

## Liste de contrôle pour l'audit énergétique

Cette liste de contrôle est le résultat d'une compilation de matériel provenant de deux sources :

- « The BESS Energy Management Checklist », qui a été établie à partir du Basic Energy Management Check compilé par Lloyd's Register Management Consultants pour le compte de Senter Novem (Pays-Bas)
- « Energy Savings Toolbox - An Energy Audit Manual and Tool<sup>2</sup>. Ce manuel a été élaboré sous les auspices du Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (CIPEC), une initiative conjointe de l'industrie canadienne et de l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada.

La compilation a été réalisée dans le but d'adapter le contenu au projet TEST.

L'objectif de cette liste de contrôle est d'aider les praticiens à examiner systématiquement la consommation d'énergie dans une entreprise afin d'identifier les domaines qui pourraient bénéficier la plupart des programmes d' « efficacité énergétique ». Il donne une idée précise des modifications et des ajustements que l'entreprise pourrait apporter pour parvenir à un fonctionnement optimal et efficace sur le plan énergétique.

La liste de contrôle est utile à plusieurs niveaux - les gestionnaires de l'énergie et le personnel habilité à définir et à ajuster les paramètres de fonctionnement critiques peuvent utiliser cette liste de contrôle et l'appliquer dans des situations telles que

- Identification du potentiel d'économie d'énergie et des possibilités d'amélioration
- Initiation du projet et planification
- Analyse des besoins
- Planification des projets et passation des marchés
- Procédures de mise en service et de remise
- Opération d'économie d'énergie

### Aspect énergétique

Un aspect énergétique est tout ce qui entraîne une consommation d'énergie. Un aspect énergétique peut être lié à la fourniture d'un service, au choix et à la qualité d'une source et d'un vecteur d'énergie, à la technologie (par exemple, l'équipement et le démarrage), à l'organisation (comme les processus de travail et la maintenance) et au comportement (par exemple, le respect des instructions de travail).

### Une méthodologie d'audit pratique

L'audit énergétique est une évaluation systématique des besoins énergétiques actuels et des pratiques d'utilisation de l'énergie dans un processus. Tout comme un audit financier examine les dépenses d'argent, l'audit énergétique identifie la manière dont l'énergie est traitée et consommée, c'est-à-dire

- Quels sont les besoins en énergie
- Comment et où l'énergie entre dans l'installation, le service, le système ou l'équipement
- Où il va et comment il est utilisé
- Toute variation entre les intrants et les utilisations
- Comment l'énergie peut être utilisée de manière plus efficace ou efficiente

# Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

Consultez les informations suivantes	Que devez-vous faire concrètement ? /Questions clés
<b>Gestion de l'énergie</b>	
<b>Informations de base</b>	<p>Les chiffres sur la consommation d'énergie et ses facteurs déterminants sont-ils connus et disponibles ?</p> <p><i>Vous devez avoir accès à un résumé (analyse de la consommation d'énergie) des processus, des bâtiments et des services publics avec des données sur la consommation d'énergie, par exemple par ligne de produits ou par sous-processus.</i></p> <p>L'organisation a-t-elle identifié les aspects liés à l'énergie primaire sur la base des chiffres de la consommation d'énergie (voir définition ci-dessous), et sont-ils tenus à jour ?</p> <p>Effectuer une enquête sur la consommation d'énergie et identifier et quantifier les principaux consommateurs d'énergie.</p> <p><i>Les aspects énergétiques qui déterminent la consommation dans les processus doivent être cartographiés. Il s'agit de la consommation primaire et secondaire, comme les équipements à air comprimé (consommation d'énergie primaire) et l'utilisation de l'air comprimé, qui affecte également la consommation (consommation d'énergie secondaire). Cette vue d'ensemble doit être tenue à jour lorsque des changements de processus se produisent, par exemple.</i></p> <p>La consommation d'énergie et les modes de consommation ont-ils été examinés, y compris la consommation au ralenti pendant les nuits et les week-ends et les modes de consommation ?</p>
<b>Structure et responsabilités</b>	<p>Les tâches, les responsabilités et l'autorité ont-elles été déterminées pour tout le personnel impliqué dans la gestion de l'énergie (par exemple les aspects énergétiques, la consommation d'énergie, les objectifs, les mesures correctives, etc.)</p> <p><i>Vous devez y trouver une liste des employés ayant des tâches, des responsabilités et des autorités (pouvoirs publics) dans le domaine de l'énergie, qui comprend les employés, le coordinateur et les chefs de département et/ou de direction, le cas échéant.</i></p> <p>Des ressources financières suffisantes sont-elles mises à disposition pour gérer et améliorer les aspects énergétiques (consommation et efficacité) ?</p> <p><i>Il s'agit des ressources financières destinées aux mesures de réduction de la consommation d'énergie, par exemple, ou à la formation des employés afin d'améliorer la sensibilisation/le savoir-faire, ou encore aux systèmes de mesure (sous-compteurs, logiciels de traitement des données), etc.</i></p>
<b>Gestion des activités</b>	<p>Y a-t-il eu un accord sur la manière dont l'énergie consommée par les activités d'exploitation sera gérée ?</p> <p><i>La méthode de travail pour la gestion de la consommation d'énergie doit être définie pour les principales activités opérationnelles (aspects énergétiques). Par exemple : instructions pour le fonctionnement des équipements, manuels avec valeurs de départ, contrôle automatisé des processus, système de maintenance des équipements concernés et responsabilités et autorisation des employés.</i></p>

# Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

	<p>Une politique énergétique est-elle en place ? La politique énergétique est-elle connue et respectée par tous les employés concernés ?</p> <p><i>Les employés sont censés comprendre la politique énergétique de l'organisation et l'appliquer dans le cadre de leurs activités quotidiennes.</i></p>
	<p>Les informations sont-elles contrôlées et utilisées pour gérer et améliorer l'énergie consommée par les processus ?</p> <p><i>Les données de mesure doivent être traitées, utilisées et discutées pour gérer la consommation d'énergie des processus et pour réduire la consommation d'énergie.</i></p> <p><i>La surveillance mentionnée ci-dessus comprend :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Consommation d'énergie du service ou du processus</i></li> <li>• <i>Projets d'efficacité énergétique (rénovation, gros entretien, etc.)</i></li> <li>• <i>Analyses (graphiques) des tendances</i></li> </ul>
	<p>Lors de l'achat de biens et de services, les conséquences sur la consommation d'énergie sont-elles prises en considération ? (le cas échéant, les fournisseurs, les entrepreneurs et les tiers reçoivent-ils des instructions concernant la consommation d'énergie ?)</p> <p><i>Lors des achats, il convient de prendre en considération la consommation énergétique des biens et services et les besoins dans ce domaine. Lorsque les processus et les équipements sont modifiés, une réduction peut être obtenue si la consommation d'énergie est prise en compte dans la conception.</i></p>
	<p>Les consommateurs d'énergie primaire (aspects énergétiques) sont-ils régulièrement mesurés, enregistrés, analysés et signalés ?</p> <p><i>Les données de mesure pour tous les principaux aspects énergétiques (les plus gros utilisateurs) doivent être disponibles de manière suffisamment détaillée. Les sous-mesures ne sont pas toujours nécessaires, mais sont généralement recommandées, tout comme la comparaison des données avec les chiffres clés du secteur (benchmarking). L'analyse donne un aperçu de la performance énergétique, permettant d'identifier les options d'amélioration, les progrès réalisés et les éventuelles non-conformités.</i></p>
<b>Formation et sensibilisation</b>	<p>Les connaissances et les informations nécessaires concernant la consommation d'énergie efficace sont-elles suffisantes et les employés qui peuvent influencer sur l'efficacité énergétique ont-ils été instruits et/ou formés ?</p> <p><i>Les personnes et les groupes de l'organisation doivent être formés ou instruits en matière d'efficacité énergétique. Le niveau de savoir-faire nécessaire varie, selon le rôle joué par les employés, de très spécifique à général.</i></p>
<b>Communication</b>	<p>La performance énergétique et la gestion de l'énergie font-elles régulièrement l'objet de discussions internes aux niveaux opérationnel et de gestion ?</p> <p><i>L'énergie (consommation, efficacité, non-conformité, progrès dans la réalisation des objectifs) devrait être régulièrement inscrite à l'ordre du jour pour une consultation interne avec les employés concernés.</i></p>
<b>Objectifs et cibles et programme de gestion de l'énergie</b>	<p>Un plan d'approche a-t-il été élaboré pour améliorer la performance énergétique conformément à la politique ?</p> <p><i>Un document doit être disponible. Le plan d'approche doit en général être spécifique, mesurable, réalisable, réaliste et limité dans le temps (SMART).</i></p>

# Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

	<p>Pour déterminer et évaluer les objectifs, les éléments suivants ont été pris en compte :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Exigences légales et autres<ul style="list-style-type: none"><li>○ <i>Il faut tenir compte de toutes les exigences en matière de permis, de réglementation et d'exigences en matière de construction, par exemple en ce qui concerne la société mère.</i></li></ul></li><li>• Les aspects liés à l'énergie primaire<ul style="list-style-type: none"><li>○ <i>Les objectifs et les tâches en matière d'énergie devraient se concentrer principalement sur les (grands) consommateurs où l'on peut s'attendre à la plus grande amélioration.</i></li></ul></li><li>• Meilleures techniques disponibles<ul style="list-style-type: none"><li>○ <i>On attend d'une organisation qu'elle connaisse les meilleures techniques disponibles et qu'elle les utilise si possible. L'organisation peut se tenir à jour, par exemple, en participant activement à la consultation sectorielle en matière d'énergie.</i></li></ul></li><li>• Amélioration des effets indirects sur l'énergie dus au choix des matériaux, par exemple, ou des transporteurs et/ou fournisseurs<ul style="list-style-type: none"><li>○ <i>Il faut avoir un aperçu de la consommation d'énergie et des possibilités d'économie dans la chaîne de valeur à laquelle l'entreprise participe, et des objectifs et tâches pertinents doivent être formulés.</i></li></ul></li><li>• Le calendrier selon lequel ces objectifs doivent être atteints<ul style="list-style-type: none"><li>○ <i>Les moments où la mise en œuvre des objectifs et des tâches commence et doit être terminée doivent être clairs. Les exigences générales pour les objectifs sont qu'ils soient SMART.</i></li></ul></li></ul>
<b>Évaluation</b>	<p>La direction procède-t-elle à une évaluation du système de gestion de l'énergie au moins une fois par an ?</p> <p><i>L'ensemble des mesures de gestion de l'énergie doit être discuté au moins une fois par an afin de déterminer si les accords sont respectés et les résultats souhaités (politique) atteints.</i></p> <p>Pour préparer l'évaluation, il convient de recueillir au moins les informations suivantes</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aspects énergétiques nouvellement définis<ul style="list-style-type: none"><li>○ <i>Lorsque des équipements, des processus, des bâtiments, etc. sont modifiés, l'entreprise doit vérifier la liste des principaux consommateurs d'énergie et la mettre à jour si nécessaire.</i></li></ul></li><li>• Performance énergétique basée sur des informations de suivi<ul style="list-style-type: none"><li>○ <i>L'efficacité énergétique doit être analysée comme une tendance.</i></li></ul></li><li>• Comparaison des indicateurs de performance avec les références disponibles pour des entreprises/processus/unités de production similaires (le cas échéant)</li></ul>

# Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Les chiffres de la consommation d'énergie devraient être comparés à ceux de processus/entreprises similaires afin d'évaluer correctement les performances.</i></li> <li>• L'évaluation de la conformité aux exigences légales et autres en matière d'énergie             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>L'entreprise doit déterminer si les accords et les règlements ont été respectés conformément à la politique.</i></li> </ul> </li> <li>• Une évaluation de l'efficacité du système pour atteindre la politique et les objectifs est effectuée             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>L'entreprise est censée déterminer si l'ensemble des mesures de gestion de l'énergie (« le système ») se traduit par une meilleure gestion des processus et une réduction de la consommation d'énergie.</i></li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Enveloppe du bâtiment</b></p> <p>Cette section traite uniquement des flux et des pertes d'énergie d'un espace conditionné. Les pertes de production (chaudière, A/C) et de distribution (HVAC) sont couvertes ailleurs dans cette liste de contrôle. Outre les flux d'énergie de la source de chauffage ou de refroidissement vers l'enveloppe du bâtiment, il est important de reconnaître et de comprendre les interactions entre les systèmes et la manière dont le changement d'un système peut en affecter un autre. Par exemple, une réduction de l'énergie utilisée par le système d'éclairage pourrait entraîner une augmentation des besoins de chauffage des locaux en hiver, mais une diminution de la climatisation en été.</p>	
<p><b>Déterminer le besoin</b></p>	<p>Documenter la charge du système de chauffage / refroidissement ; séparer l'énergie du combustible utilisée pour le chauffage des locaux de celle utilisée pour le refroidissement.</p> <p>Déterminer les exigences de conception et d'utilisation finale réelle : température, air frais, etc.</p> <p><i>La charge sur le système changera en raison d'autres mesures de gestion de l'énergie au point d'utilisation finale - cette étape peut devoir être révisée périodiquement.</i></p>
<p><b>Répondre au besoin</b></p>	<p>Veiller à ce que la température de l'espace ne soit pas sensiblement supérieure à l'exigence la plus élevée. Fonctionner à la température minimale possible (chauffage), à la température maximale possible (refroidissement).</p> <p>Réduire les flux/températures pour répondre aux exigences de l'utilisation finale.</p> <p>Réduire la stratification des températures dans les zones à plafond élevé.</p> <p>Veiller à ce que les systèmes de refroidissement et de chauffage ne soient pas « concurrents »</p>
<p><b>Maximiser l'efficacité</b></p>	<p>Minimiser les fuites d'air au niveau des fenêtres, des portes et des bouches d'aération.</p> <p>Veiller à ce que les fenêtres et les portes soient fermées pendant le chauffage et le refroidissement.</p> <p>Veiller à ce que l'isolation des bâtiments soit conforme aux normes.</p> <p>Envisager l'utilisation de fenêtres à haute performance pour réduire les gains de chaleur en été et les pertes de chaleur en hiver.</p>
<p><b>Optimiser l'offre</b></p>	<p>Maximiser les gains solaires lors du chauffage et les minimiser lors du refroidissement.</p> <p>Utiliser de manière innovante la technologie du chauffage solaire passif ou actif pour le chauffage des locaux et/ou de l'eau, en particulier lorsqu'elle est combinée</p>

