

# 3<sup>ème</sup> Webinaire de formation: EE dans les technologies du bâtiment et de l'industrie

Programme d'appui à l'efficacité énergétique

18 Décembre 2018



# Présentateur

**Yann Garneau**

Ingénieur, efficacité énergétique  
et énergie renouvelable

ECONOLER

---



# Part A: Bâtiments

Applications dans les bâtiments

# Ordre du jour – Partie A: Bâtiments

**1. Priorisation des investissements**

**2. Systèmes de gestion des bâtiments**

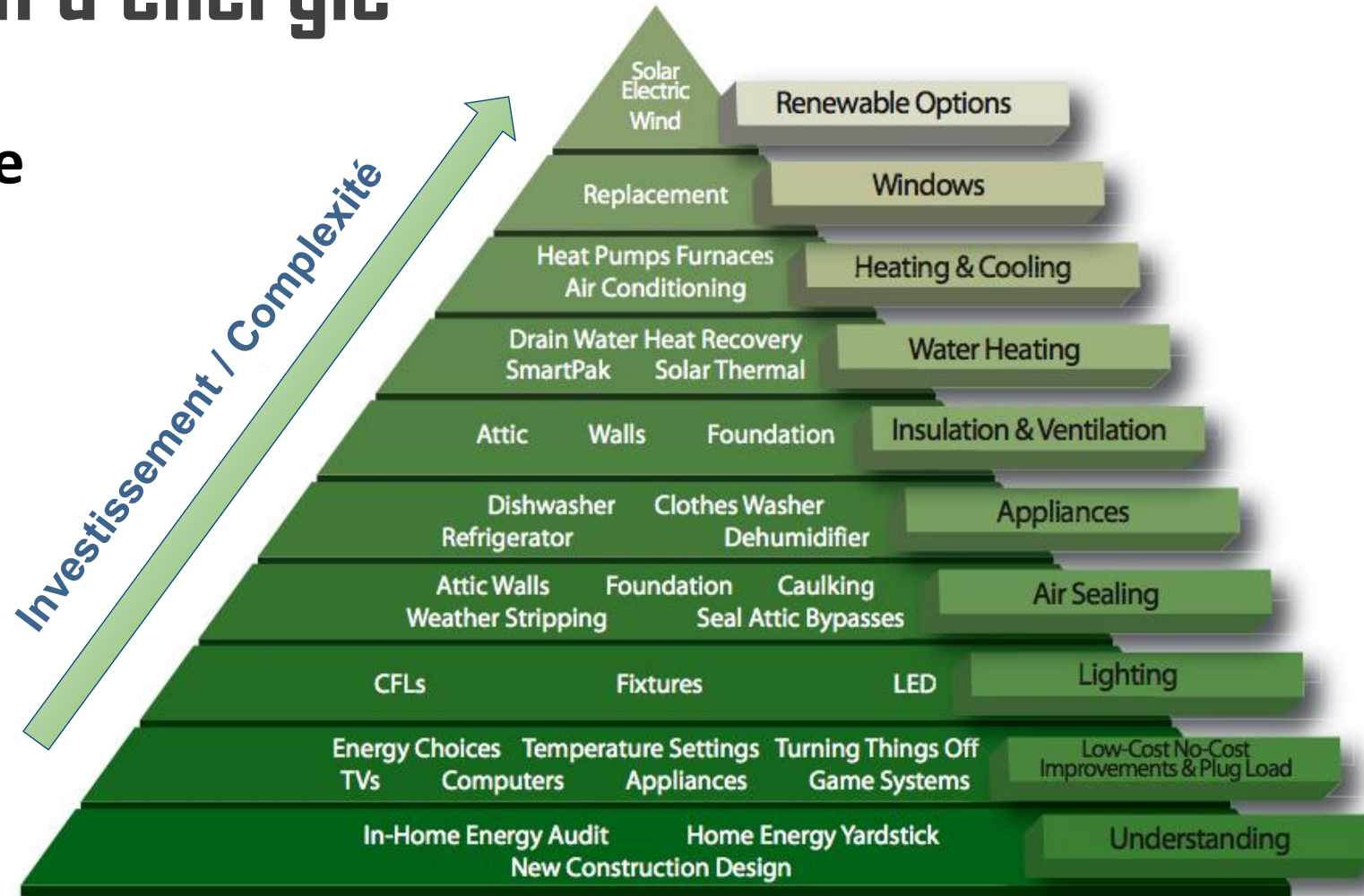
**3. Éclairage**

**4. Climatisation**

**5. Refroidisseurs**

# Priorisation des investissements : La pyramide de conservation d'énergie

La pyramide de conservation d'énergie



Source : Minnesota Power

# Interdépendance des mesures d'EE et d'ER

## Exemples pour les mesures d'efficacité énergétique:

- Les projets d'**éclairage** devraient être calculés / mis en œuvre avant les améliorations aux **équipements de climatisation**
  - La réduction de la charge de climatisation permet de réduire la capacité requise du refroidisseur
- Les projets d'ajout de **films solaires** devrait être calculé / mis en œuvre avant les améliorations aux **équipements de climatisation**
  - La réduction de la charge de climatisation devrait être considérée
  - La réduction de la capacité requise du refroidisseur influence le coût total du projet

