

Guide des bonnes pratiques de gestion énergétique

Mettre en œuvre, améliorer et économiser

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Table des matières



LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Introduction	8
Équipe chargée de l'énergie	10
Gestion des données énergétiques et de GES	11
Consommation d'électricité et de gaz naturel, coût et émissions de GES	12
Audit énergétique	12
Définition de mesures minimum requises pour l'équipe chargée de l'énergie sur site	13
Analyse des services publics	14
Comprendre un plan de gestion énergétique	15
Informations fournies par les sociétés de services publics	15
Analyse des tarifs des services publics	15
Analyse des profils de consommation	16
Identification des GUE	17
Gestion des charges	17
10 exemples de charges électriques	17
Contrôle	18
Projets courants de gestion des tarifs	18
Demande d'analyse annuelle des tarifs auprès de la société de services publics	18
Vérification de la précision	18
Vérification de l'état de tous les comptes de services publics	18
Recherche d'opportunités d'approvisionnement tierce en énergie	18
Les règles de commercialisation peuvent varier selon le site et changent souvent	18
Contrat d'approvisionnement à tarification en temps réel	18
Contrat d'approvisionnement à prix fixe	18
Contrat d'approvisionnement sur indice ou en bloc	18
Contrat d'approvisionnement échelonné	18
Autres projets énergétiques	18
Mesures d'intéressement et remises	19
Consultants en gestion énergétique	19
Mesures minimum requises pour l'analyse des services publics	19
Automatisation des bâtiments	20
Exigences de SCAB	22
Exigences générales	22
CVC	24
Éclairage	25
Air comprimé	26
Équipement de traitement	26
Autres considérations de SCAB	28

Mesures minimum requises pour l'automatisation des bâtiments	29
CVC	30
Refroidisseurs	32
Les faits importants	32
Les priorités	32
Tours de refroidissement	32
Les faits importants	32
Les priorités	32
Équipement groupé	33
Les faits importants	33
Les priorités	33
Systèmes sans conduit	33
Les faits importants	33
Systèmes à deux blocs	34
Les faits importants	34
Les priorités	34
Équipement de gestion d'air	34
Les faits importants	34
Les priorités	34
Considérations de rendement énergétique des CVC	35
CVC – Mesures minimum requises pour les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation	35
Chaudières	36
Rendement de combustion	37
Rendement thermique	37
Rendement général des chaudières	37
Programme de gestion des chaudières/générateurs de vapeur	38
Obtention d'une certification des chaudières auprès des autorités locales	38
Mesure et consignation du rendement des systèmes, et exécution régulière de la maintenance recommandée	38
Définition des besoins en chauffage actuels et futurs des chaudières de votre établissement	38
Utilisation de contrôles de pointe	38
Normes de rendement des chaudières	38
Projets courants de rendement énergétique des chaudières	39
Inventaire du système de chaudière	39
Exploitation des coûts énergétiques variables	39
Mise hors tension des chaudières lorsqu'elles ne sont pas nécessaires	39
Optimisation du séquençage des chaudières pour maximiser les inefficacités du chargement partiel	39

Remplacement des grandes chaudières par plusieurs chaudières	39
Réglage saisonnier des valeurs de consigne de température de l'eau chaude	39
Inspection et vérification de tous les systèmes de contrôle automatique et des vannes pour garantir un fonctionnement approprié	39
Mise en œuvre d'un programme de purge de la vapeur	39
Contrôle du débit des ventilateurs de tirage et des ventilateurs de soufflage en installant des variateurs de vitesse	40
Maximisation du retour de tous les condensats vers la chaudière	40
Inspection régulière des conduits d'évacuation des condensats à la recherche de panaches de fumée excessifs	40
Récupération de chaleur envisagée pour préchauffer l'eau d'appoint de la chaudière	40
Mesure, consignation et archivage réguliers du rendement et du fonctionnement des chaudières et utilisation de ces informations pour améliorer le rendement des systèmes	41
Dans le cadre de procédures d'inspection et de maintenance régulières, vérification, test et étalonnage des appareils de mesure de la pression, de la température et du débit	41
Contrôle et minimisation de la purge des chaudières grâce à une gestion appropriée de l'eau. Installation d'un système central de purge automatique	41
Inspection de l'ensemble du système à la recherche de fuites, de vannes défectueuses, de brides défectueuses, de tuyaux corrodés et de composants usés tels que les joints d'échanchéité ou le conditionnement de la pompe	41
Isolation de toutes les conduites de vapeur et de condensat ainsi que des vannes nues	41
Mesures minimum requises pour les chaudières	41
Éclairage	42
Niveaux d'éclairage	44
Évaluation du rendement du système d'éclairage actuel	44
Mise à niveau du rendement du système	45
Évaluation des options de contrôle de l'éclairage	46
Termes importants	47
Mesures minimum requises pour l'éclairage	47
Enveloppe des bâtiments	48
Mesures minimum requises pour l'enveloppe des bâtiments	49
Air comprimé	50
Intégration du système de gestion de l'air comprimé dans le SCAB	51
Consignation de la capacité du système à air comprimé	51
Création d'un schéma fonctionnel de votre système à air comprimé	52
Mesure de l'utilisation d'air de référence. Calcul de la consommation et du coût énergétiques actuels	53
Coût d'exploitation de l'air comprimé	53
Réalisation d'une étude d'utilisation finale et mise en œuvre d'un programme bien défini de gestion des fuites	54
Étude d'utilisation finale	54

Gestion des fuites	55
Élimination des utilisations inappropriées de l'air comprimé	56
Respect du programme de maintenance recommandé par le fabricant	56
Projets courants de rendement énergétique de l'air comprimé	57
Identification et élimination des points d'étranglement	57
Élimination des passages inutiles des tuyaux	57
Conception de boucles fermées et élimination des systèmes de tuyauterie à vide	57
Utilisation de filtres à faible chute de pression capables de produire la qualité d'air requise	57
Utilisation des dispositifs de stockage locaux pour les opérations de fabrication à volume élevé	57
Utilisation de la prise d'air du refroidisseur	57
Déploiement de plusieurs petits compresseurs envisagé à la place d'un seul grand compresseur	57
Installation de dispositifs d'interverrouillage et d'électrovannes qui coupent l'arrivée d'air lorsque l'équipement de traitement n'est pas utilisé	57
Mesures minimum requises pour la gestion de l'air comprimé	57
Gestion de l'énergie de traitement	58
Gestion de l'énergie de traitement	59
Projets courants de rendement énergétique des processus de fabrication	60
Réalisation d'un audit énergétique	60
Traitement par lot chaque fois que possible	60
Réduction du poids des instruments de four	60
Vérification des conditions de fonctionnement	60
Interverrouillage des équipements auxiliaires avec l'équipement de production	60
Réalisation d'un Kaizen énergétique	60
Maintenance préventive	60
Contrôle des gaz industriels	60
Élaboration de procédures d'exploitation et de maintenance pour garantir un rendement maximal	60
Pour accroître le rendement énergétique des déshydrateurs et fours industriels :	60
Mesures minimum requises pour la gestion de l'énergie de traitement	61
Gestion des moteurs électriques	62
Programme de gestion des moteurs électriques	63
Exécution d'une maintenance préventive pour garantir le rendement d'exploitation	63
Évaluation de la taille des moteurs	63
Achat de moteurs à rendement premium	63
Ne pas rembobiner les moteurs	63
Ajout de dispositifs d'interverrouillage	63
Ajout de minuteurs et d'interrupteurs sur les ventilateurs non essentiels	63
Ajout de contrôles de vitesse des moteurs	63
Installation de condensateurs à correction de facteur de puissance	63
Variateurs de fréquence (VF)	63

Fondamentaux des moteurs électriques	64
Condensateur	64
Taille de châssis	64
Cheval-vapeur	64
Facteur de charge	64
Moteur ouvert de protection (ODP)	64
Phase	64
Facteur de puissance	64
Rotor	64
Facteur de service	64
Stator	64
Ventilation extérieure (VE)	64
Couple	64
Enroulements	64
Équations courantes des moteurs électriques :	65
Mesures minimum requises pour la gestion des moteurs	65
Programme d'arrêt automatique (AA)	66
Mesures minimum requises pour le programme d'arrêt automatique (AA)	67
Gestion du parc	68
Création d'un inventaire du parc	69
Formation des conducteurs	69
Gestion du carburant	69
Mesures minimum requises pour la gestion du parc	69
Conclusion	70
Annexes	72
Annexe A	73
Règles générales	73
Équations énergétiques courantes	73
Conversions du gaz naturel	73
Annexe B	74
Facteurs de conversion	74
Annexe C	75
Glossaire	75
Mesure d'économie d'énergie (MEE)	75
Gaz à effet de serre (GES)	75
Annexe D	76
Où obtenir plus d'informations	76

Introduction



Comprendre les modalités d'approvisionnement et de consommation d'énergie est une des fonctions élémentaires du gestionnaire énergétique.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Les progrès informatiques accomplis continuent d'améliorer les méthodes de travail de Raytheon Technologies. L'augmentation de la disponibilité et de la demande des données suscitent un effort de numérisation. Comprendre les modalités d'approvisionnement et de consommation d'énergie est une des fonctions élémentaires du gestionnaire énergétique. Pour être efficace, le gestionnaire énergétique doit avoir accès à des sources fiables de données concernant l'éclairage, les CVC, les équipements de traitement, les ordinateurs ainsi que tous les autres points de consommation d'énergie.

En reconnaissance de la transformation numérique et des opportunités qu'elle offre, ce guide a été restructuré afin de fournir un éclairage sur l'intégration numérique de la gestion énergétique au sein des établissements Raytheon Technologies. Les collaborateurs qui connaissent l'ancienne version de ce guide noteront un changement de direction dans notre approche de la gestion énergétique. Une grande partie des idées favorisant une réduction de la consommation d'énergie présentées dans les versions précédentes ont été conservées dans cette version en tant que bonnes pratiques de gestion. Vous remarquerez un accent davantage marqué sur la simplification de la collecte et de la communication des données énergétiques, y compris par l'utilisation de systèmes d'automatisation des bâtiments (SCAB) pour gérer les activités quotidiennes.

Ce document présentera des concepts importants pour les gestionnaires énergétiques à l'ère du numérique, notamment :

- Des recommandations de mise en œuvre d'un SCAB.
- Des techniques de gestion efficace de tous les aspects du portefeuille énergétique, notamment la collecte, le déchiffrement et la validation des données significatives à l'aide du SCAB.
- La compréhension du processus d'approvisionnement en énergie.
- La compréhension de la valeur tirée de listes précises des équipements qui consomment de l'énergie.
- La mise en œuvre de bonnes pratiques de gestion pour optimiser les opérations et les installations de fabrication.
- L'engagement des employés des sites à réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre associées.

Il ne fait aucun doute que nos méthodes de collecte et de gestion des données énergétiques ont considérablement évolué. La révolution numérique fournit aujourd'hui aux gestionnaires énergétiques une vision holistique des activités auparavant indépendantes. À l'instar des différents organes du corps, tous les systèmes d'un bâtiment sont interdépendants et doivent donc être gérés les uns par rapport aux autres pour garantir un fonctionnement optimal et réduire autant que possible les inefficacités. Cette interdépendance peut être illustrée, entre autres, par un remplacement des tournevis pneumatiques par des unités électriques. Ce projet aura pour effet de réduire l'approvisionnement en air requis par le compresseur d'air. La réduction conséquente d'électricité requise par le compresseur compensera la demande accrue par les tournevis électriques 10:1. Les projets de remplacement de l'éclairage en sont un autre exemple. Tout le monde anticipe des économies d'énergie en remplaçant les anciennes technologies d'éclairage par des DEL. Toutefois, elles présentent un autre avantage, souvent ignoré : elles réduisent la nécessité de solliciter le système de refroidissement puisque les DEL ne produisent pas autant de chaleur que les anciennes technologies d'éclairage.

Lorsqu'elles seront mises en pratique, les techniques proposées dans ce guide permettront au lecteur de mettre en œuvre un système de gestion énergétique qui améliore le rendement énergétique, réduit les émissions de GES et permet d'économiser de l'argent de manière pratique et durable.

C'est parti.

Équipe chargée de l'énergie

Approach
and
an effective
management plan

Introduction

Placing energy costs and global environmental concerns at the center of our business every day. Our responsibility to our customers and our commitment to our shareholders create compelling reasons for us to be a more energy-efficient and environmentally conscious marketplace.

Every United Technologies leader is an active leader in reducing greenhouse gas emissions and energy consumption. This is an important step in our commitment to a sustainable future for our customers and the world.

UTC
M

HVAC

Figure 12.2 Energy conservation measures

L'économie d'énergie est une discipline collective, qui implique la participation de tous les coéquipiers pour produire un résultat efficace.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Le gestionnaire énergétique doit mobiliser l'aide des autres pour encourager l'économie d'énergie. L'économie d'énergie est une discipline collective, qui implique la participation de tous les coéquipiers pour produire un résultat efficace. Mobiliser l'aide de personnes soucieuses de leur consommation d'énergie est le moyen le plus efficace d'inclure diverses parties prenantes, de susciter l'adhésion sur des sujets essentiels et d'identifier plus d'opportunités d'économiser de l'énergie.

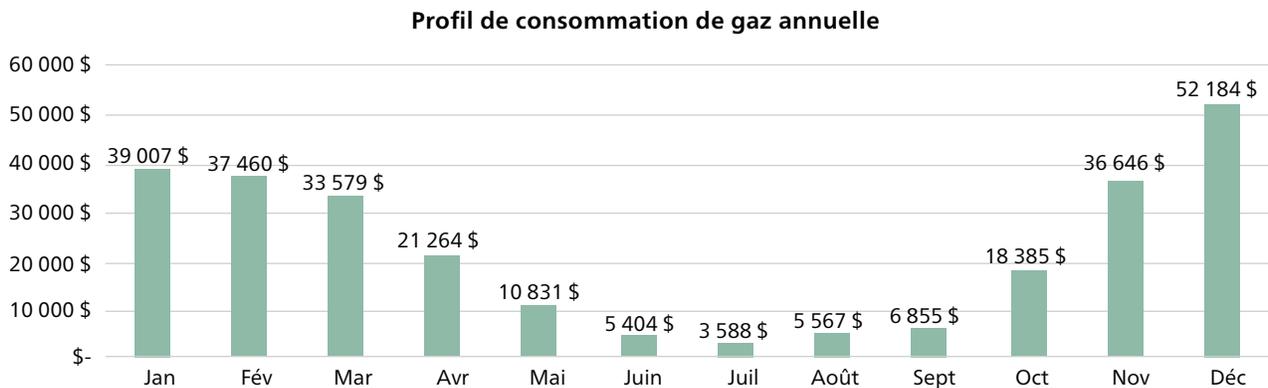
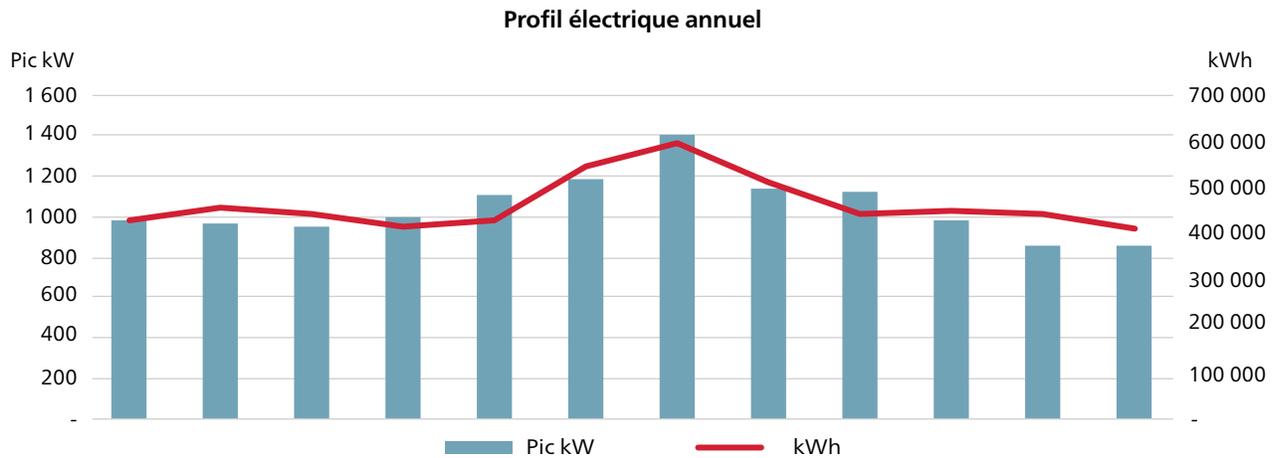
L'équipe chargée de l'énergie sera le groupe central responsable du développement de la stratégie de gestion énergétique et du suivi de la progression vers les objectifs d'économie d'énergie. La taille et le champ d'intervention de l'équipe chargée de l'énergie doivent correspondre à l'ampleur et à la complexité du site. Envisagez d'y inclure des représentants des différents domaines opérationnels, tels que les installations, l'ESS, les opérations de fabrication, la gestion des approvisionnements, les finances et la communication. Tous les membres doivent intégrer cette équipe en lisant ce guide conçu par et pour les employés de Raytheon Technologies. Ce guide répertorie et présente les bonnes pratiques de gestion énergétique (BPG) mises en place dans les établissements Raytheon Technologies partout dans le monde. Les BPG énoncées dans ce guide doivent être utilisées par l'équipe chargée de l'énergie pour élaborer et consigner le plan de gestion énergétique ou la feuille de route énergétique des sites.

Comme pour tout plan de gestion, des données actualisées et précises s'imposent pour prendre des décisions stratégiques éclairées, évaluer l'efficacité de ces décisions et identifier les opportunités impliquant la prise de nouvelles décisions. Telle est la réelle valeur ajoutée d'un SCAB. Le SCAB, sous la supervision étroite d'un opérateur qualifié, devient un outil précieux pour assurer la gestion et les performances optimales des établissements. Lorsqu'il est correctement intégré, le SCAB réduit le temps d'intervention de maintenance, contrôle les coûts énergétiques et améliore la prise de décisions dans le cadre des projets énergétiques, ce qui garantit la réussite de l'équipe de gestion énergétique.

Gestion des données énergétiques et de GES

- Collecter et consigner un historique sur 24 mois de l'ensemble des coûts et de la consommation des services publics, y compris mais sans s'y limiter, l'électricité, le gaz naturel et le fioul.
- Collecter et rendre compte des émissions directes de tous les GES conformément aux exigences de déclaration énergétique et environnementale de Raytheon Technologies.
- Tenir un registre détaillé des profils de consommation (horaire pour la consommation électrique, journalier pour la consommation de gaz naturel).
- Utiliser les données énergétiques comptabilisées pour attribuer la consommation d'énergie et les coûts à chaque unité opérationnelle ou service, si possible.

Consommation d'électricité et de gaz naturel, coût et émissions de GES



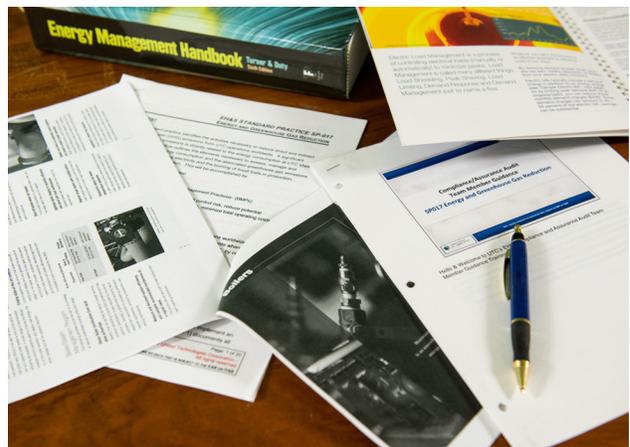
L'économie d'énergie est le meilleur moyen de tenir l'engagement de la société en faveur d'une amélioration de l'environnement en réduisant les émissions de GES.