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

	à une meilleure isolation, à la conception des fenêtres et à la récupération de la chaleur de l'air évacué. Imaginer un mur solaire - un collecteur métallique conçu pour fournir une ventilation préchauffée (air d'appoint) aux bâtiments dont les grands murs sont orientés vers le sud.
<b>Éclairage</b>	
	Identifier les différentes ampoules/lampes utilisées et leur puissance en watts. Si vous ne pouvez pas voir la cote en inspectant les ampoules/lampes, demandez à la personne responsable de leur entretien.
	L'éclairage remplit-il sa fonction ?
	Les luminaires sont-ils propres et les ampoules/lampes fonctionnent-elles ?
	Les luminaires sont-ils efficaces pour projeter de la lumière dans l'espace occupé ou gaspillent-ils la lumière ?
	Le rendement lumineux s'est-il détérioré avec l'âge, ce qui suggère que les lampes doivent être remplacées ?
	Comment les lumières sont-elles contrôlées / commutées ?
	Les heures d'ouverture correspondent-elles aux heures d'occupation ?
	Est-on sur le point de déterminer quand les niveaux de lumière du jour seraient adéquats pour les besoins ?
	Les niveaux d'éclairage sont-ils adéquats ou excessifs pour les besoins ? Niveaux de LUX recommandés !
	Qu'entendez-vous le plus souvent au sujet de l'éclairage dans ce bâtiment de la part des occupants ?
	Les lampes fluorescentes ont-elles des contrôles électromagnétiques ou à haute fréquence ? Si elles clignotent lorsqu'elles sont allumées, c'est qu'elles ont des commandes électromagnétiques.
<b>Équipement de bureau</b>	
	Les équipements de bureau représentent généralement plus de 20 % de la consommation totale d'énergie dans les bureaux. L'électricité qu'ils consomment devient une source de gain de chaleur, ce qui peut entraîner une surchauffe ou augmenter la charge de refroidissement.
	Combien y a-t-il d'ordinateurs ?
	Quelle est la proportion d'ordinateurs et d'écrans qui se mettent automatiquement en veille lorsqu'ils sont laissés en veille, et quel est le délai d'attente ? Notez que les « économiseurs d'écran » n'économisent généralement pas d'énergie.
	Quels sont les autres équipements de bureau utilisés et sont-ils mis en veille ?
<b>Salle de chaudières (chaufferie)</b>	
Les chaudières sont utilisées pour produire de la vapeur et de l'eau chaude pour le chauffage des locaux et les besoins des processus. Dans de nombreuses installations, la chaufferie est le plus grand consommateur d'énergie combustible. Toutes les chaudières utilisent un brûleur pour fournir un mélange de combustible - le principal apport énergétique - et d'air pour le processus de combustion qui produit de la chaleur, laquelle est ensuite transférée au milieu de sortie, soit de la vapeur ou de l'eau chaude - le principal apport énergétique. Il peut également y avoir une faible consommation d'énergie électrique pour faire fonctionner des équipements auxiliaires, tels qu'un ventilateur.	
	Quel est l'âge et l'état de la plante ?

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

<b>Déterminer le besoin</b>	<p>Documentez la charge de la chaudière - idéalement un profil horaire.</p> <p>Pour les chaudières à eau chaude :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exigences de température et de débit.</li> </ul> <p>Pour les chaudières à vapeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exigences en matière de débit, de pression et de qualité de la vapeur.</li> </ul> <p><i>Cela peut nécessiter l'examen des charges en aval du réseau de distribution.</i></p> <p><i>La charge de la chaudière changera à la suite d'autres mesures de gestion de l'énergie au point d'utilisation finale et dans le réseau de distribution - cette étape peut devoir être révisée périodiquement.</i></p>
<b>Répondre au besoin</b>	<p>Veiller à ce que la température et la pression de fonctionnement de la chaudière ne soient pas sensiblement supérieures à l'exigence la plus élevée. Fonctionner à la température et/ou à la pression la plus basse possible.</p> <p>Dans une installation à plusieurs chaudières, les chaudières se succèdent en ligne en fonction de la demande de vapeur ou d'eau chaude.</p> <p>Réduire au minimum le nombre de chaudières en veille.</p> <p>Surveiller le rendement global de la chaufferie (du combustible à la vapeur / l'eau chaude).</p> <p>Minimiser les fluctuations de charge et programmer la demande (idéalement au point d'utilisation finale) lorsque cela est possible.</p> <p>Adapter les calendriers et la fréquence de purge des chaudières aux exigences de la charge et de la chimie de l'eau.</p>
<b>Maximiser l'efficacité</b>	<p>Vérifiez régulièrement la combustion et le rendement de la chaudière.</p> <p>Vérifiez et ajustez régulièrement les niveaux d'air excédentaires.</p> <p>Vérifiez et ajustez régulièrement les procédures de traitement de l'eau.</p> <p>Maintenez les assemblages et les commandes des brûleurs ajustés et calibrés.</p> <p>Maintenez les joints, les conduits d'air, les brèches et les portes d'accès pour assurer l'étanchéité.</p> <p>Veillez à ce que l'isolation des chaudières et des tuyauteries soit conforme aux normes.</p>
<b>Optimiser l'offre</b>	<p>Déplacer la prise d'air de combustion ou déstratifier l'air de la chaufferie pour profiter de la chaleur perdue afin de préchauffer l'air de combustion.</p> <p>Installez un économiseur sans condensation pour capter la chaleur des gaz de combustion.</p> <p>Installez un condensateur de gaz de combustion pour capter la chaleur supplémentaire des gaz de combustion.</p> <p>Récupérer la chaleur de la purge de la chaudière.</p>
<p><b>CVC</b></p> <p>Les systèmes de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) sont conçus pour fournir un environnement confortable, sûr et productif aux occupants sous la forme d'une ventilation adéquate et de niveaux de température et d'humidité confortables. Dans cette section, le champ d'application de la CVC sera limité aux sous-systèmes de contrôle et de livraison. L'équipement de chauffage, de refroidissement et d'humidification, qui constitue la source d'énergie pour la climatisation, est couvert ailleurs dans cette liste de contrôle.</p> <p>Les systèmes de CVC peuvent être assez complexes, avec un large éventail de modes de fonctionnement dépendant des conditions ambiantes extérieures, des horaires d'occupation et des facteurs saisonniers et autres. Il est donc essentiel de bien comprendre comment un système est conçu pour fonctionner et comment il fonctionne réellement. Il est souvent possible de réaliser des économies substantielles</p>	

