production de valeur devrait donc être limitée aux besoins de vapeur.</p>
<b>Nouveau déshumidificateur pour la piscine</b>	Le système de déshumidification de l'air de la piscine rejette sa chaleur à l'extérieur ou la déshumidification se fait par apport d'air extérieur.	<p>Un nouveau système de déshumidification est installé, ou le système existant est modifié, afin de récupérer la chaleur évacuée par la déshumidification et de chauffer l'apport d'air extérieur et l'eau de la piscine.</p> <p>Cette mesure génère des économies importantes.</p>
<b>Système de hottes intelligentes</b>	La hotte d'évacuation d'air est à débit constant et fonctionne en continu durant les heures d'activité dans la cuisine.	<p>Un système de contrôle est installé pour permettre la modulation du débit d'air d'évacuation et d'apport d'air extérieur de compensation en fonction des activités de cuisson, tout en respectant les normes.</p> <p>Cette mesure génère des économies assez importantes.</p>

## Mesures à PRI plus longue

Mesure	Avant sa mise en place	Après sa mise en place
<p><b>Chauffage à l'aide de pompes à chaleur géothermiques</b></p>	<p>Le réseau de chauffage principal est constitué de chaudières qui alimentent un réseau hydronique.</p>	<p>Une thermopompe eau/eau est installée et des puits géothermiques sont forés. Habituellement, pour réduire les coûts des puits, le système géothermique sera conçu pour ne répondre qu'à une partie de la charge de chauffage. Le chauffage de pointe est alors assuré par des chaudières.</p> <p>Les économies résultant de cette mesure sont très importantes dans un bâtiment ayant de grands besoins de chauffage et peu de chaleur interne à récupérer.</p> <p>À titre de comparaison, ce type de système produit plus de trois kilowatts de chaleur pour un kilowatt consommé, alors qu'une chaudière électrique n'en produit qu'un seul et que les chaudières à combustible en produisent moins d'un (entre 0,7 et 0,9 kW).</p>
<p><b>Installation d'une chaudière électrique avec ou sans accumulateur thermique pour profiter du très bas coût du gigajoule de chauffage électrique hors pointe</b></p>	<p>On a recours au gaz ou au mazout pour combler les besoins de chauffage.</p>	<p>On installe une chaudière électrique, avec ou sans accumulateur thermique, pour remplacer partiellement ou totalement les chaudières à combustible. L'accumulateur thermique permet le chauffage électrique au tarif hors pointe, même en période de pointe, en déplaçant la demande électrique. En l'absence d'accumulateur thermique, le chauffage à combustible est utilisé pendant la période de pointe.</p> <p>Cette mesure permet de profiter du très bas coût du gigajoule de chauffage électrique hors pointe, qui est inférieur à celui du gigajoule de chauffage au gaz et au mazout.</p> <p>Cette mesure génère des économies variables selon le projet. Les économies seront très importantes dans le cas de la conversion d'un système au mazout.</p>

## Mesures à PRI plus longue (suite)

Mesure	Avant sa mise en place	Après sa mise en place
<b>Conversion d'un réseau de vapeur en réseau à eau chaude</b>	Une part importante du chauffage est constituée d'un réseau à eau de chauffage alimenté par une chaudière à vapeur au moyen d'un échangeur de chaleur.	<p>Les réseaux de vapeur sont convertis en réseaux hydroniques à basse température. On installe de l'équipement de chauffage à haute efficacité, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• des thermopompes (géothermie ou aérothermie);</li><li>• des chaudières électriques, avec ou sans accumulateur thermique;</li><li>• des chaudières au gaz à haute efficacité.</li></ul> <p>Cette mesure génère des économies très importantes. L'efficacité d'une chaudière à vapeur est très basse (moins de 70 %) alors que l'efficacité d'un système géothermique dépasse les 300 %, qu'une chaudière électrique a une efficacité de près de 100 % et qu'une chaudière à haute efficacité au gaz a une efficacité de plus de 90 %. Les pertes d'un réseau de vapeur sont aussi beaucoup plus importantes que celles d'un réseau hydronique à basse température. La production de valeur devrait donc être limitée aux besoins de vapeur (humidification et stérilisation).</p>
<b>Préchauffage de l'apport d'air extérieur par récupération de chaleur sur l'air évacué ou mur solaire</b>	Aucun système de récupération de chaleur n'est installé sur l'air évacué et il n'y a pas de mur solaire.	<p>On installe un système de récupération de la chaleur choisi en fonction de la configuration du système de ventilation existant, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• une roue thermique ou enthalpique;</li><li>• une boucle d'eau glycolée;</li><li>• un mur solaire.</li></ul> <p>Cette mesure génère des économies considérables.</p>



## Mesures à PRI plus longue (suite)

Mesure	Avant sa mise en place	Après sa mise en place
<b>Installation d'une chaudière à biomasse résiduelle</b>	Le réseau de chauffage principal est constitué de chaudières au mazout qui alimentent un réseau hydronique.	<p>Une chaudière à biomasse résiduelle est installée.</p> <p>Cette mesure génère des économies considérables dans les grands bâtiments ayant d'importants besoins de chauffage et peu de chaleur interne à récupérer.</p>
<b>Récupération de chaleur sur la cheminée d'une chaudière à combustible</b>	Le réseau de chauffage principal est constitué de chaudières à combustible.	<p>Un échangeur est installé sur les cheminées des chaudières. Des pompes font circuler un fluide à travers l'échangeur afin de le réchauffer. Différentes applications sont possibles, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le préchauffage de l'eau chaude sanitaire;</li> <li>• le préchauffage de l'eau d'appoint des chaudières;</li> <li>• l'augmentation de la température de l'eau sortant des puits de géothermie;</li> <li>• le préchauffage de l'apport d'air neuf par un serpentin au glycol.</li> </ul> <p>Cette mesure génère des économies considérables pour les chaudières classiques, mais elles sont moindres pour les chaudières à condensation.</p>
<b>Récupération des eaux grises (buanderie, salle de douches, etc.)</b>	Les eaux grises sont rejetées directement dans l'égout.	<p>Un échangeur est installé sur les conduits d'évacuation des eaux grises. Des pompes font circuler un fluide à travers l'échangeur afin de le réchauffer. Différentes applications sont possibles, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le préchauffage de l'eau chaude sanitaire;</li> <li>• le préchauffage de l'eau d'appoint des chaudières.</li> </ul> <p>Cette mesure génère des économies assez importantes.</p>