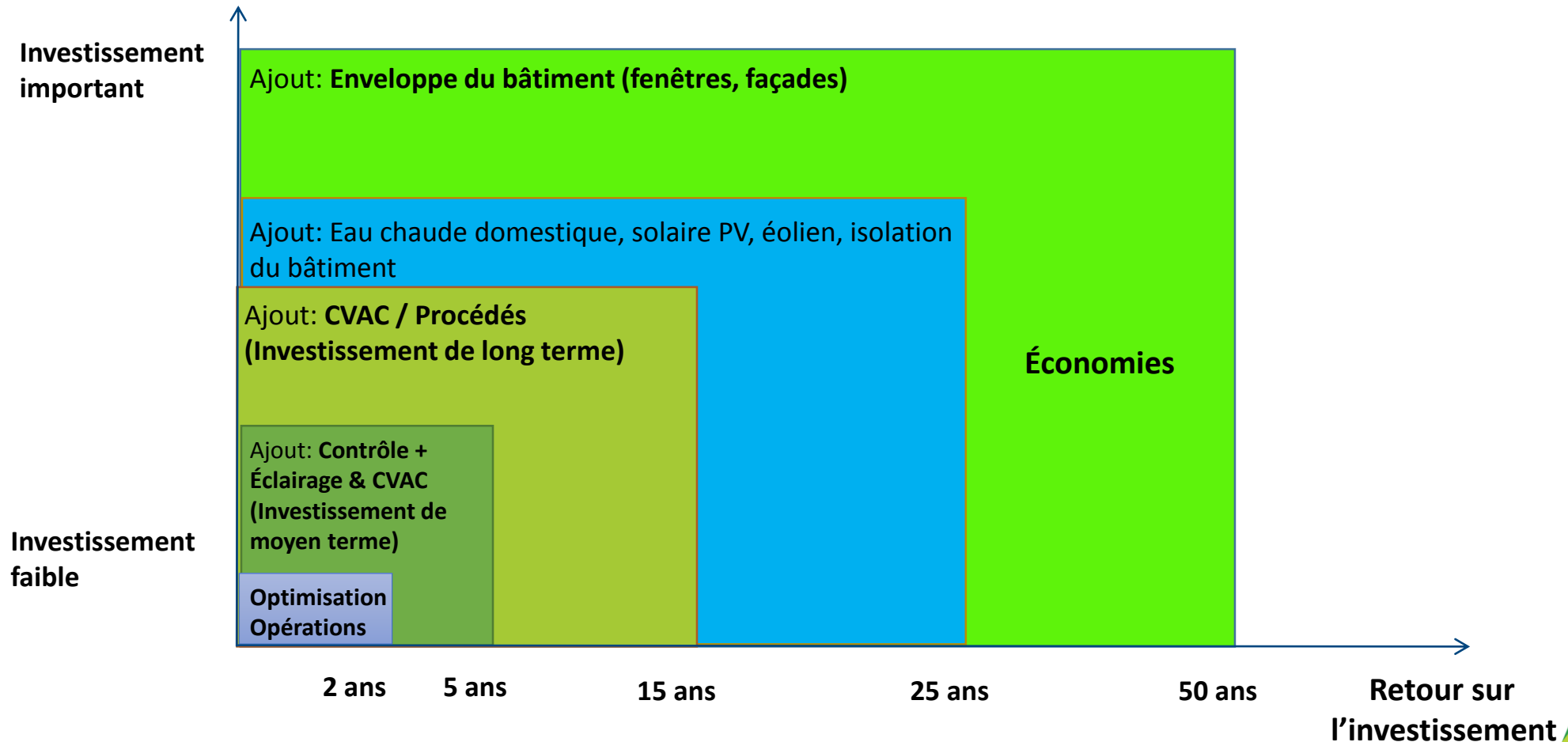


## Exemple pour les mesures d'énergie renouvelable

- Les projets d'**aérateurs**, de **pommes de douche à débit réduit** et de **dispositifs de récupération de chaleur** devraient être calculés / mis en œuvre avant de considérer et de dimensionner un **système d'eau chaude à l'énergie solaire**
- La mise en œuvre de mesures de conservation d'énergie et d'efficacité énergétique permet de réduire la capacité requise des équipements d'énergie renouvelable

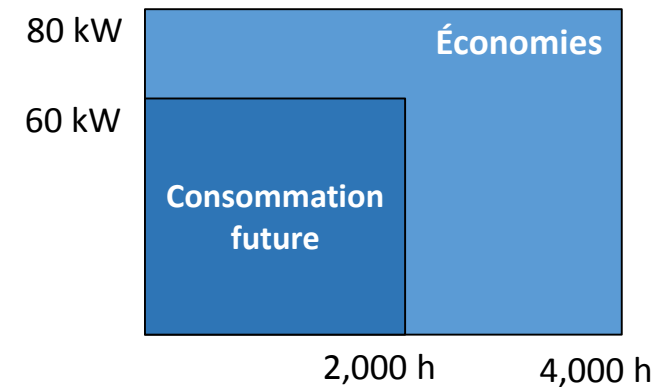


# Taille de l'investissement, économies et retour sur l'investissement



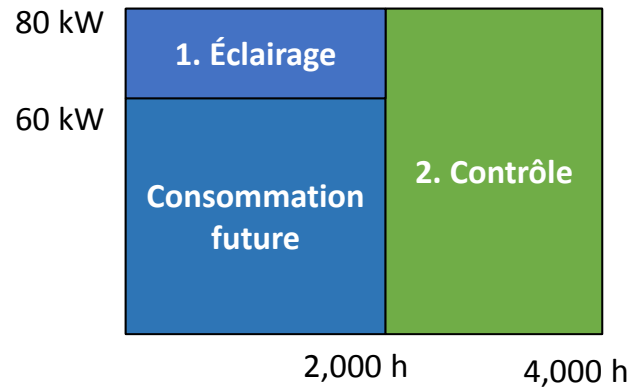