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

<p>simplement en remettant un système dans les conditions prévues. Les informations opérationnelles historiques tirées des journaux de bord ou des entretiens avec les opérateurs peuvent être très utiles pour évaluer un système dans toute une série de conditions d'exploitation.</p>	
<p><b>Déterminer le besoin</b></p>	<p>Documentez la charge du système - mesurez la puissance de refroidissement. Évaluez les besoins en espace - horaires, occupation, températures, et humidité, évacuation et ventilation.</p> <p>Examinez attentivement tout effet que les possibilités de gestion de l'énergie (EMO) pourraient avoir sur la qualité environnementale de l'espace conditionné.</p> <p><i>La charge du système changera en raison d'autres mesures de gestion de l'énergie à l'utilisation finale - cette étape peut devoir être révisée périodiquement.</i></p>
<p><b>Répondre au besoin</b></p>	<p>Veillez à ce que la température et l'humidité de l'approvisionnement ne soient pas sensiblement supérieures aux besoins. Opérez à la température, à l'humidité, au pourcentage d'air frais et/ou au débit d'air le plus bas possible. Envisagez une ventilation à la demande.</p> <p>Surveillez les performances globales de la climatisation (apport d'énergie dans l'espace conditionné).</p> <p>Minimisez les fluctuations de charge et échelonner la demande et les démarrages (idéalement au point d'utilisation finale) lorsque cela est possible.</p> <p>Utilisez le refroidissement gratuit lorsque c'est possible.</p> <p>Programmez les systèmes et/ou les températures en fonction de l'occupation.</p> <p>Assurez-vous que les contrôles fonctionnent correctement et sont régulièrement calibrés.</p> <p>Envisagez la mise à niveau du contrôle pour le numérique direct, offrant un contrôle plus souple des systèmes aux charges, à condition que les systèmes sous-jacents soient capables de la modulation appropriée.</p> <p>Utilisez des variateurs de vitesse lorsque les heures de fonctionnement, les conditions et les impératifs économiques l'exigent.</p> <p>Installez des unités locales de traitement de l'air (par exemple, des épurateurs d'air électroniques, des filtres à charbon actif absorbant les odeurs, des filtres à haute efficacité) pour réduire la nécessité d'une évacuation générale.</p>
<p><b>Maximiser l'efficacité</b></p>	<p>Vérifiez régulièrement les pièces mécaniques d'entretien (ventilateurs, roulements, alignement, etc.).</p> <p>Assurez-vous que les filtres à air et les conduits soient propres.</p> <p>Utilisez les moteurs EE là où les heures de fonctionnement, les conditions et l'économie le dictent.</p> <p>Isolez le système de distribution - tuyaux, conduits.</p> <p>Maintenez les joints, les conduits d'air, les brèches et les portes d'accès pour assurer l'étanchéité.</p> <p>Veillez à ce que l'isolation des conduits et des tuyaux soit conforme aux normes.</p>
<p><b>Optimiser l'offre</b></p>	<p>Récupérez la chaleur et le refroidissement épuisés.</p> <p>Utilisez le stockage thermique dans les systèmes de refroidissement pour optimiser l'achat d'électricité.</p>
<p><b>Systèmes d'air comprimé</b></p> <p>L'air comprimé a été qualifié de troisième service public, avec des coûts d'exploitation souvent proches de ceux de l'électricité et de l'énergie thermique. Le compresseur utilisé pour produire et traiter l'air</p>	

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

<p>comprimé représente une part importante mais nécessaire de la charge électrique dans la plupart des installations industrielles.</p> <p>Les fuites d'air comprimé sont la cause la plus fréquente et la plus importante d'un coût excessif, représentant généralement environ 70 % du gaspillage total. Les pertes d'énergie dans un système d'air mal entretenu sont dues à la nécessité d'une énergie supplémentaire pour surmonter les inefficacités de l'équipement, car l'air peut ne pas être délivré à la bonne pression.</p> <p>Le coût à long terme de la production d'air comprimé est généralement de 75 % pour l'électricité, 15 % pour le capital et 10 % pour la maintenance. Des mesures simples et rentables peuvent permettre d'économiser 30 % des coûts de l'énergie électrique. Par conséquent, l'effort visant à rendre un système d'air comprimé efficace sur le plan énergétique peut s'avérer très rentable.</p>	
<p><b>Déterminer le besoin</b></p>	<p>L'air comprimé est-il vraiment nécessaire ? Une autre forme d'énergie peut-elle être utilisée ? (Surtout les moteurs à air et le refroidissement !)</p> <p>Inventorier les besoins en air comprimé en termes de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoins en débit (SCFM ou Nm<sup>3</sup>/min.).</li> <li>• Exigences de pression.</li> <li>• Qualité (température, humidité, teneur en huile, etc.).</li> <li>• Point(s) dans le système de distribution.</li> </ul> <p>Documentez lorsque l'air comprimé est nécessaire.</p> <p>La demande réelle d'air comprimé augmente-t-elle - ou les fuites se multiplient-elles ?</p>
<p><b>Répondre au besoin</b></p>	<p>Mettre en œuvre un programme de sensibilisation à la gestion de l'air comprimé à l'échelle de l'usine.</p> <p>Éliminez les fuites :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisez un détecteur de fuites à ultrasons (ou vos propres oreilles lorsqu'il n'y a pas de bruit de production) pour repérer les fuites, puis les réparer.</li> <li>• Isolez les appareils et équipements munis de soupapes lorsqu'ils ne sont pas utilisés.</li> </ul> <p>Gérez l'utilisation finale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éliminez les utilisations inutiles (balayage des sols).</li> <li>• Envisagez d'intensifier les buses au lieu de simples buses à tuyau coupé.</li> </ul> <p>Minimisez la pression de l'alimentation principale.</p> <p>Évitez la réduction de pression au point d'utilisation finale, séparez les grandes utilisations à basse pression et fournissez une alimentation basse pression séparée - envisagez des soufflantes à haute pression.</p> <p>Utilisez un traitement adapté aux exigences de qualité - séparer les utilisateurs de faible volume et de haute qualité et assurer un approvisionnement séparé.</p> <p>Veillez à ce que les contrôles du traitement (séchage) ne soient pas fixés à un niveau inférieur à celui requis.</p> <p>Veillez à ce que la capacité du compresseur en ligne suive la demande d'air :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresseurs à charge de base avec un mauvais contrôle de la capacité (étranglement) - vérifiez la charge du moteur lorsque le débit d'air du compresseur soit faible.</li> <li>• Séquencez les compresseurs pour vous assurer que l'unité ayant la meilleure capacité de contrôle suit la charge.</li> <li>• Veillez à ce que les compresseurs qui tournent au ralenti s'arrêtent rapidement.</li> </ul> <p>Optimisez la station de compression avec des réservoirs de taille appropriée, des dispositifs de contrôle de la demande et un contrôle complet du système.</p>