Audit énergétique

L'équipe chargée de l'énergie est tenue de réaliser des audits, des évaluations, des chasses au trésor, des Gemba Walks et des événements Kaizen axés sur l'énergie. La taille et la portée des événements sont déterminées en fonction de l'ampleur et de la complexité du site. L'équipe doit évaluer toutes les ressources possibles, quelles qu'elles soient, pour créer ces événements, notamment les données de tendance des SCAB, le personnel interne, les sociétés de services énergétiques, les services publics locaux, les programmes gouvernementaux et les consultants rémunérés.

L'équipe doit identifier des opportunités de formation en gestion énergétique pour sensibiliser l'ensemble des employés. Les besoins en formation technique spécifique, notamment en ce qui concerne les SCAB ou les systèmes à air comprimé,

doivent être satisfaits par des spécialistes du secteur au profit des membres de l'équipe.



Sensibilisation par la formation en gestion énergétique.

Définition de mesures minimum requises pour l'équipe chargée de l'énergie sur site

- La direction du site désigne une équipe transfonctionnelle de gestion énergétique du site qui peut inclure, entre autres, des représentants des secteurs de l'ESS, des installations, des finances et de la production.
- Les membres de l'équipe et les employés en charge de l'entretien ou de l'achat d'équipements ou de systèmes qui consomment de l'énergie lisent la version actuelle de ce guide de gestion énergétique.
- Un chef d'équipe est désigné.
- Un plan annuel est approuvé par le partenaire de gestion du site.
- Le taux de réussite du plan précédent est identifié.
- Les projets énergétiques sont saisis et leur état d'avancement est mis à jour.
- Une date provisoire du prochain audit énergétique est fixée.

Analyse des services publics



La gestion des services publics est essentielle pour garantir une source d'énergie continue et fiable sans payer trop cher.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Les services publics fournissent les marchandises nécessaires au fonctionnement quotidien d'installations et d'activités professionnelles partout dans le monde. Des bureaux aux complexes industriels, les services publics sont indispensables pour créer des produits, réaliser des ventes et exécuter des services de réparation et d'installation. La capacité à gérer correctement les services publics dépend de plusieurs facteurs : la régulation des marchés, les tarifs douaniers et les taxes, les infrastructures, la concurrence entre fournisseurs et les conditions d'exploitation, à savoir le nombre d'équipes et le calendrier d'occupation. La gestion des services publics est essentielle pour garantir une source d'énergie continue et fiable sans payer trop cher. Un gestionnaire énergétique efficace doit maîtriser le verbiage de la consommation d'énergie en termes de coûts énergétiques (marchandises et taxes) ou d'unités énergétiques (kWh, therms, MMBtu, etc.). L'électricité, le gaz naturel, la vapeur, l'air comprimé, l'eau et les gaz industriels sont quelques-uns des services publics consommés dans un établissement industriel. Le gestionnaire énergétique doit également connaître les grands utilisateurs d'énergie (GUE) des sites, leur localisation, leurs temps et horaires de fonctionnement, les services publics qu'ils consomment ainsi que la quantité d'énergie qu'ils consomment. Une fois éclairé, le gestionnaire énergétique peut commencer à procéder à des améliorations et à mettre en œuvre des changements qui réduiront les coûts des services publics sans impacter la production.

Comprendre un plan de gestion énergétique

Une importante partie du plan de gestion énergétique consiste à connaître :

- La quantité d'énergie utilisée.
- Le temps et les horaires d'utilisation.
- Le coût de cette utilisation.

Informations fournies par les sociétés de services publics

Les sociétés de services publics peuvent fournir des informations destinées à éclairer leurs clients à propos de :

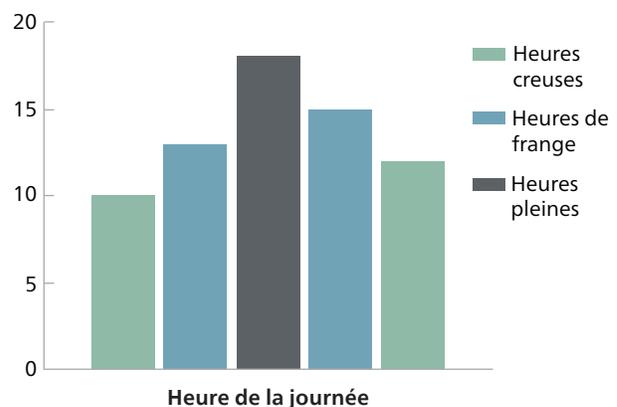
- Les options de structure tarifaire qui définissent le coût de l'énergie.
- Les profils de charge qui expliquent la quantité d'énergie utilisée ainsi que le temps et les horaires d'utilisation.
- Les orientations, remises et fonds d'intéressement associés à l'économie d'énergie.

Analyse des tarifs des services publics

La plupart des sociétés de services d'approvisionnement en gaz naturel et en électricité proposent diverses structures tarifaires qui varient en fonction de l'envergure du client et des profils de charge.

Par exemple, de nombreux fournisseurs d'électricité proposent un ensemble de tarifs applicable aux heures pleines et un autre applicable aux heures creuses. L'adéquation de ces structures tarifaires avec le profil de

consommation spécifique de chaque site doit être réévaluée chaque année. Les sociétés de services publics comparent généralement le coût de service pour différents tarifs en procédant à une simulation informatique. L'objectif principal est de sélectionner le tarif le plus économique adapté au schéma de consommation du site.



Il est à noter que les tarifs évoluent avec le temps et au fil des réglementations gouvernementales et des conditions du marché. Les besoins propres à chaque site évoluent également avec le temps. Il apparaît donc logique de procéder à une analyse annuelle des structures tarifaires.

La quasi-totalité des sociétés de services publics fournissent une analyse tarifaire à leurs clients. Cette analyse compare l'historique d'utilisation d'un site à différents tarifs pour déterminer le tarif le plus économique. Cette analyse doit être réalisée une fois par an ou dans les mois qui suivent un changement d'utilisation, par exemple

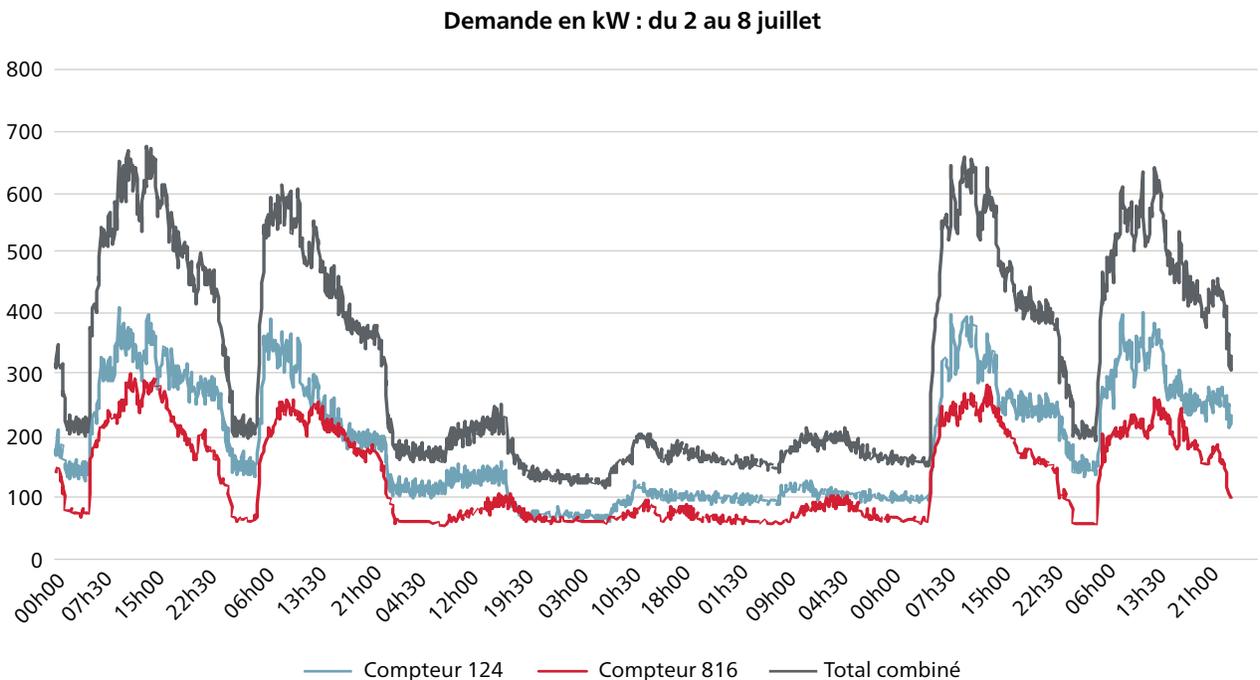
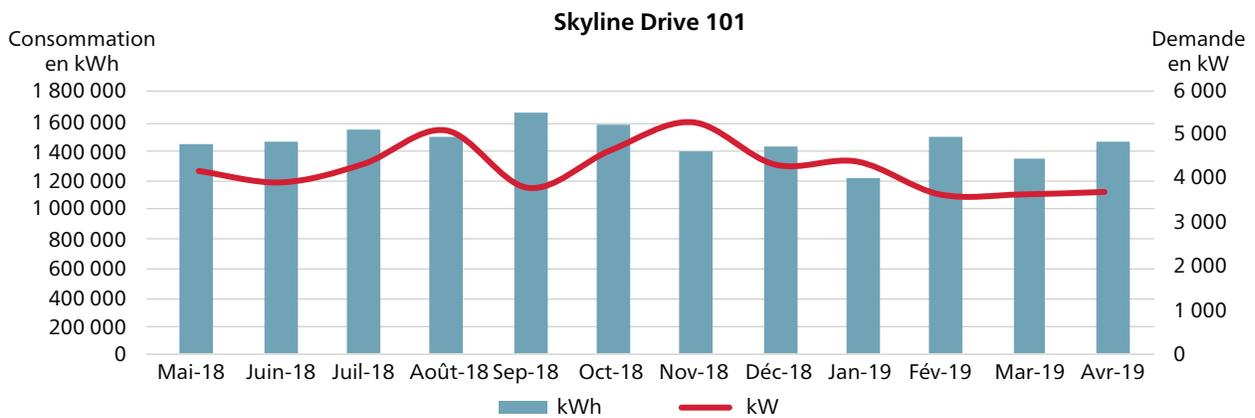
l'ajout ou la suppression d'un roulement d'équipe ou l'ajout d'un équipement volumineux, etc. Si les sociétés de services publics sont tenues de fournir un service sur un site, elles ne sont pas tenues de proposer le tarif le plus économique ; le client doit demander régulièrement une analyse tarifaire.

Analyse des profils de consommation

Les profils de consommation d'énergie doivent être analysés au regard des facteurs de coût. Une analyse des données énergétiques mensuelles

(gaz naturel et électricité) présentera les tendances saisonnières. Une analyse des données d'intervalle électrique par incréments de 15 minutes ou d'une heure illustrera les principaux facteurs.

Les données énergétiques horaires sont généralement disponibles auprès des sociétés de services publics et sont très précieuses pour comprendre les schémas de consommation et les facteurs de coût.



Identification des GUE

L'étape suivante d'un programme de gestion énergétique efficace consiste à identifier les principaux consommateurs d'énergie. Une enquête sur site doit être réalisée et les caractéristiques d'exploitation (telles que le temps d'utilisation et la demande en kW aux heures pleines) des GUE doivent être consignées. Le coût de fonctionnement de chaque équipement doit être calculé ou mesuré puis rapproché de la facture totale d'énergie.

En général, les grands consommateurs d'énergie comprennent les refroidisseurs, les chaudières, les compresseurs d'air, les climatiseurs groupés, les fours, les éclairages et les chauffages.

Gestion des charges

Un pic de 15 minutes de demande en électricité (kW) peut considérablement augmenter votre facture d'électricité sur 12 mois.

La gestion des charges électriques est un processus (manuel ou automatique) de réduction de ces pics au minimum. La gestion des charges porte plusieurs noms : délestage des charges, écrêtage, limitation des charges, modulation

de la consommation et gestion de la demande, pour n'en citer que quelques-uns.

Quel que soit le nom que vous lui donnez, ce processus est une approche efficace pour réduire les coûts de deux façons :

1. Les factures d'électricité comprennent généralement une prime de puissance en plus d'une prime d'énergie. Aussi, en limitant la demande de pointe (kW) de manière continue, vous pouvez réduire ces primes de puissance mensuelles (\$/kW). Les primes de puissance peuvent s'élever à 40 % à 50 % de la facture d'électricité. L'économie envisageable n'est donc pas négligeable.
2. Une gestion des charges efficace implique une approche stratégique qui inclut une analyse des profils de charge, la connaissance des équipements et l'instauration d'une stratégie de contrôle. Une autre activité très importante est la surveillance. Comme dans tout processus d'amélioration continue, il est indispensable de recourir à une surveillance continue ou au comptage divisionnaire pour suivre la progression.

10 exemples de charges électriques

UTILISATION FINALE DE L'ÉLECTRICITÉ	% DU TOTAL	KW	KWH/AN	MT CO2E	COÛT D'EXP./AN	REMARQUES/HYPOTHÈSES
Équipement de traitement	28 %	445	217 865	73	19 727 \$	Caissons thermiques, agitateurs, fours
Système de refroidissement	18 %	286	140 056	47	12 682 \$	CVC d'atelier
Zones d'atelier éclairées	18 %	286	140 056	47	12 682 \$	Plafond
Compresseurs d'air	7 %	111	54 466	18	4 932 \$	Air d'atelier
Moteurs de centrale de traitement de l'air	4 %	64	31 124	10	2 818 \$	CVC d'atelier
Évacuation : tous	4 %	64	31 124	10	2 818 \$	Traitement
Zones éclairées hors atelier	3 %	48	23 343	8	2 114 \$	protection des données
Climatisation DX	2 %	32	15 562	5	1 409 \$	Bureaux
Salle informatique	2 %	32	15 562	5	1 409 \$	Serveur
Éclairage extérieur	1 %	16	7 781	3	705 \$	Parking
Totaux	87 %	1 382	676 936	225	61 294 \$	

Certains services publics disposent de « programmes de modulation de la consommation » qui proposent des financements d'intéressement aux clients qui peuvent réduire leurs charges électriques pendant les pics de consommation.

Contrôle

Une fois que vous possédez une connaissance approfondie des profils de consommation et que vous avez identifié les charges des équipements, vous devez élaborer une stratégie de contrôle pour limiter les pics de consommation et maîtriser les coûts.

Les stratégies de contrôle peuvent se résumer à éteindre un équipement juste avant le début d'un nouveau pic de consommation. De nombreux sites ont recours à une stratégie de contrôle plus complexe qui utilise un SCAB pour surveiller et délester automatiquement les équipements lorsque la demande (kW) atteint un seuil programmé.

Projets courants de gestion des tarifs

Demande d'analyse annuelle des tarifs auprès de la société de services publics

Analysez les conditions générales de chaque structure tarifaire pour vous assurer qu'elles s'appliquent à votre cas.

Vérification de la précision

- Vérifiez les crédits/exonérations de taxes applicables sur les factures d'énergie.
- Analysez les factures d'électricité en comparant les kW facturés aux kW réels pour réaliser des économies.
- Passez en revue les pénalités de correction des facteurs de puissance.
- Vérifiez les crédits pour les interruptions.

Vérification de l'état de tous les comptes de services publics

Les grands sites avec plusieurs compteurs payent parfois des frais d'entretien de compteurs inactifs.

Recherche d'opportunités d'approvisionnement tierce en énergie

Les marchés dérégulés permettent à l'utilisateur final de choisir des fournisseurs d'électricité et de gaz naturel concurrents.

Les règles de commercialisation peuvent varier selon le site et changent souvent

Contrat d'approvisionnement à tarification en temps réel

Cette option permet un flottement ou une variation des prix de l'énergie sur les marchés en temps réel. Cela s'appelle également la tarification sur indice.

Contrat d'approvisionnement à prix fixe

Cette option de contrat à prix fixe assure une certitude budgétaire.

Contrat d'approvisionnement sur indice ou en bloc

Cette option, qui associe tarification fixe et tarification flottante, assure une certitude budgétaire tout en permettant à l'utilisateur final de procéder à des ajustements en fonction des signaux tarifaires en temps réel.

Contrat d'approvisionnement échelonné

Technique selon laquelle les pourcentages d'énergie totale requise sont achetés à différents intervalles de temps, ce qui a pour effet de fixer (verrouiller) le prix de l'énergie pour des quantités spécifiques d'énergie sur des périodes séquentielles.

La sélection du fournisseur est cruciale. Les utilisateurs finaux doivent collaborer avec des fournisseurs qui proposent des options tarifaires adaptées à leur profil de consommation et qui assurent une transparence tarifaire sur le marché. Le profil de consommation propre au site et les conditions du marché local détermineront le produit le mieux adapté à votre site.

Autres projets énergétiques

La puissance renouvelable produite par l'énergie solaire et éolienne est envisagée par de nombreux établissements pour réduire leurs émissions de GES. Une fois que le site a satisfait aux critères des BPG et mis en œuvre toutes les initiatives de réduction énergétique raisonnables, l'installation de technologies renouvelables devient plus viable.

Dans certains cas, les contraintes d'espace ne permettent pas l'installation de dispositifs de

génération d'énergie solaire ou éolienne. Dans ces cas, la cogénération ou la trigénération peut être une option. La cogénération ou la production combinée de chaleur et d'électricité (CEC) est largement définie comme la génération simultanée de puissance électrique et de chaleur. La trigénération correspond à la cogénération avec l'avantage supplémentaire du refroidissement. Par rapport aux systèmes classiques, la CEC augmente considérablement le rendement (jusqu'à 85 %) en utilisant la chaleur produite par les générateurs électriques.

Une application type de CEC inclut certaines des technologies suivantes pour actionner un générateur électrique :

- Turbine à combustion.
- Moteur alternatif.
- Microéolienne.
- Pile à combustible.

La capacité d'utilisation de toute l'énergie thermique pour chauffer ou refroidir est le facteur déterminant du dimensionnement de l'unité. La production de kW par un système de CEC est généralement le facteur déterminant de la sélection de la technologie.

À l'instar de l'énergie solaire et éolienne, les systèmes de CEC doivent être envisagés une fois que le site a satisfait aux critères des BPG et mis en œuvre toutes les initiatives de réduction énergétique raisonnables.

Les systèmes de CEC groupés ou « modulaires » sont disponibles pour les applications commerciales et industrielles légères. Ces petits systèmes, de 20 kW à 650 kW, produisent de l'électricité et de l'eau chaude à partir de la chaleur perdue. En général, les systèmes de cogénération sont conçus pour répondre aux besoins en eau chaude ou en vapeur du site, et non aux besoins en électricité. Les meilleures applications des systèmes de cogénération sont les établissements qui ont toujours besoin d'eau chaude ou de vapeur.

Coût thermique

Indique la quantité de chaleur nécessaire pour générer de l'énergie (Btu/kWh).

Spark spread

Différence entre le coût du gaz naturel et le coût de l'énergie électrique.

Mesures d'intéressement et remises

Analysez l'état actuel des programmes d'économie parrainés par les sociétés de services publics et/ou le gouvernement. Ces programmes peuvent proposer des mesures d'intéressement en retour d'investissements dans des projets d'économie d'énergie. Aux États-Unis, la base de données DSire.org dresse la liste des programmes d'intéressement par état : <https://www.dsireusa.org>.

Consultants en gestion énergétique

Les sites qui ne disposent pas du temps ou de l'expertise nécessaire peuvent choisir de faire appel à un cabinet de gestion énergétique. Le choix du fournisseur dépend de nombreuses variables : connaissance des marchés régionaux et locaux des services publics ; facilité de transfert des données ; aptitude à répondre à la demande de limitation des charges du site, d'autres solutions d'approvisionnement énergétique et d'initiatives de réduction énergétique. Une collaboration avec une seule entreprise de gestion internationale sur plusieurs sites permet d'assurer une supervision maximale sur un temps et à un coût limités.

Mesures minimum requises pour l'analyse des services publics

- Tenir un registre de la consommation d'énergie mensuelle du site.
- Procéder à une analyse annuelle des options de structure tarifaire des services publics auprès des fournisseurs de services publics.
- Rechercher des opportunités d'externalisation de l'approvisionnement en énergie.
- Rechercher des programmes d'économie et des options d'intéressement auprès des représentants de services publics.
- Rechercher une opportunité de mise en place d'une autre source de génération d'énergie.