# Ordre de présentation de mesures

- L'ordre dans lequel les mesures d'économie d'énergie sont calculés et mise en œuvre influence les économies d'énergie et le retour sur l'investissement des projets combinés
- Le calcul et la mise en œuvre des mesures d'économie d'énergie à haut rendement et retour sur l'investissement rapide réduit l'intérêt des clients pour les mesures qui requiert un plus gros investissement et un retour sur l'investissement plus long
- Solution: Présenter les mesures dans un ordre qui avantage l'ensemble des périodes de retour sur l'investissement
- Exemple: Projet de remplacement de l'éclairage et ajout d'un système de contrôle



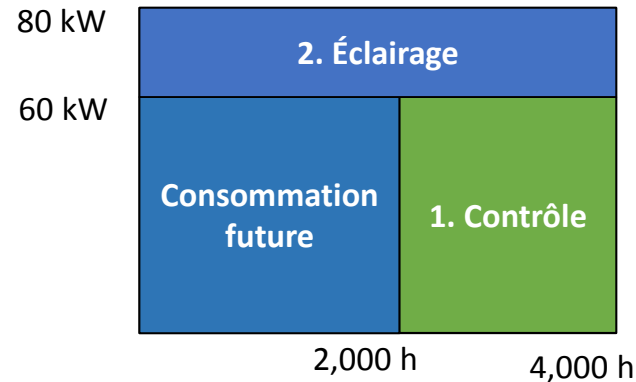


# Ordre de présentation de mesures



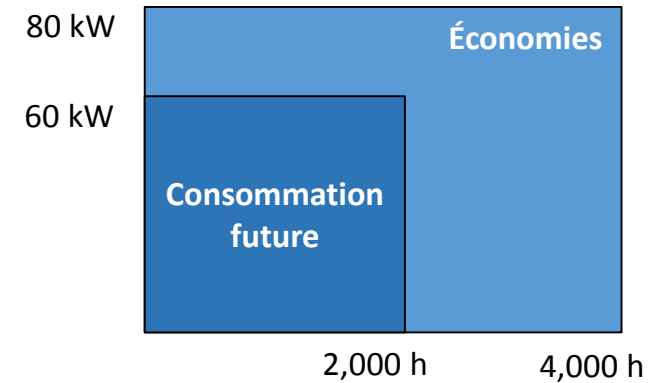
## Mise en œuvre de la mesure de contrôle en premier