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

<b>Maximiser l'efficacité</b>	<p>Veillez à ce que la température de l'air d'entrée soit aussi fraîche et sèche que possible - utilisez l'air extérieur pendant les saisons froides.</p> <p>Veillez à ce que les filtres d'entrée soient propres avec une perte de charge minimale.</p> <p>Veillez à ce que les équipements de filtration et de traitement imposent une perte de charge minimale.</p> <p>Veillez à ce que le dimensionnement des conduites soit adapté aux débits afin de minimiser la chute de pression.</p> <p>Veillez à de bonnes pratiques de tuyauterie pour éviter des chutes de pression excessives aux raccords en T, aux coudes, aux raccords et autres accessoires.</p> <p>Veillez à ce que le compresseur soit à une température ambiante appropriée.</p> <p>Envisagez de remplacer le compresseur par une unité plus appropriée, plus récente et/ou plus efficace - le variateur de vitesse (VSD).</p>
<b>Optimiser l'offre</b>	<p>Installez la forme de récupération de chaleur la plus simple possible pour récupérer la chaleur rejetée par les compresseurs - soit refroidis à l'eau, soit à l'air.</p>
<p><b>Systèmes de refroidissement et de réfrigération</b></p> <p>Les systèmes de réfrigération sont conçus dans un but fondamental : faites passer la chaleur d'un milieu à basse température (source de chaleur) à un milieu à haute température (puits de chaleur), en utilisant un fluide de transfert (réfrigérant). Comme il s'agit de l'inverse de la direction naturelle du flux de chaleur, un apport d'énergie est nécessaire, généralement sous forme d'électricité. Selon la quantité de chaleur à déplacer, le coût de la réfrigération peut être important.</p> <p>Les systèmes de réfrigération sont relativement complexes, et leur efficacité est affectée par les conditions de fonctionnement. Bien qu'un système soit généralement conçu pour une charge de refroidissement maximale ou nominale particulière, il fonctionne généralement pendant la majeure partie de sa vie à une fraction de cette puissance ou à une charge partielle. L'efficacité d'un système de refroidissement peut varier considérablement en fonction de la charge, selon la méthode de contrôle de la capacité utilisée. Par conséquent, il est important d'évaluer les performances et l'efficacité du système sur la gamme des charges réelles.</p> <p>L'énergie requise pour faire fonctionner un système de refroidissement est proportionnelle à la différence de température entre la source de chaleur et le puits de chaleur. Par conséquent, la réduction de la différence de température entre le milieu refroidi (par exemple le stockage réfrigéré) et la température de condensation (par exemple la tour de refroidissement) a un effet substantiel sur l'apport énergétique au système. Divers appareils de mesure, tels qu'un wattmètre, un thermomètre, un psychromètre et un manomètre, peuvent être utiles pour évaluer l'efficacité des systèmes de réfrigération.</p>	
<b>Déterminer le besoin</b>	<p>Documentez la charge de refroidissement et les exigences de température - idéalement avec un profil.</p> <p>Tenez compte des différentes exigences en matière de température :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En cours de traitement, éventuellement par produit ou par étape de traitement.</li> <li>• En CVC, en fonction de la saison et des besoins des occupants.</li> </ul> <p><i>Considérez l'effet que d'autres mesures de gestion de l'énergie au point d'utilisation finale peuvent avoir sur les besoins du système - cela peut changer avec le temps.</i></p>
<b>Répondre au besoin</b>	<p>Utilisez des pratiques conservatrices au point d'utilisation finale pour minimiser la charge de refroidissement.</p>