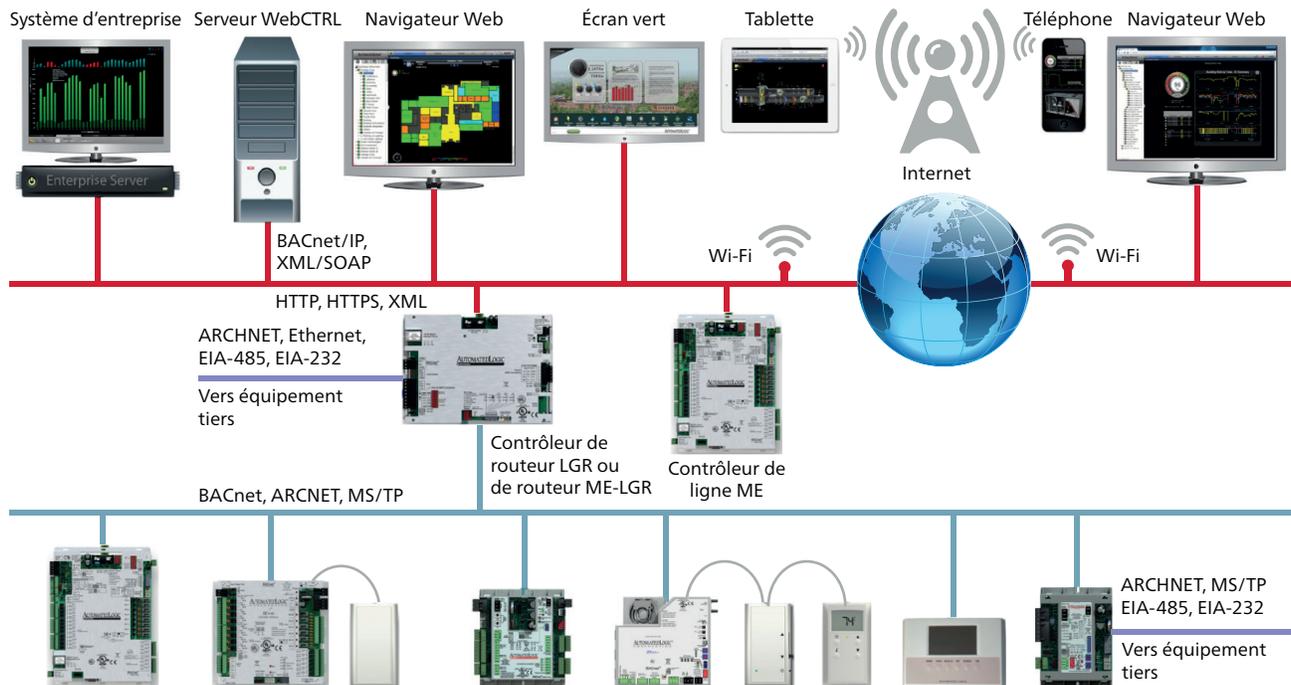
Automatisation des bâtiments



Le SCAB peut être considéré comme le système nerveux central de l'établissement.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Pour gérer un ensemble de systèmes diversifiés, le gestionnaire énergétique doit disposer de certains outils pour exécuter correctement ses fonctions. Le meilleur outil disponible est le SCAB. Le SCAB peut être considéré comme le système nerveux central de l'établissement. Il est la source de données et de réponses éclairées que le gestionnaire énergétique, l'élément humain du système, utilisera pour prendre des décisions professionnelles rationnelles en termes d'approvisionnement en énergie, de réduction énergétique et de recommandations de formation et de sensibilisation.



L'automatisation des bâtiments est souvent associée au contrôle des CVC. Il est vrai qu'un certain nombre d'améliorations ont été intégrées aux SCAB en réponse au besoin de renforcement du contrôle des conditions d'aération intérieure telles que la température, l'humidité et la qualité de l'air (élimination des contaminants). Auparavant, la croyance collective voulait que les SCAB soient uniquement mis en place dans les grands établissements avec plusieurs unités de CVC nécessitant une surveillance constante. L'expérience a montré par la suite que les petits établissements aux ressources limitées pouvaient également tirer profit d'un SCAB pour exécuter de nombreuses tâches, en libérant des ressources pour se concentrer sur d'autres responsabilités. Du point de vue de la numérisation, on constate que le SCAB a la capacité d'être bien plus d'un thermostat glorifié. Les systèmes modernes sont capables d'assurer une surveillance continue des CVC mais également de l'occupation du bâtiment à l'aide de capteurs de CO₂, de l'utilisation des équipements de traitement et de la fourniture de services publics, entre autres.

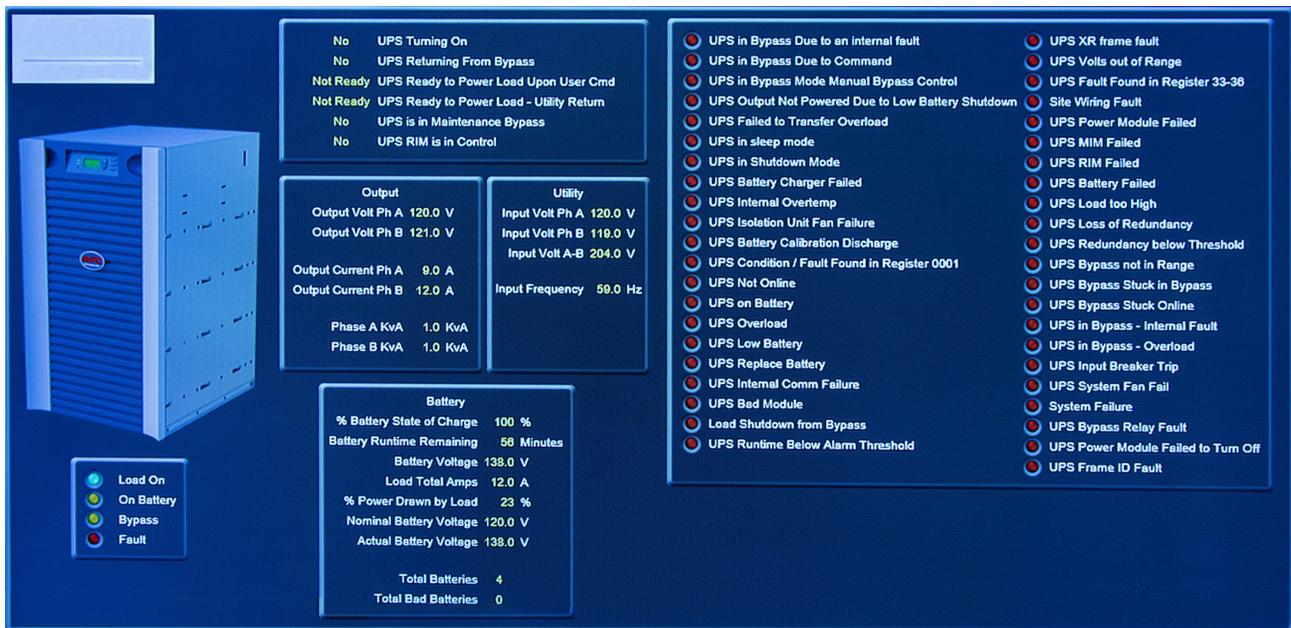
L'automatisation des bâtiments est en constante évolution et peut désormais servir à surveiller toutes les fonctions exécutées simultanément dans un bâtiment et en informer les fournisseurs de services concernés à l'avance ou lors de la survenue d'une panne, ce qui améliore les délais d'intervention.

Pour les novices peu expérimentés en matière d'automatisation des bâtiments, les exigences minimales suivantes ont été établies par le personnel de Raytheon Technologies au fait des besoins opérationnels et de supervision actuels des établissements Raytheon Technologies. Ce recueil d'idées permettra au gestionnaire énergétique de mettre en place un SCAB simple qui lui fournira des informations précieuses sur les opérations de l'établissement.

Exigences de SCAB

Exigences générales :

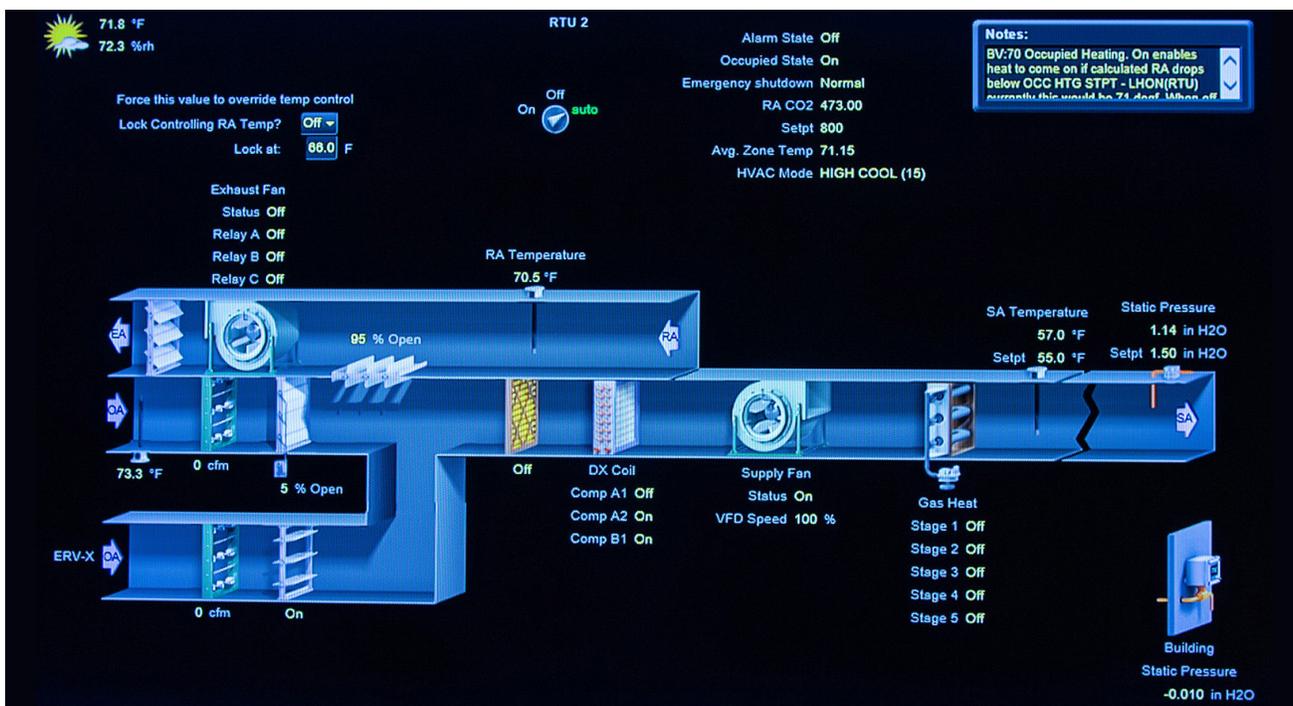
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Protocole ouvert – BACnet, LON, MODbus | <ul style="list-style-type: none"> – Un seul langage principal doit être choisi par l'utilisateur final pour le SCAB. Tous les fournisseurs à venir doivent respecter le langage protocolaire du site. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Intégration d'un automate programmable (AP) | <ul style="list-style-type: none"> – Assure une surveillance continue de l'état de fonctionnement des dispositifs d'entrée et prend des décisions en fonction d'un programme personnalisé pour contrôler l'état des dispositifs de sortie. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tous les dispositifs doivent être capables de communiquer avec le SCAB. | <ul style="list-style-type: none"> – Communiquer le langage protocolaire et le nombre d'exigences aux équipementiers et au fournisseur du SCAB. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Interface graphique | <ul style="list-style-type: none"> – Affichages visuels faciles à comprendre. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Personne ou entreprise dédiée à la surveillance du système de contrôle pour identifier les défauts, évaluer la fonctionnalité des équipements existants et intégrer d'autres entrées de données dans le système | <ul style="list-style-type: none"> – Doit être capable d'analyser des données et de formuler une connaissance du fonctionnement physique de l'établissement. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Surveillance des données des services publics | <ul style="list-style-type: none"> – Surveillance des services publics principaux et secondaires de plus de 1200 V ; canalisation de gaz de 1/2 po ; tout type de conduite d'eau sur branchement de 3/4 po. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Point de comparaison pour tous les nouveaux équipements | <ul style="list-style-type: none"> – Collecte de données opérationnelles lors de la mise en service du système. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Journal des tendances avec carte thermique en fonction de la gravité de l'alerte | <ul style="list-style-type: none"> – Fonction obligatoire de collecte du SCAB et d'analyse des erreurs détectées par le SCAB. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Détection des défauts, diagnostic et alerte | <ul style="list-style-type: none"> – Événements issus de la surveillance continue d'un système d'exploitation par le SCAB. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau de bord avec code couleurs (rouge/jaune/vert) | <ul style="list-style-type: none"> – Indication visuelle du niveau de gravité. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Surveillance continue de la consommation d'énergie du dispositif | <ul style="list-style-type: none"> – Fonctionnalité instantanée de mesure de la consommation du SCAB. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des tendances de consommation d'énergie | <ul style="list-style-type: none"> – Fonctionnalité du SCAB qui permet de représenter la consommation d'énergie sous forme de tableau ou de graphique. |



- Analyse des tendances du fonctionnement des alarmes – Fonctionnalité du SCAB qui permet à l'utilisateur d'isoler et d'examiner les alertes générées par le système.
- État de la maintenance des équipements – Fonctionnalité du SCAB qui permet la surveillance du fonctionnement du système par un utilisateur distant.
- Interverrouillage de tous les équipements auxiliaires avec la machine principale – Procédure d'arrêt automatique de l'équipement secondaire exécutée par le SCAB.
- Liste hiérarchique des destinataires des alarmes facile à utiliser – État des codes d'alarme en fonction de l'urgence.
- Contact automatique du personnel d'assistance compétent – Fonction du SCAB qui, en cas de détection d'un défaut, alerte le personnel compétent.
- Surveillance des dispositifs de stockage des services publics : réservoirs d'eau, systèmes de batterie, SASC, réservoirs de gaz industriels – Fonction de surveillance sur le SCAB qui permet à l'utilisateur de connaître le pourcentage de capacité restant d'un dispositif.

CVC

- Surveillance des valeurs de consigne de température – Permet à l'utilisateur de rectifier, varier et établir les tendances des réglages de température approuvés par le site.
- Commande de marche/arrêt des ventilateurs – Permet à l'utilisateur de rectifier, varier et établir les tendances du fonctionnement du ventilateur de chaque unité.
- Contrôle d'enthalpie – Stratégie de contrôle différentiel par thermomètre humide utilisée pour déterminer l'adéquation de l'air extérieur pour le refroidissement naturel (c'est-à-dire, le refroidissement sans recours au cycle de réfrigération).
- Valeurs de consigne du compresseur - températures d'écoulement – Fonctionnalité du SCAB qui permet la surveillance du cycle de réfrigération par un utilisateur distant.
- Contrôle/capteur d'occupation – Dispositif d'entrée utilisé pour activer le système de CVC en fonction des mouvements des occupants ou de l'expiration de CO₂.
- Ventilation de contrôle de la consommation – Fonctionnalité du SCAB qui détermine les exigences d'espace, de chauffage, de refroidissement ou de ventilation en fonction de l'expiration de CO₂ des occupants comparée aux conditions ambiantes.
- Détection des défauts – Fonctionnalité du SCAB qui permet la surveillance du système de CVC par un utilisateur distant.
- Attention aux protocoles sans fil – Fonctionnalité de communication disponible sur de nombreux produits d'équipementiers. Les dispositifs filaires sont plus fiables



Éclairage

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • État de marche/arrêt | <ul style="list-style-type: none"> – Permet à l'utilisateur de savoir si un éclairage ou un système d'éclairage est actif ou inactif. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sortie d'éclairage – fonctionnalités d'assombrissement | <ul style="list-style-type: none"> – Permet à l'utilisateur de rectifier, varier et établir les tendances des réglages d'éclairage approuvés par le site. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Capteurs d'occupation | <ul style="list-style-type: none"> – Dispositif d'entrée utilisé pour activer l'éclairage en fonction des mouvements des occupants. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Détection de la lumière du jour | <ul style="list-style-type: none"> – Dispositif d'entrée utilisé pour contrôler le système d'éclairage en fonction de la quantité de lumière disponible dans l'espace. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Changement de couleur | <ul style="list-style-type: none"> – Capacité d'un système de contrôle à changer le spectre de couleurs d'un système d'éclairage en fonction de l'heure de la journée. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Surveillance centrale | <ul style="list-style-type: none"> – Permet à l'utilisateur de visualiser le fonctionnement du système d'éclairage d'un établissement depuis un seul emplacement. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle centralisé avec forçage local | <ul style="list-style-type: none"> – Permet à l'utilisateur de changer les valeurs de consigne d'éclairage depuis un seul emplacement. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de l'activité d'éclairage | <ul style="list-style-type: none"> – Permet à l'utilisateur de surveiller un système d'éclairage depuis un seul emplacement. |



Air comprimé

- Stratégie de séquençage des compresseurs pour contrôle en fonction de la consommation – Programme opérationnel qui active ou désactive des compresseurs d'air supplémentaires en fonction du pourcentage de fonctionnement à pleine charge du compresseur principal.
- État de marche/arrêt/charge partielle – Permet à l'utilisateur de savoir si un système à air comprimé est actif, inactif ou fonctionne à capacité réduite.
- Surveillance de pression – Permet à l'utilisateur de connaître les conditions de fonctionnement en PSI ou BAR du système à air comprimé.
- Surveillance des VDF – Permet à l'utilisateur de connaître la vitesse de fonctionnement d'un compresseur équipé de VDF.
- État de fonctionnement – Permet à l'utilisateur de savoir si le compresseur d'air est actif, inactif ou fonctionne à capacité réduite.
- Surveillance des vibrations – Fonction d'alerte qui surveille le mouvement inversé d'un compresseur.
- Filtre d'entrée avec flux d'air à l'entrée d'air ambiant dans le compresseur – Capteur utilisé pour surveiller la proportion de flux d'air entrant dans le compresseur.
- Capteur de courant sur la ligne du compresseur – pour état au démarrage – Fonction de compteur électrique pour surveiller le fonctionnement du compresseur.
- Intégration de l'état des filtres, des déshydrateurs et du propulseur dans le compresseur d'air principal – Données de capteur qui permettent à l'utilisateur de surveiller la durée de vie restante ou l'état opérationnel des filtres et des équipements auxiliaires.
- Algorithme de contrôle du point de condensation pour le déshydrateur – Méthode de contrôle du déshydrateur d'air du système pour réduire la capacité en fonction de l'humidité de l'air sortant.

Équipement de traitement

- Fours/fourneaux
 - Surveillance du fonctionnement du système en conditions de charge de base.
 - Fonctionnalités de refroidissement et réinitialisation des températures
 - État de marche/arrêt/inactif.
 - Surveillance des conditions de fonctionnement de tous les équipements auxiliaires utilisant de l'énergie.
 - Surveillance de toutes les arrivées de services publics et de gaz industriels dans la machine
 - Températures de gaz d'échappement.

- Réservoirs
 - Surveillance du fonctionnement du système en conditions de charge de base.
 - État de marche/arrêt/inactif.
 - Surveillance et alarme de niveau.
 - Connectivité à immersion pour détecter les fuites.
 - Flux d'air d'agitation.
 - Intensité de courant des équipements de mixage.
 - Caches des réservoirs fermés/ouverts en cas de chauffage.
 - État de remplissage automatique.
 - Surveillance de l'acheminement de tous les services publics vers la machine.
- Autoclaves
 - État de marche/arrêt/inactif.
 - État ouvert/fermé des solénoïdes opérationnels
 - Temps d'exécution.
 - Interverrouillages.
 - Surveillance du fonctionnement du système en conditions de charge de base.
 - Surveillance des conditions de fonctionnement de tous les équipements auxiliaires utilisant de l'énergie, interverrouillage pour arrêter les équipements auxiliaires si besoin.
 - Surveillance de l'acheminement de tous les services publics vers la machine.
- Chambres d'essai
 - État de marche/arrêt/inactif.
 - Débit en ampères.
 - État de chauffage/refroidissement.
 - Avant de commander des équipements, se procurer les informations relatives à l'AP et ajuster si nécessaire.
 - Surveillance de l'acheminement de tous les services publics vers la machine, y compris les flux d'air comprimé et de gaz industriels.
 - Surveillance du fonctionnement du système en conditions de charge de base.
- Usinage
 - État de marche/arrêt/inactif.
 - Débit en ampères.
 - État de chauffage/refroidissement.
 - Avant de commander des équipements, se procurer les informations relatives à l'AP et ajuster si nécessaire.
 - Surveillance de l'acheminement de tous les services publics vers la machine, y compris l'air comprimé.