- Réduction des heures d'utilisation de 50%
- Retour sur l'investissement : 6 mois
- La rentabilité de la mesure de remplacement de l'éclairage est alors affectée et semble moins attrayante
- Retour sur l'investissement : 9,6 ans (Rejeté)



## Mise en œuvre de la mesure de remplacement de l'éclairage en premier

- Heures d'opération : 4 000 heures
- Retour sur l'investissement : 4,8 ans (beaucoup mieux)
- Ajout des contrôles ensuite.
- Retour sur l'investissement: 1,4 ans (Encore raisonnable)
- L'ordre de présentation des mesures importe du point de vue du client

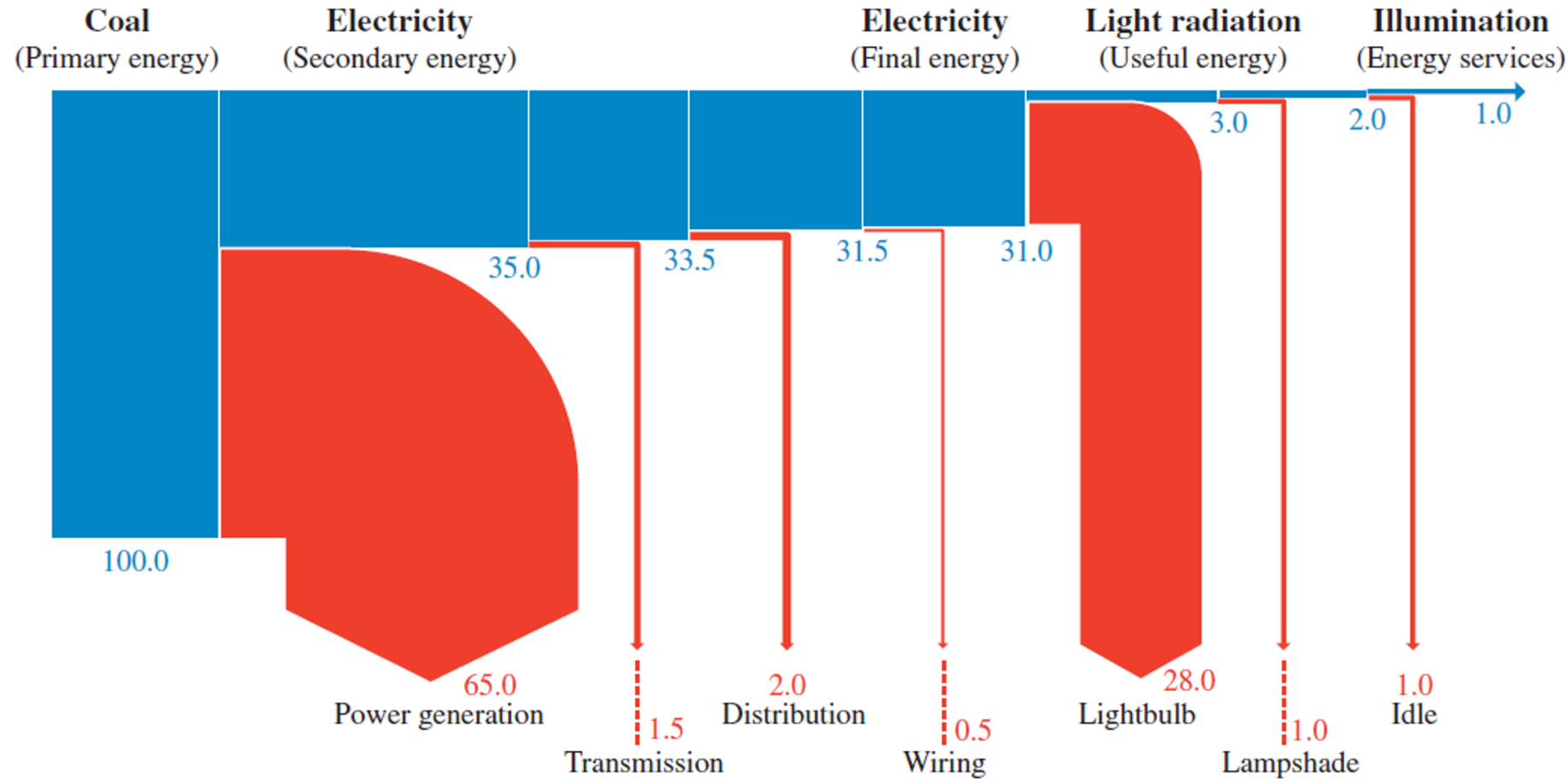


## Mesures combinées

- Retour sur l'investissement: 2,3 ans
- Important: On doit tout de même calculer les économies une mesure à la fois

# Présenter l'utilisation de l'énergie de l'énergie primaire jusqu'au service énergétique

- **Example:** Service rendu par l'éclairage à partir du charbon (Diagramme de Sankey)