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

	<p>Calibrez les contrôles et réglez les températures à des niveaux acceptables les plus élevés.</p> <p>Évitez, si possible, le chauffage et le refroidissement simultanés.</p> <p>Assurez un contrôle approprié de la capacité des systèmes de réfrigération :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôles pour les unités multiples.</li> <li>• Modulation (sans faux chargement) pour les unités individuelles.</li> </ul> <p>Évitez l'utilisation de la dérivation des gaz chauds pour le contrôle de la capacité.</p> <p>Étudiez la possibilité d'augmenter la température de l'évaporateur par des actions telles que la remise à température de l'eau réfrigérée. Utilisez une température aussi élevée que possible tout en maintenant les besoins de refroidissement.</p> <p>Veillez à ce que les commandes de dégivrage soient correctement réglées et révisiez régulièrement le réglage.</p>
<b>Maximiser l'efficacité</b>	<p>Veillez à ce que toutes les surfaces d'échange thermique soient régulièrement nettoyées et entretenues.</p> <p>Abaissez les températures de condensation en assurant la libre circulation de l'air autour des unités de condensation et des tours de refroidissement.</p> <p>Veillez à ce que les tours de refroidissement soient entretenues efficacement pour obtenir la température de l'eau la plus basse possible.</p> <p>Étudiez la pression de tête flottante ou la surpression de liquide pour réduire la température et la pression de condensation sur une base saisonnière.</p> <p>Remplacez les compresseurs par des unités à haut rendement (COP).</p>
<b>Optimiser l'offre</b>	<p>Utilisez le stockage thermique pour optimiser le fonctionnement des systèmes de refroidissement et optimiser l'achat d'électricité en fonction du moment de la journée.</p> <p>Utilisez des désurchauffeurs pour récupérer la chaleur rejetée par les condenseurs.</p> <p>Envisagez de dériver la capacité de « free cooling » (refroidissement gratuit) directement de l'air froid extérieur (par exemple en hiver), ce qui limiterait l'utilisation du compresseur et donc la consommation d'électricité.</p> <p>Envisagez de n'utiliser que de l'eau comme réfrigérant pour l'eau de refroidissement des procédés.</p>
<p><b>Systèmes de ventilation et de pompage</b></p> <p>Les systèmes de ventilation et de pompage partagent de nombreuses caractéristiques similaires et peuvent par conséquent être analysés de manière similaire du point de vue énergétique. Chacun est généralement entraîné par un moteur, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une courroie ou d'une boîte de vitesses. Les deux systèmes utilisent fréquemment des dispositifs centrifuges pour créer un mouvement dans un fluide ou dans l'air, et, par conséquent, les deux systèmes sont régis par un ensemble de règles connues sous le nom de lois d'affinité. Les lois d'affinité décrivent la relation entre la vitesse, le débit, la pression et la puissance requise.</p>	
<b>Déterminer le besoin</b>	<p>Déterminez le besoin en flux air/eau, éventuellement sous la forme d'un profil dans le temps.</p> <p>Déterminez la gamme de pressions que le ventilateur/pompe devra surmonter.</p> <p>Déterminez si le besoin de débit est fixe ou variable.</p> <p>Déterminez la durée du besoin de débit (heures par jour).</p>
<b>Répondre au besoin</b>	<p>Fournissez et utilisez un contrôle manuel des ventilateurs/pompes.</p> <p>Contrôlez automatiquement les temps de fonctionnement des ventilateurs / pompes.</p> <p>Effectuez un bilan air/eau avec des entrepreneurs qualifiés.</p>

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

	<p>Éliminer ou réduire l'étranglement comme moyen de contrôle du débit.</p> <p>Pour les systèmes de ventilation à débit fixe, réduisez les débits à la demande de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction de la vitesse des ventilateurs par changement de poulies.</li> <li>• Éteindre les ventilateurs supplémentaires (de secours).</li> </ul> <p>Pour les systèmes de pompage à débit fixe, réduire les débits de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplacement ou réglage des roues de pompes.</li> <li>• Arrêt des pompes supplémentaires (de secours).</li> </ul> <p>Pour les systèmes de ventilation ou de pompage à débit variable, faites varier le débit en :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilisant un moteur à deux vitesses.</li> <li>• utilisant d'un variateur de vitesse.</li> </ul> <p>Éliminer les fuites dans les conduits et la tuyauterie.</p>
<b>Maximiser l'efficacité</b>	<p>Assurer un entretien adéquat des ventilateurs et des pompes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubrification.</li> <li>• Courroies et poulies.</li> <li>• Révision et nettoyage des pompes et des ventilateurs.</li> </ul> <p>Réduire les chutes de pression ou la résistance des tuyauteries/gaines en :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage de l'intérieur des tuyaux/tuyaux.</li> <li>• Entretien des filtres/filtres.</li> <li>• Utiliser des pratiques efficaces en matière de conduits/tuyauteries.</li> </ul> <p>Choisir et installer une pompe ou un ventilateur plus efficace :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception plus appropriée pour la demande.</li> <li>• Nouveaux équipements/technologies.</li> </ul> <p>Installer un moteur plus efficace.</p>
<b>Optimiser l'offre</b>	<p>Envisager l'utilisation de petites turbines à vapeur, généralement à la place des réducteurs de pression, pour actionner les grands ventilateurs et les pompes (c'est-à-dire la pompe à eau d'alimentation de la chaudière, le ventilateur à tirage forcé ou induit de la chaudière).</p>
<p><b>Fours de traitement, séchoirs et fours</b></p> <p>Les fours de traitement, les séchoirs et les fours sont utilisés dans des applications aussi diverses que la fusion des métaux, le séchage du bois, l'évaporation de l'eau et la fabrication de chaux, de briques et de céramiques. Certaines installations sont construites et exploitées dans le seul but d'un seul processus de fabrication chauffé. Par conséquent, le four pourrait être le plus grand consommateur d'énergie combustible. Tous les fours non électriques utilisent un brûleur pour délivrer un mélange de combustible et d'air pour le processus de combustion qui produit de la chaleur, laquelle est ensuite transférée au produit soit directement (dans la chambre de combustion), soit indirectement (par le biais d'un échangeur de chaleur). Il peut également y avoir un apport d'énergie électrique pour faire fonctionner des équipements auxiliaires tels que les soufflantes et les ventilateurs de tirage.</p> <p>Comme pour les chaudières, il est important d'évaluer les performances et le rendement des fours sur la gamme des charges réelles ou partielles. Contrairement aux chaudières, il n'y a généralement pas de grand système de distribution de chaleur avec les pertes qui l'accompagnent (c'est-à-dire que l'utilisation finale de la chaleur se fait dans le four).</p> <p>Le maintien d'un rapport optimal entre le combustible et l'air est essentiel pour le bon fonctionnement des fours à combustible. Le manque d'air entraîne une combustion incomplète, ce qui entraîne des pertes de combustibles dans les gaz de combustion (flamme de fumée). L'excès d'air augmente inutilement les pertes de gaz de combustion secs, comme l'indique la température plus élevée des gaz de combustion. En outre, l'air excédentaire qui entre dans le four doit être chauffé, ce qui augmente les</p>	