Autres considérations de SCAB

- Sécurité
 - L'accès par carte surveille les entrées et sorties des personnes dans le bâtiment.
 - Surveillance des zones à accès restreint à l'aide de l'état d'éclairage du SCAB, de l'état des CVC et des caméras de sécurité.
 - Le SCAB reçoit les informations transmises par le système de sécurité mais ne le contrôle pas.

- Panneaux de protection incendie
 - Les détecteurs de fumée ou les avertisseurs d'incendie manuels ferment les vannes de gaz/centrales de traitement d'air/arrivées d'air comprimé des équipements.
 - Séquençage de contrôles d'urgence : activation préprogrammée des composants de CVC qui contribuent à atténuer la propagation des incendies, fumées et émanations.
 - Le SCAB reçoit les informations transmises par le système d'alerte incendie mais ne le contrôle pas.

- Générateurs sur site
 - État de marche/arrêt.
 - Fonctionnement en mode automatique ou manuel.
 - Surveillance de la température des générateurs.
 - Niveau de fioul.
 - Niveau de gasoil.
 - Alarmes transmises au SCAB.

- SASC – centre de données
 - Surveillance de l'activité du SASC.
 - Activation ou alarmes de conditions indésirables.
 - Batterie faible.
 - Confirmation du transfert de charge vers le SASC.



- Stations de chargement
 - Données sur l'utilisation.
 - Surveillance de l'état du courant et de la tension.
- Charge des prises
 - Charge des bureaux sans fil et des prises transmise à un routeur pour autoriser l'arrêt des éléments non essentiels.
 - Contrôle de prise multiple.
 - Surveillance de l'état des copieurs.
- Autres remarques
 - Les fonctionnalités de compte-rendu des SGB doivent être configurables.
 - Environnement des salles de conférence contrôlé par le SCAB en fonction des données d'occupation issues de la planification électronique des salles.
 - Bureaux individuels contrôlés en fonction des données des lecteurs de badge.
 - Collecte de données télématiques du parc pour surveiller et rendre compte de l'utilisation des véhicules.

Raytheon Technologies entretient divers types et tailles de bâtiment pour les adapter à la fabrication de ses différents produits. Un contrôle précis et une maintenance préventive peuvent mobiliser considérablement les ressources de l'établissement. Un SCAB permet de centraliser la collecte des données, la surveillance et les diagnostics de dépannage des CVC, de l'éclairage, des processus et de la sécurité. Lorsqu'il est correctement mis en œuvre, le SCAB joue un rôle fondamental dans le maintien du bon état de santé des employés et du fonctionnement des bâtiments.

Mesures minimum requises pour l'automatisation des bâtiments

- Installation d'un système frontal capable de visualiser les données relatives aux services publics ainsi que l'activité de consommation d'énergie de tous les GUE, notamment les CVC, l'éclairage et l'air comprimé.
- Développement et maintien de la consommation d'énergie de référence de tous les GUE.
- Utilisation du SCAB comme compteur divisionnaire (en l'absence de compteurs divisionnaires) pour suivre la consommation d'énergie.
- Mise en place de tendances des alarmes, collecte de données d'intervalle et maintien des conditions de température et d'éclairage du site.
- Utilisation du SCAB pour désactiver l'éclairage, les CVC et l'équipement de traitement auxiliaire lorsque l'équipement principal ou la zone fonctionnelle est inactif/ve ou à l'arrêt.

CVC



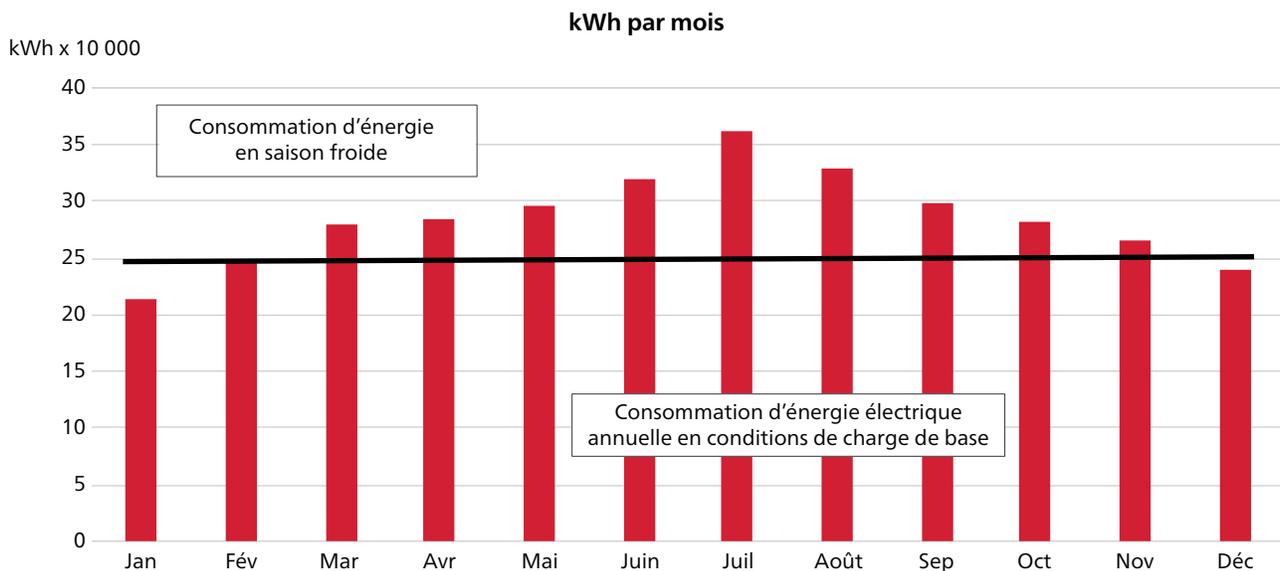
L'un des éléments qui consomme le plus d'énergie dans l'établissement est souvent le système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC).

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Avec un système de contrôle par SCAB approprié, le gestionnaire énergétique est désormais en mesure de rassembler des données, de modifier les valeurs de consigne, de surveiller l'utilisation et de faciliter la maintenance des systèmes avant la survenue d'une panne conséquente. La technologie actuelle permet d'exécuter ces fonctions à distance ou localement.

L'un des éléments qui consomment le plus d'énergie dans l'établissement est souvent le système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC). Les systèmes de CVC sont des GUE sur les sites localisés dans des régions chaudes pour respecter les valeurs de consignes de température, d'humidité et de pressurisation. Le chauffage et la climatisation peuvent consommer seulement 20 % de l'énergie totale dans certains endroits, et près de 70 % dans les régions aux conditions climatiques extrêmes. Ce niveau de consommation d'énergie implique qu'il est important que le gestionnaire énergétique connaisse bien les fondamentaux et les composants des systèmes de CVC.

Chaque bâtiment est équipé d'au moins un refroidisseur, une chaudière, une tour de refroidissement, une pompe de circulation, un équipement de chauffage/refroidissement groupé ou une unité de gestion de l'air. Ces systèmes sont essentiels pour fournir les niveaux de confort adéquats pour les occupants du bâtiment et les conditions de température/humidité appropriées pour les opérations de fabrication. Dans de nombreux cas, le profil de consommation d'énergie mensuelle d'un site peut fournir des informations sur la quantité d'énergie utilisée par les systèmes de chauffage et de refroidissement. La surveillance des tendances de consommation d'énergie peut également identifier le manque d'efficacité des systèmes.



Refroidisseurs

Tranche de tonnage : jusqu'à 6 000 tonnes.

Plage de rendement : jusqu'à 0,3 kW/tonne.

Durée de vie anticipée : 15 à 23 ans.

Les faits importants

- Tenue d'un journal d'utilisation et de registres de maintenance appropriés.
- Programmation régulière d'inspections de fonctionnement.
- Inspections et nettoyage annuels.



Les priorités

- Maintenir les tubes (refroidisseurs à eau) et les bobines (refroidisseurs à air) propres.
- S'assurer que les charges de fluide frigorigène sont optimisées (pas excessives ni insuffisantes).
- Réaliser des inspections et un étalonnage réguliers des commandes des refroidisseurs.

Des refroidisseurs bien entretenus peuvent consommer jusqu'à 20 à 25 % d'énergie en moins pour produire le même niveau de refroidissement.

Remarque : l'épaisseur des parois des anciennes conduites d'eau et leur engorgement doivent faire l'objet d'une évaluation.

Tours de refroidissement

Les faits importants

- Tenue d'un journal d'utilisation et de registres de maintenance appropriés.
- Programmation régulière d'inspections de fonctionnement.
- Traitement de l'eau.

Les priorités

- Maintenir la tour propre pour maximiser la capacité de transfert de chaleur.
- S'assurer que les courroies de transmission des moteurs sont correctement ajustées.
- Maintenir les pales des ventilateurs propres et équilibrées pour un fonctionnement approprié.
- Assurer le fonctionnement approprié du ventilateur de la tour et des contrôles du niveau d'eau.
- Assurer un traitement de l'eau approprié pour réduire la prolifération biologique et maintenir la concentration d'éléments solides en suspension dans les limites acceptables.
- S'assurer que les buses de pulvérisation ne sont pas obstruées.
- Utiliser des variateurs de fréquence (VF) sur les pompes, ventilateurs et tours de grande envergure.
- L'eau d'appoint soumise à un comptage divisionnaire peut être déduite de la redevance de rejet des eaux usées dans les égouts.





Équipement groupé

Tranche de tonnage : jusqu'à 150 tonnes.

Plage de rendement : jusqu'à 25 TRES/18 TRE.

Durée de vie anticipée : 15 à 20 ans.

Les faits importants

- Programmation régulière d'inspections à chaque démarrage saisonnier (refroidissement et chauffage).

Les priorités

- Maintenir les bobines du condensateur et de l'évaporateur propres pour assurer un transfert de chaleur maximal.
- Vérifier que la charge de fluide frigorigène est appropriée.
- Remplacer les filtres pour maintenir un flux d'air approprié.
- Maintenir les courroies de transmission en bon état et correctement alignées.
- Nettoyer, lubrifier et ajuster les amortisseurs pour assurer leur bon fonctionnement.
- Réparer les fuites d'air dans le réseau de gaines pour prévenir la pénétration d'air dans des zones non climatisées.

Systèmes sans conduit

Tranche de tonnage : jusqu'à 5 tonnes.

Plage de rendement : + de 23 TRES.

Durée de vie anticipée : 10 à 15 ans.

Les faits importants

- Programmation régulière d'inspections de fonctionnement.
- Maintenir les bobines de chauffage et de refroidissement propres pour assurer un transfert de chaleur maximal.
- Nettoyer les échangeurs thermiques intérieurs et extérieurs.
- Vérifier l'espace autour des condenseurs pour assurer un flux d'air approprié.
- Vérifier occasionnellement que les conduits d'évacuation d'eau de condensation ne sont pas obstrués.
- Nettoyer régulièrement les filtres des évaporateurs intérieurs.



Systèmes à deux blocs

Tranche de tonnage : jusqu'à 180 tonnes.

Plage de rendement : jusqu'à 18 TRES.

Durée de vie anticipée : 10 à 15 ans.

Les faits importants

- Programmation régulière d'inspections de fonctionnement.

Les priorités

- Maintenir les bobines du condensateur et de l'évaporateur propres pour assurer un transfert de chaleur maximal.
- Vérifier que la charge de fluide frigorigène est appropriée.
- Remplacer les filtres au moins quatre fois par an pour maintenir un flux d'air approprié.
- Maintenir les courroies de transmission en bon état et correctement alignées.
- Nettoyer, lubrifier et ajuster les amortisseurs pour assurer leur bon fonctionnement.
- Réparer les fuites d'air dans le réseau de gaines pour prévenir la pénétration d'air dans des zones non climatisées.

Équipement de gestion d'air

Tranche de tonnage : jusqu'à + de 300 000 pi³/min.

Durée de vie anticipée : 10 à 25 ans.

Les faits importants

- Programmation régulière d'inspections et d'interventions de maintenance.

Les priorités

- Maintenir les bobines de chauffage et de refroidissement propres pour assurer un transfert de chaleur maximal.
- Vérifier les bobines à la recherche de fuites.
- Remplacer les filtres souvent pour réduire la pression statique et maintenir un flux d'air approprié.
- Maintenir les courroies de transmission en bon état et correctement alignées.
- Éliminer les saletés et débris éventuellement présents dans le plénum d'entrée
- Inspecter le ventilateur ; le lubrifier et le nettoyer si nécessaire.
- Vérifier le fonctionnement approprié des amortisseurs et des vannes.
- Vérifier que les conduites correspondantes sont bien étanches et isolées.

Considérations de rendement énergétique des CVC

- Consigner les composants du système (taille, emplacement, date d'installation, capacité, zones desservies, conditions de programmation de fonctionnement en termes de temps et de température).
- Tenir une liste séparée des équipements de refroidissement utilisés dans le cadre d'applications de refroidissement de traitement.
- Dresser un plan de remplacement des équipements de CVC en fonction de leur durée de vie utile et du coût de la maintenance.
- Dans les systèmes à débit de réfrigérant variable (DRV), plusieurs appareils intérieurs peuvent être connectés à un seul condenseur extérieur et contrôlés indépendamment en variant le débit de réfrigérant. Il est ainsi possible d'assurer un contrôle efficace de la température d'une zone donnée en la refroidissant et en la chauffant à l'aide d'un système de récupération de chaleur.
- Les variateurs de vitesse ou les variateurs de fréquence (VF) modulent la vitesse des moteurs lorsque les conditions le permettent. Les moteurs de pompe et de ventilateur supérieurs à 5 CV font souvent de bons VF.
- Dans le cadre d'un refroidissement naturel, chaque fois que les conditions de température de l'air extérieur le permettent, utiliser l'eau des tours de refroidissement pour assurer un refroidissement naturel et répondre ainsi aux besoins de refroidissement et de climatisation de traitement. Cette stratégie fonctionne mieux dans les zones climatiques froides, où les établissements jouissent de longues heures de fonctionnement. La réduction du temps d'exécution sur les systèmes de refroidissement mécaniques (refroidisseurs) permet d'économiser de l'énergie et des coûts de maintenance.
- Utiliser des stores et des volets pour contrôler la lumière solaire directe qui passe par les fenêtres, en été comme en hiver, pour empêcher ou favoriser l'accumulation de chaleur.
- Contrôler les ventilateurs des tours de refroidissement à l'aide de commandes à vitesse variable ou de variateurs de vitesse.
- Remplacer les systèmes de gestion d'air à volume constant par des systèmes à volume d'air variable (VAV).
- Établir un calendrier d'occupation et éteindre tous les équipements pendant les heures sans occupation.
- S'assurer que les occupants du bâtiment n'utilisent pas d'appareils de chauffage ou de refroidissement de l'espace électriques branchés sur des prises.
- Installer des amortisseurs de tirage sur les ventilateurs qui évacuent l'air vers l'extérieur pour éliminer les infiltrations pendant l'arrêt des ventilateurs.
- La mise en place et la communication de valeurs de consigne de température est une bonne pratique. En général, les valeurs de consigne de température dans les plages suivantes de zone de confort seront satisfaisantes dans la plupart des environnements de travail.

	OCCUPÉ	NON OCCUPÉ
Refroidissement	75-77 °F (25 °C)	84-86 °F (29 °C)
Chauffage	68-70 °F (20 °C)	60-62 °F (15 °C)

En raison des différentes méthodes de maintien des conditions ambiantes, le gestionnaire énergétique doit consulter les ingénieurs et techniciens CVC pour connaître les dernières données de performance et fonctionnalités des équipements. Dans tous les cas, les équipements de CVC doivent communiquer avec le SCAB pour assurer un contrôle optimal et une collecte des données opérationnelles appropriée.

CVC – Mesures minimum requises pour les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation

- Consignation des capacités, de la consommation d'énergie et des coûts des appareils.
- Évaluation des appareils pour un dimensionnement approprié dans les zones desservies.
- Mise en place d'un système d'automatisation pour minimiser le temps d'exécution (voir BPG n° 3 SCAB).
- Tenue d'un journal actif des interventions de maintenance réalisées.
- Consignation d'un plan d'optimisation, de modernisation ou de mise à niveau des CVC.

Chaudières



La maximisation du rendement des chaudières est une composante essentielle de tout programme de gestion énergétique.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Étroitement associés et utilisant souvent le même système de distribution de l'air, les chaudières et les fours à chauffage direct sont utilisés partout au sein de Raytheon Technologies dans le cadre d'applications de gestion de l'espace et de chauffage de traitement. Le rendement général d'une chaudière est un simple ratio de la chaleur, la vapeur ou l'eau chaude produite divisé par l'énergie entrante (principalement du fioul). Cependant, il existe quelques composantes différentes du rendement général qui nécessitent une maintenance et un contrôle appropriés pour assurer un rendement maximal.

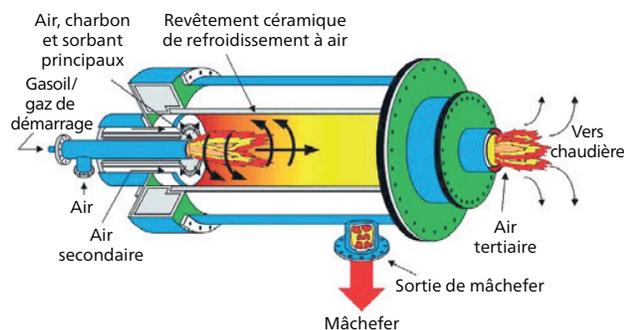
Il est courant qu'une chaudière, un fourneau ou un four consomme chaque année beaucoup plus que son coût d'investissement initial en termes de consommation d'énergie. Par exemple, une chaudière qui coûte 100 000 \$ à installer peut facilement consommer 700 000 \$ de fioul chaque année. Il est donc essentiel de surveiller les utilisations des chaudières pour maintenir un rendement maximal. Lors de l'évaluation du rendement d'une chaudière, veillez à vérifier que les chiffres publiés font référence au rendement de combustion, au rendement thermique ou au rendement général de la chaudière pour le carburant choisi (gaz naturel ou fioul).

Rendement de combustion

Le rendement de combustion indique comment le brûleur consomme du carburant sans produire de carburant non brûlé dans le conduit d'échappement ou utiliser trop d'air pendant la combustion. Les exigences de combustion varient en fonction des types de carburant et conditions de charge de la chaudière. Le rendement de combustion doit être surveillé pour garantir un rendement maximal.

Rendement thermique

Le rendement thermique mesure l'efficacité de l'échangeur thermique d'une chaudière. Il ne tient pas compte de la perte de chaleur dans la calandre de la chaudière ou d'autres composants et il ne fournit pas une bonne indication de la consommation de carburant par la chaudière.



Les contrôles du brûleur permettent de maintenir le rendement de la chaudière. Ce schéma illustre les zones (indiquées en vert) d'un système de génération de vapeur type qui permet de réaliser des économies d'énergie.

Rendement général des chaudières

Le rendement des chaudières doit tenir compte du rendement de combustion, du rendement thermique et toutes les autres pertes de convection et de radiation du système. Il est généralement calculé suivant le rapport entre l'énergie produite et l'énergie consommée, ce qui donne un ratio total de rendement entre le carburant et la vapeur. Ce ratio peut être facilement maintenu et surveillé par le SCAB.

La température des gaz d'échappement peut être un bon indicateur du rendement général des chaudières. Une faible température de gaz d'échappement indique un bon transfert de chaleur dans la chaudière et un meilleur rendement du carburant à la vapeur. Il en est de même pour les fours à chauffage direct et les fours qui ne produisent pas de vapeur ni d'eau chaude. Le processus est le même : le rendement de combustion doit être maintenu à son maximum et la température de gaz d'échappement doit être surveillée pour indiquer le rendement général du système.