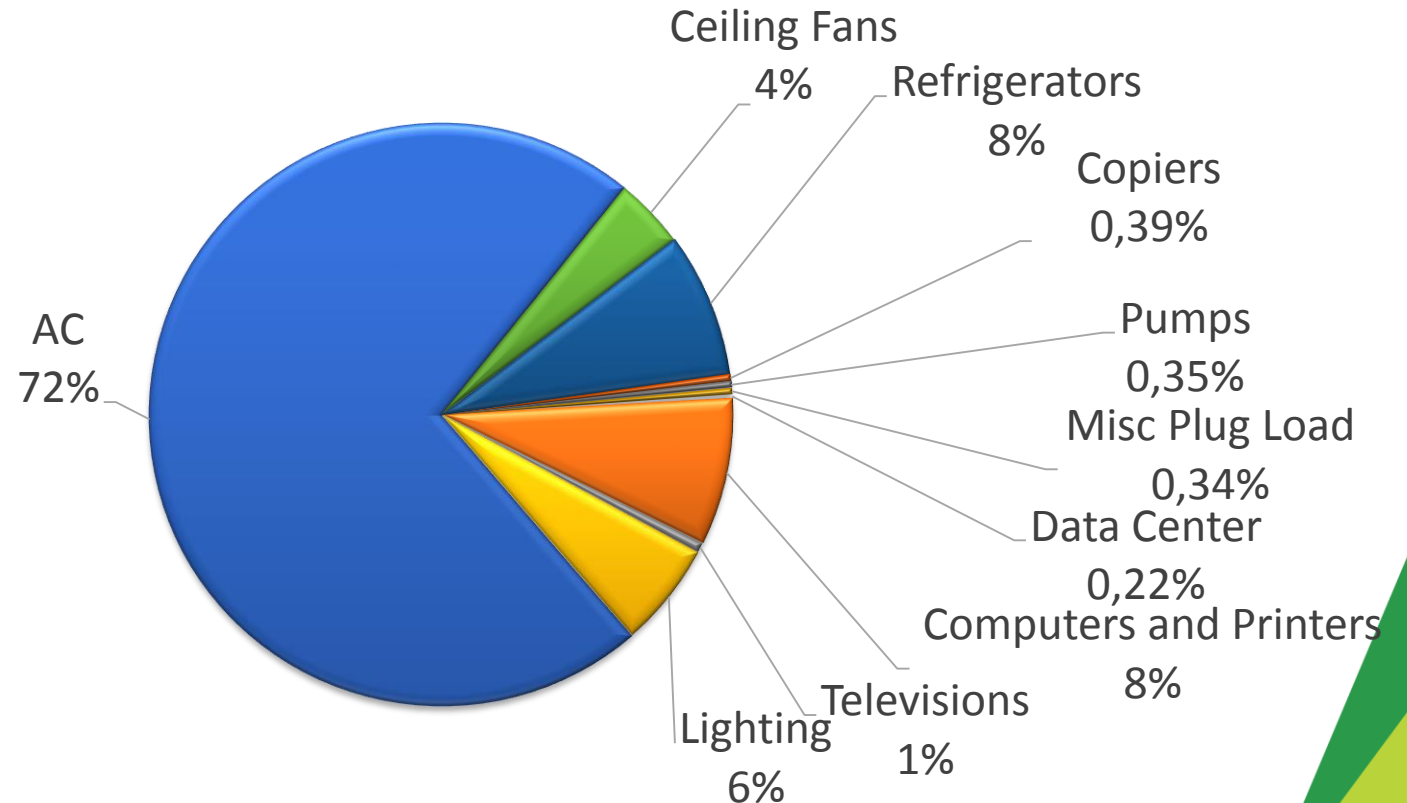


Source: GEA, 2012: Global Energy Assessment  
– Toward a Sustainable Future

# Exemple de bilan énergétique: Hôtel au Ghana

## Bilan énergétique

- Peut être élaboré à la fois pour l'énergie et pour la demande (puissance)
- Peut faire partie d'une analyse comparative (benchmarking) par rapport aux moyennes du marché et aux meilleures pratiques
- Identification des systèmes plus énergivores sur le site