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

<p>perdes d'énergie. La température des gaz de combustion dépend également de l'efficacité du transfert de chaleur vers le produit traité et constitue un bon indicateur de l'état des surfaces internes de transfert de chaleur. Dans certains cas, une grande quantité d'air excédentaire est nécessaire pour maintenir la qualité du produit. Dans ce cas, la récupération de la chaleur doit être envisagée. L'analyseur de combustion portable est un outil utile pour mesurer l'efficacité de la combustion des fours, séchoirs et fours de traitement.</p>	
<b>Déterminer le besoin</b>	<p>Documenter la charge du four, du séchoir ou du four - établir un bilan énergétique des pertes de chaleur de l'unité elle-même.</p> <p>Évaluer les exigences du processus en termes de charge du produit et d'exigences thermodynamiques.</p> <p>Examiner attentivement tout effet qu'une OMU pourrait avoir sur la qualité du produit final.</p>
<b>Répondre au besoin</b>	<p>Veiller à ce que la température du processus ne soit pas sensiblement supérieure à l'exigence la plus élevée. Fonctionner à la température et/ou au débit d'air le plus faible possible.</p> <p>Dans un système échelonné, les brûleurs séquentiels sont en ligne pour suivre la demande de chaleur.</p> <p>Réduire au minimum le besoin de fourneaux en attente.</p> <p>Surveiller les performances globales de chauffage du processus (du combustible au produit).</p> <p>Minimiser les variations de charge et programmer la production pour optimiser l'utilisation de la capacité du four, du séchoir ou du four lorsque cela est possible.</p> <p>Revoir les procédures de l'opérateur pour des pratiques d'utilisation minimale de l'énergie.</p>
<b>Maximiser l'efficacité</b>	<p>Vérifiez régulièrement l'efficacité de la combustion.</p> <p>Vérifiez et ajustez régulièrement les niveaux d'air excédentaires.</p> <p>Maintenez les assemblages et les commandes des brûleurs ajustés et calibrés.</p> <p>Maintenez les joints, les conduits d'air, les brèches et les portes d'accès pour assurer l'étanchéité.</p> <p>Déplacez les prises d'air pour s'assurer que l'air le plus sec possible est utilisé dans les fours.</p> <p>Veillez à ce que l'isolation des surfaces soit conforme aux normes.</p> <p>Installez des commandes électroniques pour la combustion et le contrôle de la température.</p>
<b>Optimiser l'offre</b>	<p>Déplacez la prise d'air de combustion ou déstratifier l'air de l'usine pour profiter de la chaleur perdue afin de préchauffer l'air de combustion.</p> <p>Installez un économiseur sans condensation pour capter la chaleur des gaz de combustion.</p> <p>Installez un condensateur de gaz de combustion pour capter la chaleur supplémentaire des gaz de combustion.</p> <p>Récupérez la chaleur du refroidissement des produits.</p>
<b>Équipement de traitement général</b>	
<b>En général</b>	Les équipements auxiliaires, les moteurs et les convoyeurs sont-ils coupés lorsque les lignes de production sont arrêtées ?
	Les moteurs des pompes, des agitateurs, de la circulation, etc. sont-ils contrôlés à la demande du système et équipés d'un variateur de vitesse (par exemple, un convertisseur de fréquence) ?
	Y a-t-il beaucoup d'écrans et d'ordinateurs en veille ?

## Outils TEST : Liste de contrôle pour l'audit énergétique

---

	Existe-t-il des appareils de chauffage, des éléments chauffants, des ventilo-convecteurs, des fours de rétraction, etc. qui fonctionnent sans demande ?
	Les installations de transformation (fours, cuves, silos, réservoirs, etc.) sont-elles correctement isolées ?
	Les usines de transformation sont-elles maintenues à température de service sans raison alors qu'il n'y a pas de production ?