Idéalement, un établissement doit utiliser les chaudières les plus rentables possible. Si la plupart des chaudières sont conçues pour un type spécifique de carburant, elles peuvent néanmoins être configurées pour un fonctionnement avec deux carburants. Il s'agit là d'une donnée importante car les coûts des carburants sont variables. Des mesures doivent également être prises pour maintenir et utiliser les systèmes et composants des chaudières de la manière la plus rentable possible. Une large gamme de systèmes de contrôle localisés sophistiqués existe pour améliorer la rentabilité du fonctionnement des chaudières et déployer l'énergie thermique uniquement lorsque c'est nécessaire et à la capacité requise.

Programme de gestion des chaudières/générateurs de vapeur

Les activités suivantes doivent faire partie de la stratégie adoptée pour réduire les coûts et l'utilisation de l'énergie produite par les chaudières/générateurs de vapeur.

Obtention d'une certification des chaudières auprès des autorités locales

Les chaudières doivent être certifiées en bon état de marche conformément aux directives et réglementations d'état locales. Cette certification est également requise par les compagnies d'assurance. En général, l'autorité gouvernementale comporte un service en charge du traitement des demandes de certifications, de la réalisation des inspections et de la délivrance des certifications.

Mesure et consignation du rendement des systèmes, et exécution régulière de la maintenance recommandée

Cette activité doit faire partie de chaque procédure d'exploitation standard de l'établissement.



Un positionnement parallèle des commandes des chaudières peut permettre d'économiser 5 à 7 % de la consommation de carburant.

Définition des besoins en chauffage actuels et futurs des chaudières de votre établissement

Les besoins en chauffage correspondent à une combinaison de conditions de chauffage spatial et de traitement industriel. Il est peu probable que les conditions de gestion de l'espace dans votre établissement changent beaucoup au fil des ans. Cependant, à mesure que la technologie évolue et que les processus changent, il en sera de même pour les exigences d'énergie thermique applicables à ces processus. Des estimations bien pensées peuvent contribuer à déterminer le nombre, le type et la capacité des chaudières requises à l'avenir.

Utilisation de contrôles de pointe

Les systèmes de contrôle permettent de garantir que les chaudières fonctionnent avec efficacité et fiabilité et génèrent uniquement la quantité de vapeur et d'eau chaude nécessaire pendant une période et un processus donnés. Des contrôles localisés doivent être opérés pour les utilisations quotidiennes des chaudières, les journaux de tendances de consommation d'énergie ; et la rentabilité des chaudières doit être communiquée à et surveillée par le SCAB.

Normes de rendement des chaudières

ÉQUIPEMENT	PLAGE DE CONSOMMATION THERMIQUE	RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE
À gaz	À gaz 300 000 Btu/h ou plus	80 % de rendement de combustion minimum
Au gasoil	Au gasoil 300 000 Btu/h ou plus	83 % de rendement de combustion minimum

Les contrôles de réglage de l'eau chaude peuvent permettre d'économiser 14 % des coûts de chauffage.

Projets courants de rendement énergétique des chaudières

Les pratiques suivantes peuvent contribuer à maximiser le rendement des chaudières, à minimiser les pertes de chaleur/d'énergie et à réduire la consommation d'énergie et les coûts associés aux chaudières.

Inventaire du système de chaudière

Consigner tous les équipements et leurs conditions de fonctionnement.

Exploitation des coûts énergétiques variables

Les marchés de l'énergie sont volatils et les coûts évoluent en permanence. Se tenir toujours informé(e) des sources d'énergie les plus rentables et être prêt(e) à exploiter les éventuelles économies de coût en opérant des remplacements.

Mise hors tension des chaudières lorsqu'elles ne sont pas nécessaires

Il est coûteux de générer de la vapeur, de la chaleur et de l'eau chaude lorsqu'elles ne sont pas nécessaires.

Optimisation du séquençage des chaudières pour maximiser les inefficacités du chargement partiel

Utiliser des chaudières dont les capacités correspondent à la charge requise.

Remplacement des grandes chaudières par plusieurs chaudières

Utiliser plusieurs chaudières pour fournir une charge commune et les séquencer pour répondre aux exigences de charge.

Réglage saisonnier des valeurs de consigne de température de l'eau chaude

Dans les régions où les conditions météorologiques et les températures changent considérablement d'une saison à l'autre, il existe des opportunités d'économie résultant de l'ajustement des valeurs de consigne des températures en fonction des températures extérieures.

Inspection et vérification de tous les systèmes de contrôle automatique et des vannes pour garantir un fonctionnement approprié

Lorsqu'ils fonctionnent correctement, les systèmes



de contrôle améliorent considérablement le rendement des chaudières. Par conséquent, il est impératif de s'assurer que ces contrôles, tels que les contrôles de température et les vannes, fonctionnent correctement.

Mise en œuvre d'un programme de purge de la vapeur

Les purges de vapeur impliquent une intervention de maintenance pour garantir un fonctionnement efficace. Les purges de vapeur sont importantes pour le fonctionnement approprié d'un système à vapeur. Les purges de vapeur évacuent l'accumulation de condensation, d'air et d'autres gaz non combustibles sans laisser la précieuse vapeur s'échapper.

Les microéoliennes utilisent l'excès de vapeur pour générer de l'énergie.

Contrôle du débit des ventilateurs de tirage et des ventilateurs de soufflage en installant des variateurs de vitesse

Les ventilateurs permettent la circulation de l'air de combustion et des gaz d'échappement dans le système. Le déploiement de ventilateurs variables permet d'ajuster le débit de façon à répondre aux exigences de charge fluctuantes.

Maximisation du retour de tous les condensats vers la chaudière

Une méthode efficace d'amélioration du rendement énergétique des chaudières à vapeur consiste à augmenter le retour des condensats vers la chaudière.

Inspection régulière des conduits d'évacuation des condensats à la recherche de panaches de fumée excessifs

L'excès de condensat peut diminuer le transfert de chaleur. Il est important de concevoir les conduits de purge et d'évacuation de manière à ce qu'ils s'ouvrent pour vidanger le condensat et se ferment pour retenir la vapeur.

Récupération de chaleur envisagée pour préchauffer l'eau d'appoint de la chaudière

Pour maximiser le rendement et économiser de l'énergie, utiliser la chaleur récupérée de la chaudière pour préchauffer l'eau d'appoint.



Mesure, consignation et archivage réguliers du rendement et du fonctionnement des chaudières et utilisation de ces informations pour améliorer le rendement des systèmes

C'est seulement en prenant des mesures fréquentes et régulières et en en consignait les résultats qu'il est possible d'évaluer avec précision la performance des chaudières dans le temps et de détecter d'éventuelles inefficacités. Une tactique de surveillance utile consiste à installer des débitmètres de vapeur pour suivre les besoins en chauffage.

Dans le cadre de procédures d'inspection et de maintenance régulières, vérification, test et étalonnage des appareils de mesure de la pression, de la température et du débit

Veiller à tenir des journaux de toutes les données issues de ces dispositifs et instruments et les analyser régulièrement pour identifier les tendances d'inefficacité.

Contrôle et minimisation de la purge des chaudières grâce à une gestion appropriée de l'eau. Installation d'un système central de purge automatique

Des éléments solides peuvent s'accumuler dans une chaudière et former une vase qui freine le transfert de chaleur. Ces éléments solides peuvent

également endommager les tuyaux, les conduits de purge de vapeur et l'équipement de traitement. Ces impuretés doivent être éliminées en refoulant de l'eau hors de la chaudière vers un conduit d'évacuation. Cette opération doit être effectuée de manière précisément contrôlée pour éviter tout gaspillage d'eau et de chaleur ; d'où la nécessité d'un système de purge automatique fonctionnel.

Inspection de l'ensemble du système à la recherche de fuites, de vannes défectueuses, de brides défectueuses, de tuyaux corrodés et de composants usés tels que les joints d'échanchéité ou le conditionnement de la pompe

Les fuites, traces de corrosion et autres défauts dans un système de chaudière/chauffage gaspillent de la chaleur et de l'énergie. Un programme d'inspection régulière s'impose pour identifier ces lacunes et les corriger afin de prévenir d'autres pertes et inefficacités.

Isolation de toutes les conduites de vapeur et de condensat ainsi que des vannes nues

Inspecter régulièrement l'isolation du système et procéder aux réparations nécessaires. Une isolation appropriée empêche la perte de chaleur, de vapeur et d'énergie.

Mesures minimum requises pour les chaudières

- Tenue à jour des documents de certification des chaudières.
- Isolation de toutes les canalisations et vannes de distribution et de retour exposées.
- Minimisation de la purge des chaudières et récupération de la chaleur si possible.
- Consignation des paramètres de fonctionnement (exigences précitées).
- Mise en place d'un programme de maintenance.
- Surveillance du rendement.

Éclairage



Chaque système d'éclairage a pour objectif de produire la bonne quantité de lumière, là où il faut et au bon moment.

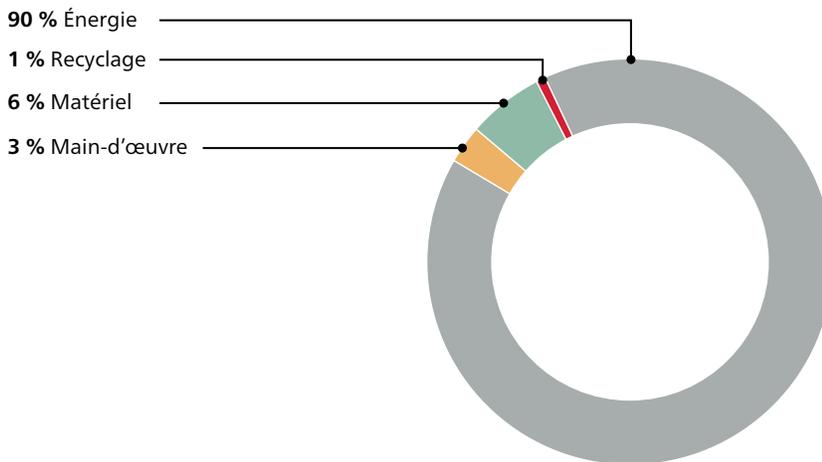
LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

À l'instar des CVC, l'éclairage est un GUE au sein d'un bâtiment. L'éclairage consomme entre 10 et 30 % de l'énergie utilisée. Par conséquent, il est crucial de réduire l'énergie consommée par l'éclairage pour appliquer un programme de gestion énergétique efficace.

Lorsque l'éclairage est relié au SCAB, sa consommation d'électricité peut être considérablement réduite. Le SCAB permet de contrôler les systèmes d'éclairage de plusieurs façons. En premier lieu, il peut être utilisé comme un dispositif de minuterie pour activer ou désactiver l'éclairage d'une zone. Ensuite, le SCAB peut utiliser les capteurs d'occupation de l'éclairage pour surveiller les heures de travail des employés. Enfin, le SCAB peut contrôler la production d'éclairage en fonction des données issues des capteurs de lumière du jour. Par exemple, les jours où le ciel est nuageux déclenchent l'allumage des installations DEL ; alors que les jours ensoleillés, les installations DEL diminuent l'intensité de leur éclairage.

Dans les bâtiments administratifs et usines types, il est courant de voir des installations lumineuses durer 20 à 30 ans. Il est donc important de connaître le coût total de possession du système d'éclairage. Comme l'indique ce graphique, l'énergie est, de loin, la composante de coût la plus importante d'un système d'éclairage, et représente près de 90 % du coût total. Aussi, le choix d'un type et d'une conception de source lumineuse efficace et contrôlable a pour effet de diminuer considérablement la consommation d'énergie et le coût de possession du système d'éclairage.

Coût de possession de l'éclairage.



Source : <http://www.energystar.gov/ia/business/Lighting.pdf>

Niveaux d'éclairage

Raytheon Technologies suit les recommandations de niveau d'éclairage publiées par l'Illuminating Engineering Society.

Niveaux d'éclairage recommandés.

ZONE	PIEDS-BOUGIE	LUX
Bureaux en espace ouvert	20-50	200-500
Salles de conférence	50-70	500-700
Couloir	10-20	100-200
Cafétéria	20-50	200-500
Entrepôt/stockage	5-10	50-100
Fabrication	30-50	300-500
Parkings	2	20

Source : Illuminating Engineering Society of North America Lighting Handbook

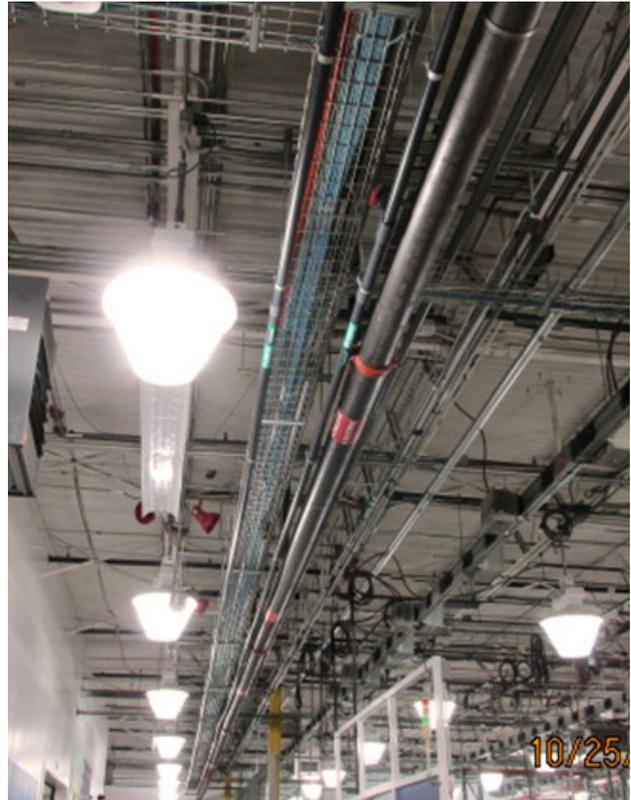
Évaluation du rendement du système d'éclairage actuel

Pour évaluer le rendement d'un système d'éclairage, commencer par un inventaire du système actuel en répertoriant chaque type d'installation, le nombre de watts par installation et les heures d'utilisation.

L'inventaire du système d'éclairage doit fournir une compréhension complète de la conception du système d'éclairage actuel, notamment :

- Nombre d'installations.
- Charge électrique connectée totale (KW).
- Heures d'utilisation.
- Densité de puissance lumineuse pour chaque zone (watts par pied carré).
- Consommation d'énergie annuelle (KWH par an).
- Émissions de GES (mt CO2e par an).
- Coût de fonctionnement annuel (\$ par an).

Le calculateur d'économies pour les ampoules de qualité Energy Star a été conçu pour consigner la consommation d'énergie et le coût de fonctionnement des systèmes d'éclairage existants et pour modéliser les économies associées aux opportunités courantes de modernisation.



Évaluation de l'éclairage actuel à l'aide d'un inventaire du système d'éclairage.

Savings Calculator for ENERGY STAR Qualified Light Bulbs

This calculator was developed by U.S. EPA and DOE to estimate the energy consumption and operating costs of light bulbs and the savings with ENERGY STAR. New ENERGY STAR qualified compact fluorescent lighting is compared to the average available new conventional light bulbs. Actual savings may vary based on use and other factors. See www.energystar.gov for information on other ENERGY STAR products. See www.energystar.gov/rebate-finder to find utility incentives for these products by entering your zip code. Enter these incentives in the "utility incentive" fields below.

Where will your lighting be used?

Commercial or residential use: Residential
 Location: U.S. average (U.S. average residential electric rate is \$0.128/kWh. If you know your own rate, enter it below.)
 Electric Rate (\$/kWh): \$0.128

What light bulbs are you planning to purchase? Enter quantities below, then either fill in product information or use the defaults.

General Purpose CFL/LED (Omnidirectional)	Quantity	Comparable incandescent or halogen bulb		ENERGY STAR bulb	Average daily use (hours)	Additional cost per unit for ENERGY STAR bulb	Rated lifetime of ENERGY STAR bulb (hours)	Optional	
								Labor cost per bulb replacement	Incentive or discount amount per bulb
Bulb 1	0	Please select a bulb	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00
Bulb 2	0	Please select a bulb	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00
Bulb 3	0	Please select a bulb	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00
Bulb 4	0	Please select a bulb	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00
Bulb 5	0	Please select a bulb	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00

LED - flood/spot reflector

Bulb 1	0	Please select a bulb	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2	\$0.00	\$0.00
Bulb 2	0	Please select a bulb	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2	\$0.00	\$0.00

[Click here to go to the RESULTS tab and see your savings.](#)

See the ENERGY STAR website for more information:
[ENERGY STAR Lighting Page](#) [About the Energy Independence and Security Act of 2007 \(EISA\)](#)
[Bulb Purchasing Guide](#) [Frequently Asked Questions about lighting](#)
[List of Incentive programs for consumers](#)

To see detail on the formulas and values used in this calculator or to modify assumptions, click on the grey tabs at bottom of the page.

Exemple d'affichage à l'écran du calculateur d'économies d'éclairage pour les ampoules de qualité Energy Star.

Mise à niveau du rendement du système

Les systèmes d'éclairage modernes avec commande locale intégrée et supervision par SCAB consomment beaucoup moins d'énergie que les technologies d'éclairage précédentes. Les types courants de lampe sont organisés en familles en fonction de la technologie utilisée pour produire de la lumière. Chaque technologie propose des compromis entre efficacité, durée de vie de la

lampe et qualité de la lumière. Les systèmes d'éclairage doivent être conçus pour répondre aux besoins spécifiques de l'activité (par exemple : bureaux, ateliers, laboratoires de test, inspections, entreposage ou parkings). Dans la quasi-totalité des cas, les DEL constituent la technologie d'éclairage privilégiée.

Comparaison des différentes technologies d'éclairage.

TECHNOLOGIE	IRC	EFFICACITÉ (LUMENS/WATT)	DURÉE DE VIE (HEURES)	TEMPÉRATURE DE COULEUR
LFC	80-90	60-70	Entre 6 000 et 10 000	2 700-6 500
Incandescence	100	50	Entre 750 et 1 500	2 400-2 900
Fluorescence linéaire	70-90	80-100+	Entre 20 000 et 46 000	2 700-6 500
Halogène	100	16-29	Entre 2 000 et 4 000	2 850-3 200
DEL blanche	65-90	50-300+	Jusqu'à 100 000	2 700-6 500

De nombreux sites de Raytheon Technologies sont déjà passés aux éclairages DEL. Il a été démontré que les DEL sont une solution rentable et à économie d'énergie pour la plupart des systèmes, selon les exigences, le coût en énergie et les heures d'utilisation spécifiques. En général, les DEL produisent plus de lumière par installation et durent plus longtemps que les lampes fluorescentes classiques.

Lors de la mise à niveau d'un système fluorescent existant avec une DEL, le simple remplacement de chaque installation fluorescente par une installation à DEL peut donner lieu à un système d'éclairage trop intense et un risque de problèmes d'éblouissement.

Les sites doivent collaborer avec des professionnels de l'éclairage et obtenir des plans photométriques pour faire en sorte que le nouvel agencement fournit les niveaux d'éclairage appropriés pour l'espace et la tâche concernés. Des systèmes à DEL bien conçus peuvent consommer jusqu'à 25 % de moins que les systèmes d'éclairage existants, et permettent ainsi de réduire les achats d'installations et les coûts énergétiques.

Les projets réussis commencent par la mise en place d'installations d'essai pour garantir une sélection, un espacement et une hauteur appropriés. La plupart des fabricants ou fournisseurs d'éclairage travaillent en collaboration avec leurs clients pour tester les installations et vérifier les caractéristiques de conception.



Contrôle de l'éclairage.

Évaluation des options de contrôle de l'éclairage

Une autre fonctionnalité d'économie d'énergie associée au système d'éclairage moderne est le contrôle. Les installations d'éclairage modernes sont munies de diverses options de contrôle économiques, telles que les capteurs de mouvement, les contrôles de la lumière du jour, les contrôles de l'heure de la journée et l'assombrissement automatique. Le remplacement des lampes offre une excellente opportunité d'ajout de contrôles.

Prévisions d'économies d'énergie issues de l'intégration du contrôle de l'éclairage.

ÉCONOMIES DIFFÉRENTIELLES DES CONTRÔLES À INTENSITÉ VARIABLE				
CONTRÔLES	TYPE D'INSTALLATION	JOUR OUVRABLE (HEURES)	CONSOMMATION HEBDOMADAIRE EN KWH	RÉDUCTION
Non	DEL	12	168	—
Capteurs de détection de mouvements et de récupération de la lumière du jour montés sur l'installation	DEL	12	111	34 %
<i>Étude réelle : 70 installations, 39 W par installation, environnement de bureau</i>				

Termes importants

- **Densité de puissance lumineuse (DPL)** – Puissance lumineuse maximale par zone de classification d'un bâtiment ou fonction d'un espace (watts par pied carré).
- **Indice de rendu des couleurs (IRC)** – Échelle de 0 à 100 indiquant l'effet d'une source lumineuse sur l'apparence des couleurs.
- **Température de couleur proximale (TCP)** – Détermine la teinte de la lumière (le rouge est chaud et le bleu est froid).
- **Réduction du temps d'arrêt** – Certains éclairages nécessitent un temps de réamorçage et de chauffe pour atteindre leur luminosité maximale, ce qui provoque un temps d'arrêt de la production (les DEL ne nécessitent aucun temps de chauffe).

TECHNOLOGIE	IRC	DURÉE DE VIE (HEURES)	TEMPÉRATURE DE COULEUR
Lumière fluorescente compacte (LFC)	80-90	Entre 6 000 et 10 000	2 700-6 500
Incandescence	100	Entre 750 et 1 500	2 400-2 900
Fluorescence linéaire	70-90	Entre 20 000 et 46 000	2 700-6 500
Halogène	100	Entre 2 000 et 4 000	2 850-3 200
DEL blanche	65-90	Jusqu'à 100 000	2 700-6 500

Mesures minimum requises pour l'éclairage

- Tenue d'un inventaire du système d'éclairage actuel (capacité du système, coût de fonctionnement, consommation d'énergie et méthodes de contrôle).
- Évaluation des niveaux d'éclairage dans l'espace pour conformité avec les recommandations de Raytheon Technologies.
- Évaluation des contrôles de l'éclairage et mise en œuvre de changements si besoin.
- création d'un plan de remplacement ou de mise à niveau des lampes (installations et contrôles).
- Activation du contrôle du système d'éclairage via le SCAB

Enveloppe des bâtiments

L'enveloppe du bâtiment est un aspect souvent négligé de l'économie d'énergie.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Jusqu'à présent, nous avons évoqué les systèmes consommateurs d'énergie les plus couramment rencontrés dans un établissement. Nous avons abordé le sujet de la mise en œuvre de contrôles et des améliorations des équipements nécessaires pour réduire la consommation d'énergie. L'enveloppe du bâtiment est un aspect souvent négligé de l'économie d'énergie. La propriété du bâtiment joue souvent un rôle clé dans l'identification des mises à niveau de l'établissement. Raytheon Technologies loue un grand nombre de ses bâtiments. La renégociation d'un bail, les nouvelles constructions et les rénovations sont autant d'occasions idéales pour solliciter et mettre en œuvre des mises à niveau de l'enveloppe des bâtiments. Voici quelques éléments à prendre en considération pour améliorer l'enveloppe d'un bâtiment.

Une grande partie de la perte de chaleur et du gain thermique d'un bâtiment a lieu au niveau du toit. L'intégrité de la toiture doit être assurée à chaque pénétration du toit. L'installation d'un toit réfléchissant légèrement coloré permet de réduire l'apport solaire pendant l'été. L'ajout d'un isolant sous la toiture et l'isolation des combles diminuent la perte de chaleur pendant l'hiver.

Le calfeutrement des portes externes et des portes qui séparent les espaces climatisés des espaces non climatisés offre des opportunités d'économie d'énergie. Les portes automatiques à double espacement sont utiles pour maintenir les températures intérieures dans les zones munies de portes donnant sur l'extérieur. Les rideaux en plastique des portes secondaires à l'intérieur des portes de service sont utiles pour réduire les variations de température intérieure.

Les fenêtres, comme les portes, peuvent être mieux calfeutrées. Outre le calfeutrement, les fenêtres peuvent être teintées pour réduire la charge solaire dans les zones climatiques chaudes. Et les traitements des fenêtres, tels que les stores et les volets, offrent la possibilité de réduire l'infiltration de température en été et en hiver.

Le meilleur moyen de maintenir les températures dans les espaces climatisés consiste à recourir à l'isolation. Une ventilation adéquate doit être assurée dans les bâtiments bien isolés. L'installation de capteurs de CO₂ permet au SCAB de surveiller et d'ajuster la ventilation des espaces. Si l'espace climatisé est soumis à des exigences de contrôle de l'humidité, l'installation de pare-vapeurs doit également être envisagée. Consulter un cabinet d'ingénierie local pour connaître les options de pare-vapeur possibles. Une isolation appropriée des murs, des plafonds et des toits peut considérablement réduire le coût de fonctionnement des CVC. Les portes à roulement ou fermeture rapide sont efficaces pour réduire la perte d'air climatisé vers l'extérieur ou les espaces non climatisés.

Mesures minimum requises pour l'enveloppe des bâtiments

- Utilisation d'analyses thermiques pour tester l'intégrité de l'isolation des murs et des toits du bâtiment.
- Contrôle de l'isolation à la recherche de traces de condensation et de pénétration d'eau et remplacement si nécessaire. L'isolation est inefficace en présence d'humidité.
- Inspection des portes et fenêtres extérieures pour améliorer le calfeutrement.
- Évaluation de la nécessité d'installer des vitres teintées ou traitées pour réduire les variations climatiques.
- Utilisation de capteurs de CO₂ pour vérifier la bonne ventilation des espaces.

Air comprimé



Le fonctionnement d'un compresseur d'air de 100 cv peut coûter jusqu'à 60 000 \$ par an. Soit près de 50 % de gaspillage.

(Département de l'énergie des États-Unis (U.S. Department of Energy))

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Les systèmes à air comprimé font partie intégrante des opérations de la plupart des établissements industriels (ils alimentent les outils, les équipements et un large éventail de processus) ; à tel point que l'air comprimé est considéré comme le quatrième service public du secteur après l'électricité, le gaz et l'eau.

Les systèmes à air comprimé consomment également beaucoup d'électricité : sur un site de fabrication Raytheon Technologies type, l'air comprimé représente 12 à 15 % de la consommation électrique totale et peut aller jusqu'à 20 %. L'énergie est, de loin, la composante de coût la plus importante d'un système à air comprimé, et représente 82 % du coût total de possession. Heureusement, il existe de nombreuses possibilités de réduire le gaspillage et d'accroître le rendement des systèmes à air comprimé.

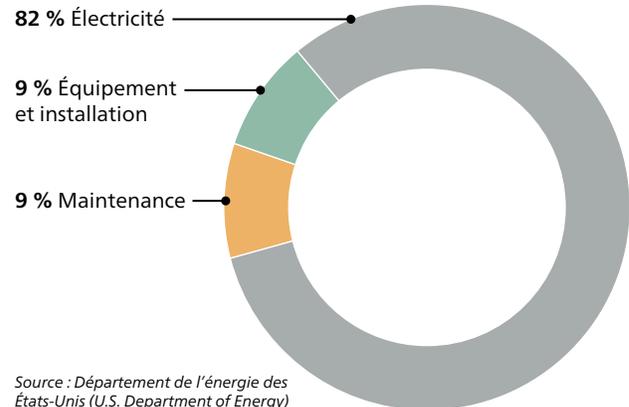
Intégration du système de gestion de l'air comprimé dans le SCAB

un système à air comprimé bien conçu, avec au moins un compresseur d'air, doit être doté d'un mécanisme de séquençage des contrôles. Ce mécanisme de séquençage des contrôles doit permettre de centraliser la surveillance, les alertes et le contrôle via le SACB

Consignation de la capacité du système à air comprimé

Le schéma suivant met en exergue les composantes d'un système à air comprimé type et les opportunités d'amélioration. Réparer les fuites sur le système, éviter les utilisations inappropriées de l'air comprimé, éliminer les réglages de pression excessifs, recourir à des contrôles de pointe et maintenir le fonctionnement des systèmes à un niveau maximal peuvent collectivement permettre de réduire de 20 à 50 % la consommation d'énergie totale du système.

Coût de possession.



Sur un site de fabrication Raytheon Technologies type, l'air comprimé représente 12 à 15 % de la consommation électrique totale et il existe de nombreuses possibilités de réduire le gaspillage et d'accroître le rendement de ces systèmes.

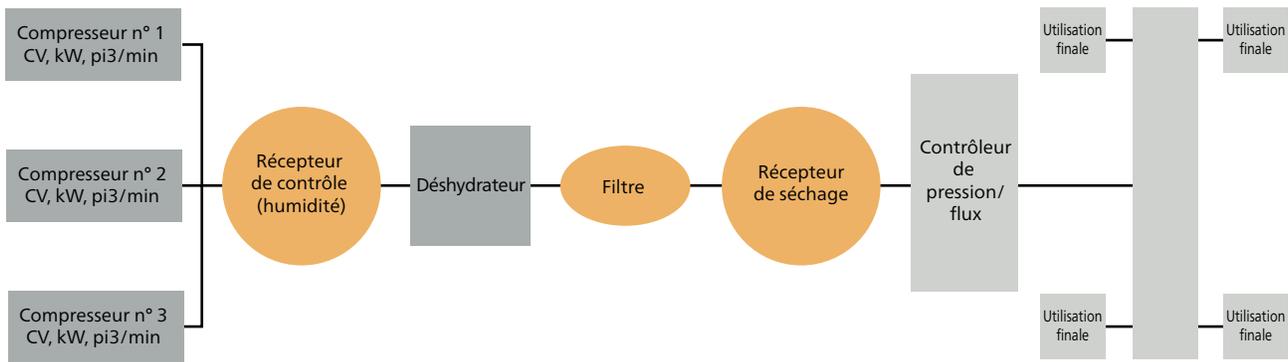
Il est essentiel de connaître en détail les composantes de votre système à air comprimé. Ainsi, le système pourra fonctionner à un niveau de rendement maximal. En ce qui concerne l’approvisionnement (compresseurs, traitement et stockage), déterminez le type d’équipement existant et la capacité génératrice de cet équipement en chevaux-vapeur (cv) ou en kilowatts (kW) ainsi que le flux d’air en pieds cubes par minute (pi3/min) ou en mètres cubes (m³) de flux d’air.

En ce qui concerne la consommation, les canalisations de distribution, les systèmes de stockage et l’équipement d’utilisation finale, déterminez la quantité d’air comprimé nécessaire, le niveau de qualité, la charge et les conditions de pression.

Un schéma fonctionnel du système est utile à des fins d’analyse. Connaître les données de référence et calculer la consommation d’énergie et les coûts énergétiques permet de déterminer les niveaux de performance et de coûts actuels et de les comparer avec les niveaux à venir. Utilisez le SCAB pour analyser les tendances des données opérationnelles de l’air comprimé afin d’identifier les anomalies et les signaux d’alerte annonçant des défaillances.

Création d’un schéma fonctionnel de votre système à air comprimé

Si vous ajoutez régulièrement des éléments à votre système, vous risquez d’accumuler des inefficacités dans le système chaque fois que vous y ajoutez un composant ou un sous-système.



Mesure de l'utilisation d'air de référence. Calcul de la consommation et du coût énergétiques actuels

Évaluez et suivez les indicateurs clés de performance, notamment la consommation d'énergie, la pression, le débit et la température, à utiliser pour évaluer la performance à venir du système.

Coût d'exploitation de l'air comprimé

Le coût d'exploitation d'un système à air comprimé est bien plus élevé que le coût de l'équipement. Il peut consommer jusqu'à 8 cv d'électricité pour produire 1 cv d'air forcé. Le coût énergétique annuel du fonctionnement d'un système à air comprimé repose sur plusieurs variables, notamment la puissance en chevaux-vapeur (cv) du compresseur, le rendement du moteur, les tarifs d'approvisionnement en électricité (\$/kWh) et les heures d'utilisation. Voir la formule ci-dessous pour calculer le coût d'exploitation.

$$\text{Coût d'exploitation (\$)} = \frac{(\text{cv}) \times (0,746) \times (\text{tarif d'électricité}) \times (\text{heures})}{\text{Rendement du moteur}}$$

Une autre variable est le pourcentage de temps d'exécution du système à un niveau de fonctionnement donné et le pourcentage de temps d'exécution à pleine charge.¹ Par conséquent, la formule suivante peut être utilisée :

$$\text{Coût d'exploitation (\$)} = \frac{(\text{cv}) \times (0,746) \times (\text{tarif d'électricité}) \times (\text{heures}) \times (\% \text{ temps}) \times (\% \text{ pleine charge})}{\text{Rendement du moteur}}$$

Voici un exemple : imaginons que vous détenez un compresseur de 200 cv qui nécessite 215 bhp (puissance au frein). Le système fonctionne 6 800 heures par an, avec une exécution à pleine charge 85 % du temps et un rendement de moteur de 95 %, et le reste du temps à 25% à pleine charge et un rendement de moteur de 90 %. Aux fins de cet exemple, disons que le tarif de l'électricité est de 0,08 \$/kWh. Voici comment calculer le coût :

Coût d'exploitation à pleine charge (85 % du temps)

$$\frac{(215 \text{ bhp}) \times (0,746 \text{ kWh/bhp}) \times (0,08 \text{ \$/kWh}) \times (6\,800 \text{ h}) \times (0,85) \times (1,0)}{0,95} = 78\,067 \text{ \$}$$

Plus

Coût d'exploitation à charge partielle (15 % du temps)

$$\frac{(215 \text{ bhp}) \times (0,746 \text{ kWh/bhp}) \times (0,08 \text{ \$/kWh}) \times (6\,800 \text{ h}) \times (0,15) \times (0,25)}{0,90} = 3\,635 \text{ \$}$$

Coût énergétique annuel : 78 067 \$ + 3 635 \$ = 81 702 \$

¹ Département de l'énergie des États-Unis (U.S. Department of Energy) : « Determine the Cost of Compressed Air for your Plant ».

Réalisation d'une étude d'utilisation finale et mise en œuvre d'un programme bien défini de gestion des fuites

Étude d'utilisation finale

Après réalisation d'une évaluation de l'approvisionnement en air comprimé qui consigne la capacité génératrice, l'étape suivante consiste à analyser la consommation ou les utilisations d'air comprimé.

Analysez les utilisations finales et répertoriez les conditions de pression et de débit pour connaître la quantité d'air requise, à quelle pression et à quel moment.

Le tableau suivant peut être utilisé pour répertorier les différentes utilisations de l'air comprimé.

L'alignement de la capacité d'approvisionnement avec la consommation permet au système de fonctionner à un niveau de rendement maximal. Pour maximiser le rendement énergétique, les contrôles de chaque compresseur doivent être synchronisés avec les contrôles généraux du système (contrôleur de débit et régulateurs de pression).

UTILISATION	PRESSION (PSIG)	CONTINUE	MOYENNE	MAXIMALE	TEMPS DE CYCLE	
		(CONSOMMATION EN PI3/MIN)			MARCHE	ARRÊT
Palan pneumatique	80	S.O.	16,6	200	5 min	55 min
Pistolets à air portatifs, ouverts	90	100	100	100	S.O.	S.O.
Générateurs de vide (coupes venturi)	70-90	100	100	100	Production	Hors production
Assemblage automatique	80	200	200	200	Hors production	Production
Utilisations diverses	70	S.O.	160	200	S.O.	S.O.
Grands dispositifs de serrage pneumatique (10 min chacun/h)	85	S.O.	16,6	200	10 s	10 sc
Actionneurs pneumatiques	80	50	50	100	Production	Production
Fuites d'air	80	300	300	300	S.O.	S.O.
Total		750	943	1 400		

Gestion des fuites

Fréquemment, 20 à 50 % de la production d'air comprimé d'un établissement est perdue en raison de fuites. Les fuites peuvent provoquer des chutes de pression du système qui altèrent le fonctionnement des outils et les processus de production. Des fuites d'air excessives peuvent également donner lieu à un fonctionnement prolongé des compresseurs pour tenir le rythme de consommation. Les taux de fuite peuvent être estimés en surveillant le fonctionnement du compresseur pendant les heures d'absence de production. Pour un compresseur muni de contrôles de charge/décharge, surveillez et enregistrez simplement le temps en minutes pendant lequel le compresseur fonctionne à l'état chargé et déchargé.

$$\text{Taux de fuite (pourcentage)} = \frac{(T \times 100)}{(T + t)}$$

Où :

T = Temps à pleine charge

t = Temps sans charge

Les fuites d'air comprimé représentent un gaspillage d'énergie conséquent. Par exemple, un compresseur qui fonctionne à 100 psi 24 heures/jour avec une seule fuite d'air de 1/8 po vous coûte plus de 3 600 \$/an à 0,08 \$/kWh.

Les taux de fuite des systèmes utilisant d'autres stratégies de contrôle peuvent également être estimés à l'aide de mesures du débit et de la pression.

Un programme de gestion des fuites efficace doit réduire les fuites à moins de 10 % de production d'air comprimé.

Coût annuel des fuites d'air.

PRESSION	TAILLE ÉQUIVALENTE DE PLUSIEURS FUTES (POUCES)			
	1/16	1/8	1/4	3/8
Psig (bars) en amont				
70 (4,8)	677 \$	2 707 \$	10 829 \$	24 366 \$
80 (5,5)	757 \$	3 028 \$	12 111 \$	27 249 \$
90 (6,2)	837 \$	3 348 \$	13 392 \$	30 133 \$
100 (7)	917 \$	3 669 \$	14 674 \$	33 017 \$
110 (7,6)	997 \$	3 969 \$	15 956 \$	35 900 \$
120 (8,3)	1 077 \$	4 309 \$	17 237 \$	38 784 \$

Coût énergétique = 0,0800 \$ par kWh.

Rendement du compresseur = 4 pi3/min par bhp.

Rendement du moteur = 0,925.

Élimination des utilisations inappropriées de l'air comprimé

L'air comprimé est approprié pour certains processus et applications. Toutefois, cette source d'énergie, qui compte parmi les plus coûteuses au sein d'un établissement industriel, n'est pas une source de puissance rentable dans toutes les applications. Les utilisations de traitement inappropriées de l'air comprimé comprennent le refroidissement, l'aspiration, le séchage, le mixage et la pulvérisation. Les processus qui nécessitent une pression de production de 25 psi maximum doivent utiliser une souffleuse au lieu de l'air comprimé.

UTILISATIONS POTENTIELLEMENT INAPPROPRIÉES	SUGGESTIONS D'ALTERNATIVES/ ACTIONS
Nettoyage, séchage, refroidissement de traitement	Souffleuses à basse pression, ventilateurs électriques, balais, buses
Aspersion	Souffleuses à basse pression et mixeurs
Aspiration, pulvérisation	Souffleuses à basse pression
Rembourrage	Souffleuses à pression basse à moyenne
Générateur de vide	Pompe à vide dédiée ou système de vide central
Rafraîchissement du personnel	Ventilateurs électriques
Refroidisseurs vortex à air comprimé et tube ouvert sans thermostats	Échangeur thermique air/air ou climatiseur, ajouter des thermostats au refroidisseur vortex
Mixeur à moteur pneumatique	Mixeur à moteur électrique
Pompes à membrane pneumatique	Régulateur et contrôle de vitesse appropriés ; pompe électrique
Équipement inactif*	Placer une soupape de fermeture d'air au niveau de l'entrée d'air comprimé
Équipement abandonné**	Débrancher l'alimentation en air de l'équipement

* Équipement temporairement non utilisé pendant le cycle de production.

** Équipement qui n'est plus utilisé en raison d'un changement de processus ou d'un dysfonctionnement.

- Les applications à basse pression peuvent être réalisées à l'aide de ventilateurs ou de souffleuses.

- Sauf dans les environnements dangereux, l'utilisation de moteurs électriques est plus rentable que l'utilisation de moteurs pneumatiques.
- Les conditions de vide peuvent souvent être remplies de manière plus efficace par une pompe à vide au lieu d'une venturi-tuyère à air comprimé.
- Éliminez l'utilisation bruyante et inappropriée de l'air comprimé. Les pistolets à air ouverts sont parfois également contraires aux codes sanitaires et de sécurité.
- Utilisez des pompes mécaniques au lieu de pompes à membrane pneumatique chaque fois que possible. Dans un environnement explosif ou lors du pompage de boues abrasives, l'utilisation de pompes à double membrane avec une régulation de pression et des contrôles d'arrêt appropriés peut être l'option la plus judicieuse.



Une buse ouverte de ¼ pouce utilisée pour le rafraîchissement des employés est à peu près équivalente à 15 chevaux-vapeur d'air comprimé.

Respect du programme de maintenance recommandé par le fabricant.

Dès lors que les compresseurs d'air sont des GUE, une maintenance appropriée est indispensable pour garantir le rendement et éliminer les temps d'arrêt. Une maintenance inappropriée augmente les coûts énergétiques et peut également entraîner une variabilité de pression, une température de fonctionnement élevée, des problèmes d'humidité et une mauvaise qualité de l'air, avec des conséquences sur la fabrication.

Il est important de surveiller et de suivre les performances du système pour tous les GUE, en particulier lorsque les opérations de fabrication ne fonctionnent pas sans air comprimé. Tenez un journal des indicateurs clés de performance, tels que la puissance, la pression, le débit et la température, et prenez des mesures correctives chaque fois qu'un ou plusieurs ICP sont hors des seuils de tolérance et d'acceptation.

Projets courants de rendement énergétique de l'air comprimé

Les projets répertoriés ci-après ont été mis en œuvre dans divers établissements Raytheon Technologies et peuvent contribuer à maximiser le rendement du système à air comprimé, à minimiser les pertes d'énergie et à réduire la consommation d'énergie ainsi que les coûts associés au fonctionnement du système.

Identification et élimination des points d'étranglement

Un point d'étranglement est une obstruction des canalisations. Ces obstructions entraînent des chutes de pression.

Réduisez la pression de fonctionnement au niveau minimum. Un « air d'atelier » à 100 psi est rarement nécessaire et la pression élevée donne lieu à une augmentation de la consommation d'énergie, du coût des services publics et des taux de fuite.

Élimination des passages inutiles des tuyaux

La distance la plus courte et la plus efficace entre deux points est une ligne droite. Les passages inutiles de tuyaux, en particulier les tuyaux qui serpentent et sont courbés, empêchent la circulation efficace de l'air comprimé et provoquent des chutes de pression.

Conception de boucles fermées et élimination des systèmes de tuyauterie à vide

Dans un système de tuyauterie fermé, les utilisateurs qui se trouvent à l'extrémité reçoivent une pression réduite. À l'inverse, une boucle de tuyauterie permet au système de produire le même niveau de pression sur l'ensemble du parcours. Veillez à ne pas créer d'impasse lorsque vous l'intégrez à votre système.

Utilisation de filtres à faible chute de pression capables de produire la qualité d'air requise

Les filtres sont nécessaires dans l'ensemble d'un système pour garantir une arrivée d'air propre pour l'application d'utilisation finale. Les filtres inefficaces ou sales obstruent le système et provoquent des chutes de pression, tout en forçant le système à consommer plus d'énergie pour compenser ces chutes de pression. L'utilisation d'un filtre psi approprié et une inspection régulière peuvent contribuer à réduire cette forme d'inefficacité.

Utilisation des dispositifs de stockage locaux pour les opérations de fabrication à volume élevé

Les opérations de fabrication qui nécessitent un volume d'air élevé doivent inclure un réservoir de stockage local pour absorber les pics de consommation d'air.

Utilisation de la prise d'air du refroidisseur

Les compresseurs fonctionnent de manière plus efficace lorsque la source d'air entrant est propre et froide. En d'autres termes, la compression d'air froid consomme moins d'énergie que la compression d'air chaud. Une approche efficace consiste à utiliser l'air extérieur pour alimenter le compresseur.

Déploiement de plusieurs petits compresseurs envisagé à la place d'un seul grand compresseur

Plusieurs compresseurs vous permettent de contrôler le système et d'activer ou d'éteindre les compresseurs en fonction des besoins, et ainsi de réduire la consommation d'énergie inutile.

Installation de dispositifs d'interverrouillage et d'électrovannes qui coupent l'arrivée d'air lorsque l'équipement de traitement n'est pas utilisé

On évite ainsi consommer de l'énergie lorsque cela n'est pas nécessaire.

Mesures minimum requises pour la gestion de l'air comprimé

- Consignation des infrastructures à air comprimé, notamment :
 - Schéma du système en ligne actuel.
 - Description de la capacité du système.
 - Réalisation d'une étude d'utilisation finale.
- Identification et élimination des utilisations inappropriées : tuyau en caoutchouc, passages excessifs de tuyaux, agitation des réservoirs, outils électriques.
- Réduction de la pression des équipements d'utilisation finale et du système à un niveau minimal acceptable
- Programmation d'audits d'essai de fuite au moins une fois par an. Consignation des réparations.
- Tenue d'un journal actif des interventions de maintenance réalisées.

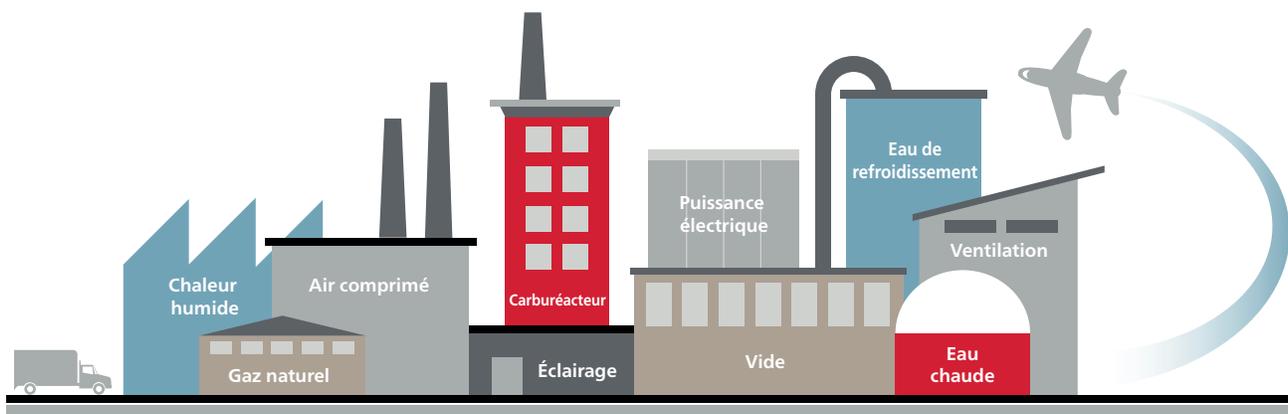
Gestion de l'énergie de traitement



La production règne en maîtresse,
mais les finances tiennent les
cordons de la bourse.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

La production règne en maîtresse ! La création de produits est la raison d'être des usines. Lors de l'achat et de l'utilisation d'équipements de production, on considère en priorité le rendement énergétique. Ne pas prendre en compte cet aspect entraînera des dépenses inutiles et des émissions de GES sur le site. Raytheon Technologies considère les améliorations du rendement énergétique comme le meilleur moyen de tenir son engagement à réduire ses émissions de GES physiques tout en diminuant ses coûts. L'achat de nouveaux équipements et les rénovations des espaces sont une excellente opportunité de réduire la consommation d'énergie. Le gestionnaire énergétique doit communiquer l'opportunité que représente le rendement énergétique aux décisionnaires d'attribution du capital et leur rappeler qu'une incapacité à fournir un équipement de production avec un rendement énergétique optimal équivaut à passer à côté d'une opportunité dont les effets se feront sentir dans l'établissement au cours de 20 prochaines années. En outre, tous les nouveaux biens d'équipement doivent être intégrés au SCAB pour éliminer toute dépense inutile du budget énergétique. N'oubliez pas que la production règne en maîtresse, mais que les finances tiennent les cordons de la bourse.



Gestion de l'énergie de traitement

Les processus de fabrication peuvent consommer près de 60 % de la charge énergétique d'un site, sans compter l'énergie consommée par les équipements auxiliaires tels que les compresseurs d'air et les tours de refroidissement. Dans la majorité des cas, la priorité de la gestion de l'énergie de traitement n'est pas de changer le processus de fabrication, mais d'optimiser l'énergie entrante dans le processus. Les biens d'équipement utilisés pour la fabrication peuvent durer 40 à 50 ans. Aussi, la seule option qui s'offre au gestionnaire énergétique pour gérer les équipements de traitement inefficaces consiste à surveiller la consommation d'énergie entrante à l'aide du SCAB et à améliorer le rendement des équipements auxiliaires utilisés pour la production.

Chaque source d'énergie principale et secondaire du processus doit faire l'objet d'une analyse des améliorations de rendement telles que :

- Réduction de la pression d'air comprimé.
- Contrôle de la ventilation à différents débits pendant les phases de production.
- Vérification de la précision de toutes les valeurs de consigne de température.
- Variation du débit d'eau de refroidissement pour qu'il corresponde à la charge (isolation en mode inactif).
- Récupération de chaleur.
- Chaque fois que possible, maximisation de l'utilisation de l'équipement de production, exécution de processus par lot à pleine charge.

L'objectif est de maintenir ou d'améliorer la qualité du processus de fabrication tout en réduisant la consommation d'énergie.

Projets courants de rendement énergétique des processus de fabrication

Réalisation d'un audit énergétique

Incluez une estimation de la consommation énergétique de l'équipement de fabrication.

Traitement par lot chaque fois que possible

Traitement par lot des fours, fourneaux et opérations de traitement thermique pour réduire l'énergie consommée par pièce produite.

Réduction du poids des instruments de four

Lorsque les opérations de traitement thermique nécessitent des valeurs de consigne spécifiques en termes de temps et de température du cycle, la réduction du poids des instruments a pour effet de réduire la quantité totale d'énergie consommée dans un cycle.

Vérification des conditions de fonctionnement

Incluez des procédures de démarrage et d'arrêt pour l'équipement de fabrication principal et l'équipement auxiliaire (tours de refroidissement, dépoussiéreurs, générateurs de vide, etc.).

Interverrouillage des équipements auxiliaires avec l'équipement de production

Arrêter l'air comprimé, les pompes hydrauliques, l'eau de refroidissement, les pompes à vide et la ventilation chaque fois que la production est en mode inactif.

Réalisation d'un Kaizen énergétique

Réalisez un Kaizen énergétique sur les GUE en mettant l'accent sur l'optimisation.

Maintenance préventive

Vérifiez qu'une maintenance préventive est réalisée par l'équipementier.

Contrôle des gaz industriels

Contrôlez l'utilisation et le débit des gaz industriels pour garantir l'intégrité du système. Réalisez des audits de fuite réguliers des tuyauteries et du système de distribution.

Élaboration de procédures d'exploitation et de maintenance pour garantir un rendement maximal

Les établissements doivent élaborer des procédures d'exploitation et de maintenance pour garantir un rendement maximal. Pour ce faire, ils doivent respecter les exigences de maintenance communiquées par l'équipementier, consigner et publier les procédures de fonctionnement (démarrage et arrêt) des équipements de fabrication et des équipements auxiliaires, et surveiller la consommation d'énergie des équipements de production pour déterminer les tendances de fonctionnement normal. Analysez les données à la recherche d'anomalies.

De nombreuses améliorations des processus sont plus rentables lorsqu'elles sont réalisées dans le cadre d'une nouvelle construction ou d'une restructuration (gestion des initiatives de changement).

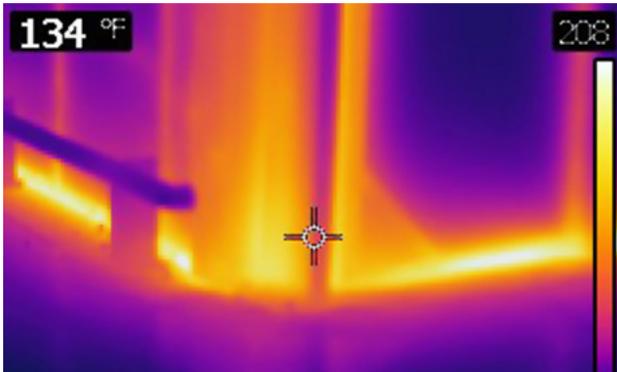
Gestion énergétique des fours et fourneaux

Les usines Raytheon Technologies sont équipées d'un grand nombre de fourneaux et de fours pour sécher, durcir ou conserver les pièces et opérer un traitement thermique des composants des produits. Beaucoup de fours et fourneaux sont utilisés pendant de longues heures et sont situés dans des espaces climatisés. Il est extrêmement important de s'assurer que la chaleur est utilisée pour sécher ou durcir la pièce sans augmenter le niveau de chaleur dans l'espace de travail.

Pour accroître le rendement énergétique des déshydrateurs et fours industriels :

- Ajustez les débits d'évacuation : les ventilateurs d'extraction éliminent les vapeurs, l'humidité et la combustion générées par les produits. Réglez les ventilateurs à variateurs de fréquence sur le flux d'air minimum requis.

- Récupération de chaleur : utilisez l'échangeur thermique dans le flux d'échappement afin de récupérer la chaleur pour d'autres applications (air de préchauffage, chauffage spatial, etc.).



- Isolez les parois des fours : en particulier dans les anciens fours, l'isolation peut être incertaine et permettre une augmentation du niveau de chaleur dans l'espace de travail. L'imagerie thermique contribue à identifier les zones nécessitant une isolation supplémentaire.
- Réparez les portes des fours : selon la température et la fréquence d'utilisation des fours, les joints d'étanchéité des portes sont des problèmes de maintenance courants qui induisent également une perte de chaleur dans l'espace de travail. Comme l'illustre l'image ci-dessus, l'imagerie thermique permet d'identifier les joints d'étanchéité défectueux.
- Interrupteurs de porte : interverrouillez les brûleurs à l'aide d'un interrupteur de porte pour éteindre les brûleurs et les éventuels ventilateurs de circulation chaque fois que la porte du four est ouverte. Cela permet de contenir la chaleur et de l'empêcher de pénétrer dans l'espace de travail.
- Commandes en mode inactif : de nombreux fours et fourneaux sont déjà munis de commandes en « mode inactif » qui n'ont jamais été activées. Ces commandes peuvent réduire la température et la circulation d'air à des niveaux prédéfinis pendant les périodes prolongées d'absence de production. Vérifiez les commandes existantes ou mettez à niveau les commandes en mode inactif sur les équipements existants.
- Exécutez les interventions de maintenance recommandées : les brûleurs de gaz naturel et

les commandes de chauffage électrique doivent être étalonnés et entretenus pour garantir le fonctionnement des équipements à un niveau de rendement maximal.

- Surveillance énergétique : sur les équipements volumineux, installez des équipements de comptage divisionnaire permanent pour suivre la consommation d'énergie et identifier rapidement les problèmes/l'augmentation de la consommation d'énergie.



Mesures minimum requises pour la gestion de l'énergie de traitement

- Consignation des conditions de fonctionnement pour les GUE, notamment le volume kWh, l'air comprimé, les gaz industriels, le chauffage, etc.
- Utilisez les GUE suivant les exigences minimales de l'équipementier.
- Tenue d'un journal actif des interventions de maintenance réalisées.



Gestion des moteurs électriques



Les équipements motorisés représentent environ 60 % de l'énergie consommée par les industries de traitement.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Souvent envisagés dans le cadre d'un système global, le dimensionnement, le contrôle et la maintenance appropriés d'un moteur électrique peuvent générer 11 à 18 % d'économie d'énergie.

Il est important de connaître la consommation d'énergie et les coûts associés aux processus industriels et aux systèmes de CVC. Cependant, selon le coût de l'électricité et les heures d'utilisation ; les coûts de remplacement des biens d'équipement pour améliorer le rendement énergétique peuvent être très élevés. Un programme de gestion des moteurs électriques bien défini permet de réduire les coûts d'exploitation des équipements en minimisant le gaspillage d'énergie.

Les moteurs électriques font partie intégrante des processus de fabrication de Raytheon Technologies. D'après les estimations du Département de l'énergie des États-Unis (U.S. Department of Energy), 60 % de l'énergie électrique des applications industrielles aux États-Unis est consommée par des moteurs électriques. L'adoption de l'Energy Policy Act en 1992 a régulé le rendement énergétique d'un nombre limité de moteurs à usage général. Depuis le 1er juin 2016, les nouveaux moteurs électriques de 1 à 500 chevaux-vapeur doivent satisfaire aux normes de rendement Premium® établies par la National Electrical Manufacturers Association (NEMA).

Programme de gestion des moteurs électriques

Identifiez et consignez les moteurs électriques des établissements essentiels, de CVC et de traitement (taille, rendement, tpm, localisation, heures d'utilisation et date d'installation).

Exécution d'une maintenance préventive pour garantir le rendement d'exploitation

Maintenez une quantité minimale de moteurs à rendement premium en stock en normalisant les tailles de châssis et la puissance cv/kW des moteurs.

Évaluation de la taille des moteurs

Les moteurs avec plus de 25 % de charge doivent faire l'objet d'une évaluation pour déterminer la taille adéquate. Les moteurs avec 1 à 25 % de charge doivent être identifiés et correctement dimensionnés en cas de panne.

Achat de moteurs à rendement premium

La règle générale pour les moteurs qui fonctionnent plus de 2 000 heures par an doit être le rendement premium.

Ne pas rembobiner les moteurs

Le rembobinage d'un moteur provoque généralement une perte de 1 à 2 % de rendement.

Ajout de dispositifs d'interverrouillage

Chaque fois que possible, interverrouillez les éléments auxiliaires, tels que les souffleuses, les

ventilateurs, les pompes de refroidissement ou de circulation, avec l'interrupteur d'alimentation de l'équipement principal pour éviter le gaspillage.

Ajout de minuteurs et d'interrupteurs sur les ventilateurs non essentiels

Évitez l'évacuation inutile des espaces climatisés. Installez des minuteurs et des interrupteurs sur les ventilateurs d'extraction et du personnel pour éteindre l'équipement lorsque la zone est inoccupée.

Ajout de contrôles de vitesse des moteurs

Ajoutez des variateurs de vitesse sur les ventilateurs et les pompes des tours de refroidissement pour réduire les vitesses des moteurs suivant les exigences de refroidissement appropriées.

Installation de condensateurs à correction de facteur de puissance

De nombreuses sociétés de services publics facturent des pénalités aux établissements qui enregistrent de faibles niveaux de facteur de puissance (généralement inférieurs à 90 %). Une analyse financière doit être réalisée pour valider l'opportunité d'installer des condensateurs sur un moteur particulier ou sur l'ensemble du site.

Variateurs de fréquence (VF)

Les moteurs de pompe et de ventilateur de plus de 5 cv sont souvent de bons VF qui modulent la vitesse des moteurs lorsque les conditions le permettent.

Une fois que vous avez sélectionné les équipements présentant un rendement énergétique optimal pour votre application et que vous pouvez programmer/surveiller son fonctionnement à partir d'un SCADA, il convient d'analyser les opérations et les documents de maintenance de l'équipementier pour planifier les procédures d'entretien et de maintenance préventive recommandées.

La maintenance préventive améliore la fiabilité et le rendement du système et prolonge la durée de vie des équipements.

Fondamentaux des moteurs électriques

Condensateur

Dispositif électrique utilisé pour stocker une charge électrique, composé d'une ou plusieurs paires de conducteurs séparés par un isolateur. Souvent utilisé pour corriger les facteurs de puissance.

Taille de châssis

Méthode invoquée par la NEMA pour créer une norme applicable aux dimensions courantes de montage de puissance en chevaux-vapeur des moteurs.

Cheval-vapeur

Régime moteur qui définit la quantité de travail qu'un moteur particulier peut produire. 1 cv = 0,745 kW ou capacité à déplacer 2 000 livres par pied.

Facteur de charge

Désigne le pourcentage du total de chevaux-vapeur du moteur requis pour exécuter la tâche.

Moteur ouvert de protection (ODP)

Type de moteur qui permet à l'air de circuler par les enroulements pour assurer le refroidissement mais empêche la pénétration de gouttes de liquide dans le moteur à un angle de 15 degrés par rapport à l'axe vertical.

Phase

Indication du type d'alimentation pour laquelle le moteur est conçu, généralement du courant monophasé ou triphasé.

Facteur de puissance

Rapport mathématique entre la puissance active et la puissance apparente. Un facteur de puissance inférieur à 0,9 entraîne généralement la facturation de pénalités par la société de services publics.

Rotor

Partie rotative d'un moteur.

Facteur de service

Coefficient multiplicateur qui indique la proportion de surcharge qu'un moteur peut supporter.

Stator

Partie stationnaire d'un moteur.

Ventilation extérieure (VE)

Type de moteur muni d'enroulements entièrement intégrés qui nécessite un ventilateur pour refroidir les enroulements en cuivre.

Couple

Force de torsion exercée par l'arbre ou le rotor.

Enroulements

Désigne le cuivre utilisé dans le moteur pour créer un champ magnétique.



Moteur électrique.



Ventilateur d'aération.

Équations courantes des moteurs électriques :

$$\text{Facteur de charge (\% de charge du moteur)} = \frac{[(\text{vitesse sans charge}) - (\text{vitesse de fonctionnement mesurée})]}{[(\text{vitesse sans charge}) - (\text{vitesse à pleine charge nominale})]} \times 100$$

$$\text{Rendement} = (746 \times \text{sortie en chevaux-vapeur}) / (\text{entrée en watts})$$

$$\text{Facteur de puissance d'un moteur particulier triphasé} = \text{fp} = \text{entrée en watts} / (\text{volts} \times \text{ampères} \times 1,73)$$

$$\text{Facteur de puissance d'un système} = \text{puissance active en watts} / \text{puissance apparente en VA} = \text{Cos}$$

Mesures minimum requises pour la gestion des moteurs

- Tenue à jour d'une liste d'inventaire de tous les moteurs. Identification des moteurs « essentiels pour la production ».
- Évaluation des avantages d'un dimensionnement adéquat pour les moteurs volumineux.
- Évaluation des moteurs à rendement inférieur à 90 % pour remplacement.
- Évaluation de l'installation de VF sur les moteurs :
 - Plus de 5 cv (3,7 kW).
 - Fonctionnement continu avec d'autres conditions de charge.

Programme d'arrêt automatique (AA)

Un programme d'arrêt automatique efficace est un excellent moyen d'impliquer les employés dans les initiatives d'économie et de réduire la facture d'énergie.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Le moyen le plus simple et le plus rentable d'économiser de l'énergie consiste à éteindre les équipements inutiles. Les machines de fabrication, les équipements de bureau et les dispositifs d'entretien des bâtiments doivent tous être éteints, rétrogradés ou placés en mode inactif lorsqu'ils ne sont pas utiles.

Les responsables de site doivent amorcer un effort d'évaluation des conditions de fonctionnement pour tous les équipements principaux et secondaires et confier au personnel compétent la responsabilité de s'assurer que les équipements sont éteints à la fin de chaque jour ouvrable. Une bonne pratique consiste à identifier les équipements auxiliaires par GUE et à automatiser le contrôle de leur activité à partir du SCAB.

Les compteurs d'électricité et les systèmes de gestion énergétique des bâtiments peuvent facilement surveiller la consommation diurne et nocturne pour déterminer l'efficacité des initiatives d'« arrêt automatique ». Les profils de consommation électrique doivent être analysés et des efforts déployés pour éliminer le gaspillage.

Vous ne laisseriez jamais votre véhicule en marche toute la nuit simplement parce que vous devez revenir travailler le lendemain matin ! Le même principe s'applique pour un four qui tourne à 700 °C pendant tout un weekend sans production programmée.

Les chasses au trésor énergétiques réalisées pendant les temps de production à charge faible ou inexistante dans l'usine sont un moyen efficace d'identifier les systèmes qui peuvent être éteints lorsqu'ils ne sont pas nécessaires.

Les visites d'usines au repos ou les chasses au trésor énergétiques sont un moyen simple de présenter et d'impliquer les employés dans les initiatives de gestion énergétique. Créez une liste de contrôle et recherchez des opportunités pour :

- Éteindre les colonnes d'air pendant la nuit.
- Éteindre les éclairages hors des heures de production.
- Installer des capteurs de mouvement dans les zones de fabrication et d'entreposage pour baisser ou éteindre les éclairages lorsque ces zones sont inoccupées.
- Interverrouiller les arrivées d'air comprimé avec les opérations des machines-outils.
- Opérer une rétrogradation nocturne des systèmes de chauffage et de refroidissement.

- Définir une valeur de consigne de température plus basse pour les fours et fourneaux en mode inactif.
- Éteindre les dépoussiéreurs lorsque l'équipement de production est désactivé.
- Mettre en place un système de code couleurs pour identifier les exigences relatives aux équipements lors des procédures d'arrêt automatique :
 - Rouge (ne jamais arrêter).
 - Jaune (consulter le responsable avant d'arrêter).
 - Vert (toujours arrêter).
- Arrêter les ventilateurs d'extraction pour réduire la perte d'air climatisé.

Mesures minimum requises pour le programme d'arrêt automatique (AA)

- Identification d'un responsable d'arrêt automatique.
- Tenue à jour d'une liste active des équipements qui peuvent être arrêtés.
- Consignation de suivi par les employés d'une formation sur les processus d'arrêt des équipements (quand et comment).
- Consignation des visites énergétiques des usines au repos pour valider l'efficacité du programme.

Gestion du parc



Le parc automobile de Raytheon Technologies est une opportunité de réduction de la consommation d'énergie souvent négligée.

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Une partie peu exploitée mais néanmoins importante des opérations de Raytheon Technologies est le parc automobile utilisé dans le cadre de ses activités. En raison de sa mobilité, le parc automobile de Raytheon Technologies est une opportunité de réduction de la consommation d'énergie souvent négligée. Par conséquent, il est important d'inclure la gestion du parc dans l'élaboration d'un plan de gestion énergétique.

La technologie sans fil a transformé notre approche de gestion des véhicules. La télématique est de mise dans les domaines de la location de véhicule et du transport. S'il ne s'agit pas d'une pratique standard au sein des établissements Raytheon Technologies, la télématique est cependant appliquée aux véhicules dans l'ensemble de l'entreprise. Le contrôle de ces données relève actuellement de la responsabilité de la société de location. Mais ces informations seront un jour gérées par le SCAB de l'établissement. D'ici là, le gestionnaire énergétique doit recourir aux moyens suivants pour gérer la consommation d'énergie du parc.

Création d'un inventaire du parc

L'inventaire des véhicules motorisés doit être créé sur le site ou au niveau régional pour répondre aux questions fondamentales de gestion énergétique : Quelle est la capacité du système que nous essayons de gérer (nombre de véhicules) et quelle quantité d'énergie consomme-t-il (milles par gallon, gallons par an) ? Comme pour d'autres aspects de la gestion énergétique de Raytheon Technologies, un suivi approprié de la consommation de carburant peut révéler des possibilités d'amélioration.

Améliorations faisant suite à l'analyse de données précises sur le parc :

- Optimisation du parc, 38 % de réduction du coût de carburant.
- Efficacité de régulation et de direction, 20 % de réduction du temps de conduite.
- Modification des comportements, 44 % d'amélioration des accidents avec responsabilité.

Ces améliorations n'auraient pas été possibles sans un inventaire précis et une analyse des schémas d'utilisation.

Formation des conducteurs

Les responsables du parc et les responsables ESS doivent faire en sorte que les conducteurs et les véhicules motorisés soient, autant que possible, sans danger et économes en carburant en veillant au respect des protocoles de maintenance. Les sites doivent amorcer un programme 5S de véhicules motorisés pour s'assurer que les véhicules ne transportent pas de charge inutile, ce qui a pour effet de réduire les économies de carburant et risque de générer des problèmes de sécurité.

Gestion du carburant

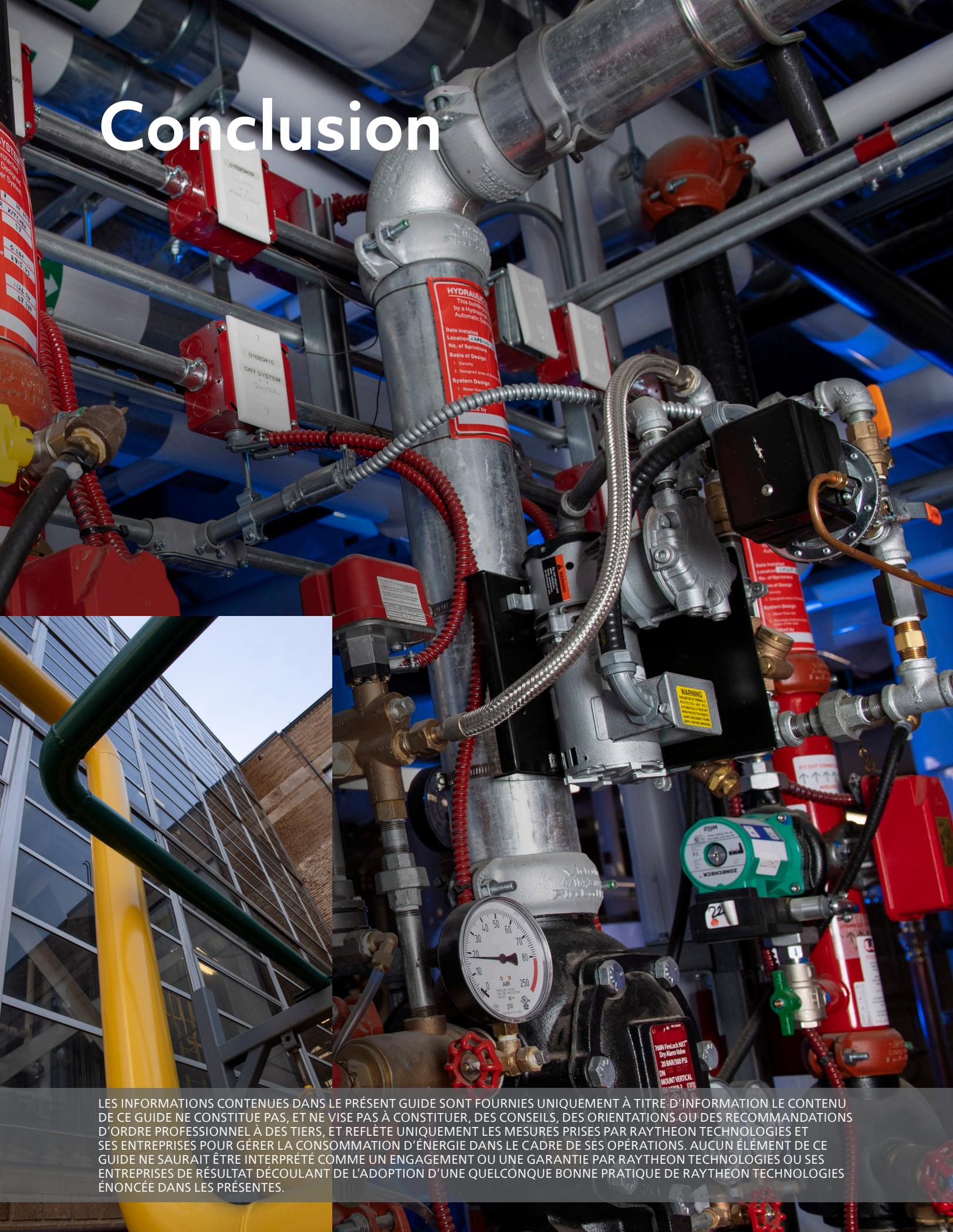
Le seul moyen d'assurer un suivi précis et de rendre compte en permanence des améliorations d'économie de carburant est de suivre la consommation réelle de carburant de tous les véhicules de fonction et de ne pas estimer la consommation de carburant en fonction de la distance parcourue.

Travaillez en collaboration avec des partenaires de gestion du parc pour exploiter la télématique afin d'améliorer la productivité, de réduire la consommation de carburant et d'accroître la sécurité des conducteurs en observant leurs comportements et en optimisant les mesures de maintenance préventive.

Mesures minimum requises pour la gestion du parc

- Tenue d'un inventaire des véhicules motorisés.
- Promotion de la formation des conducteurs et d'une utilisation efficace des véhicules.

Conclusion



LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Nous espérons que cette introduction à la politique de Raytheon Technologies en matière d'économie d'énergie et de réduction des émissions de GES a su éveiller votre intérêt. Nous nous sommes fixé des objectifs agressifs et exigeants. Pour les atteindre, nos employés doivent faire preuve de créativité et de persévérance et nous devons investir dans la mise en œuvre d'une série de solutions techniques.



Annexes



LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.

Annexe A

Règles générales

Énergie des ventilateurs	100 - 1500 pi ³ /min par cv
Énergie des ventilateurs	400 pi ³ /min par tonne d'air climatisé
Taille du refroidisseur	300 - 400 pieds carrés par tonne
Eau du refroidisseur	2,4 GPM par tonne (hausse de 12 °C)
Eau du condensateur	3 GPM par tonne (hausse de 12 °C)
Alimentation électrique du refroidisseur	0,5 - 0,8 kW par tonne
Refroidisseurs, pompes et tours	0,7 - 1,0 kW par tonne
Valeur de consigne de température de l'eau chaude domestique	Valeur de consigne 40 °C
Absorbeurs de vapeur	18 livres de vapeur par tonne
Contrôles de réglage de l'eau chaude de la chaudière	Permet de réaliser 14 % d'économies de coût de chauffage annuel

Équations énergétiques courantes

Climatisation raisonnable	Btu/h	= pi ³ /min × 60 min/h × 0,075 livre/pied cube × 0,24 Btu/livre × ΔT
	Btu/h	= 1,08 × pi ³ /min × ΔT
Climatisation latente	Btu/h	= 60 min/h × 0,075 livre/pied cube × pi ³ /min × ΔH
	Btu/h	= 4,5 × pi ³ /min × ΔH
Chauffage/refroidissement de l'eau	Btu/h	= GPM × 60 min/h × 8,33 livres/gallon × 1 Btu/livre/°F × ΔT
	Btu/h	= 500 × pi ³ /min × ΔT
Puissance électrique	kW	= 0,746 × CV/Rendement du moteur
	kW (triphase)	= $\frac{\text{ampères} \times \text{volts} \times 1,73 \times \text{facteur de puissance} \times \text{rendement du moteur}}{1\,000}$
	Frein CV (triphase)	= $\frac{\text{ampères} \times \text{volts} \times 1,73 \times \text{facteur de puissance} \times \text{rendement du moteur}}{746}$

Conversions du gaz naturel

1 PC (pied cube)	= environ 1 000 Btu
1 CPC	= 100 PC = 1 therm
1 therm	= 100 000 Btu = 100 PC = 0,1 MPC
1 MPC	= 1 000 PC = 10 therms = 1 décatherm
1 MPC	= 1 million Btu = 1 MMBtu
1 MMPC	= 1 000 000 PC = 1 milliard Btu

Annexe B

Facteurs de conversion

Ces unités multipliées par...	...ce facteur se...	...convertissent dans ces unités
Cheval-vapeur (électrique)	0,746	Kilowatts
Lumen	0,001496	Watt
Lumen/pied carré	1	Pieds-bougie
Lux	0,0929	Pieds-bougie
Bar	14,5038	PSI
Barils (pétrole, États-Unis)	42,0	Gallons (États-Unis)
Cheval-vapeur	2 545	Btu/h
Kilowatt-h	3 414	Btu (site)
Chevaux de chaudière (BHP)	33 475	Btu/h
Degrés Celsius	$F = (C \times 1,8) + 32$	Degrés Fahrenheit
Degrés Fahrenheit	$C = (F - 32) \times 0,555$	Degrés Celsius
Gallons (GB)	1,2009	Gallons (liquides États-Unis)
Gallons (GB)	4,546	Litres
Gallons (États-Unis)	3,7854	Litres
Gallons (États-Unis)	0,83267	Gallons (Royaume-Uni)
Therm	100 000	Btu

Annexe C

Glossaire

Demande en électricité – Charge électrique instantanée par site ou équipement (kW). Consommation enregistrée sur votre compteur électrique.

Rendement énergétique annuel (REA) – Exprimé en pourcentage. Le REA indique la quantité d'énergie convertie en chaleur.

Unité thermique britannique (British thermal unit - Btu) – Quantité de chaleur requise pour augmenter la température d'une livre d'eau à un degré Fahrenheit ; soit 252 calories. Cela équivaut approximativement à la chaleur d'une allumette de ménage.

Rendement de combustion – Cette mesure représente la quantité d'énergie de carburant extraite des gaz de combustion. Il s'agit d'une mesure publique stable qui n'inclut pas les pertes de calandre de chaudière ni les pertes de purge. Les pertes identifiées dans ce calcul de rendement sont les pertes de gaz d'échappement. Les pertes de gaz d'échappement indiquent la quantité d'énergie restante dans les gaz de combustion lorsqu'ils s'échappent de la chaudière.

Taux de rendement énergétique (TRE) – Les TRE mesurent le rendement suivant lequel un produit consomme de l'énergie pour fonctionner. Ce taux est calculé en divisant la sortie en Btu par son entrée en watt/h (Wh).

Mesure d'économie d'énergie (MEE)

Pied-bougie (pb) – Unité de mesure de l'éclairage :

(1 pb = 1 lumen/PC).

Gaz à effet de serre (GES)

Échangeur thermique – Dispositif utilisé pour transférer la chaleur d'un milieu à un autre (par exemple, air-air, air-eau).

Kilowatt-heure (kWh) – Taux de consommation d'énergie électrique utilisé pour les factures d'énergie – un millier de watts par heure.

Lux – Unité internationale d'éclairage. Elle équivaut à un lumen par mètre carré.

MMBtu – Une unité d'un million d'unités thermiques britanniques.

Taux de rendement énergétique saisonnier (TRES) – Le TRES est une mesure du rendement de refroidissement d'un climatiseur ou d'une pompe à chaleur. Plus le TRES est élevé, plus le système est efficace pour convertir l'électricité en puissance de refroidissement.

Annexe D

Où obtenir plus d'informations

Calculateur de conversion énergétique en ligne :

<http://www.onlineconversion.com/energy.htm>

**Département de l'énergie des États-Unis
(U.S. Department of Energy - DOE) :**

<http://www.doe.gov>

**Agence américaine pour la protection de
l'environnement (U.S. Environmental Protection
Agency - (EPA) changement climatique :**

<http://www.epa.gov/climatechange>

**Green Home Guide du Green Building Council
des États-Unis :**

<http://www.greenhomeguide.org> and

<http://www.greenbuild365.org>

World Resources Institute (WRI) :

<http://www.wri.org>

**Dsire (Database of State Incentives for
Renewables & Efficiency)**

<http://www.dsireusa.org>

LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LE PRÉSENT GUIDE SONT FOURNIES UNIQUEMENT À TITRE D'INFORMATION LE CONTENU DE CE GUIDE NE CONSTITUE PAS, ET NE VISE PAS À CONSTITUER, DES CONSEILS, DES ORIENTATIONS OU DES RECOMMANDATIONS D'ORDRE PROFESSIONNEL À DES TIERS, ET REFLÈTE UNIQUEMENT LES MESURES PRISES PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES ET SES ENTREPRISES POUR GÉRER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE CADRE DE SES OPÉRATIONS. AUCUN ÉLÉMENT DE CE GUIDE NE SAURAIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UN ENGAGEMENT OU UNE GARANTIE PAR RAYTHEON TECHNOLOGIES OU SES ENTREPRISES DE RÉSULTAT DÉCOULANT DE L'ADOPTION D'UNE QUELCONQUE BONNE PRATIQUE DE RAYTHEON TECHNOLOGIES ÉNONCÉE DANS LES PRÉSENTES.



Raytheon Technologies
1000 Wilson Blvd.
Arlington, VA 22209
781-522-3000

Rejoignez-nous



www.rtx.com

© 2022 Raytheon Technologies Corporation.
Tous droits réservés ECX_4519539 (10/22)