- Réduction du risque de surestimation ou de sous-estimation des mesures



# Ordre du jour – Partie A: Buildings

1. Priorisation des investissements

2. Systèmes de gestion des bâtiments

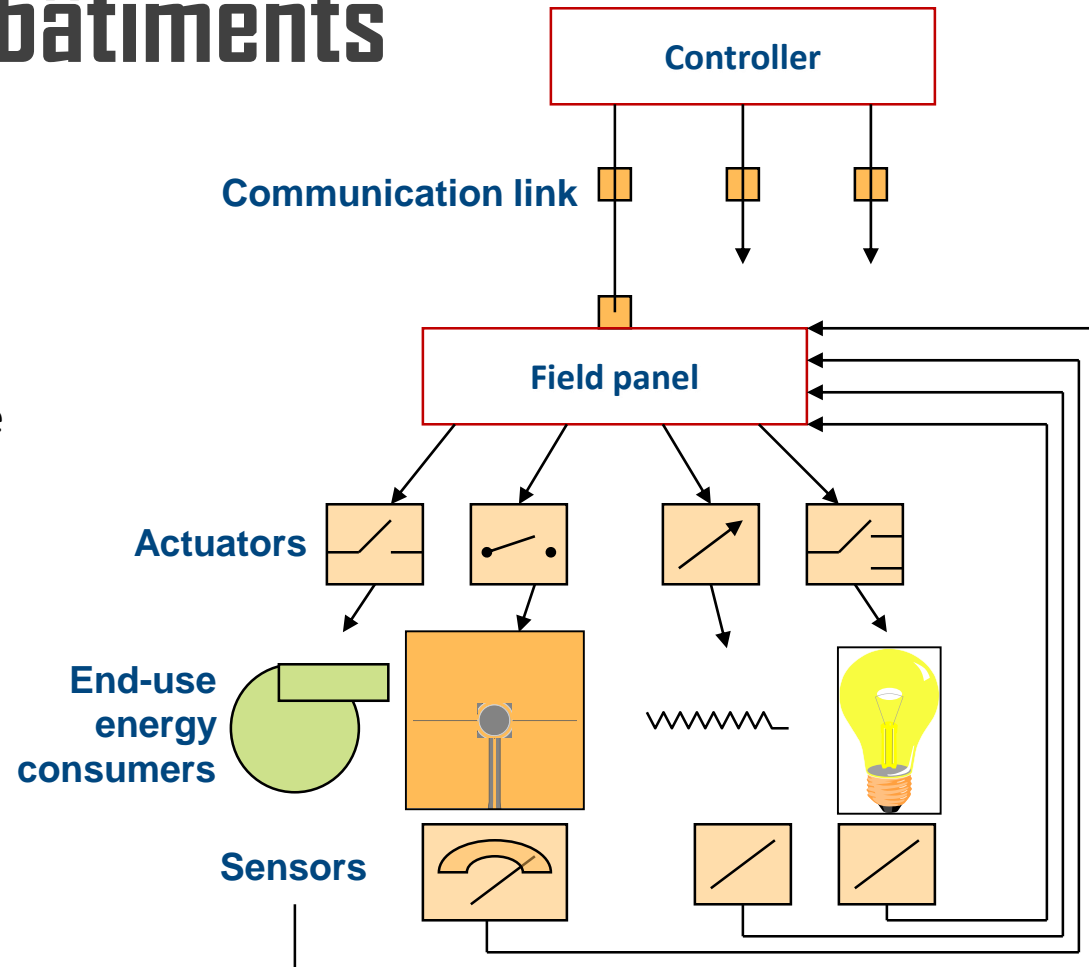
3. Éclairage

4. Climatisation

5. Refroidisseurs

# Systemes de gestion des bâtiments

- Centralisation des contrôles
  - Ajustements et diagnostics à distance
  - Peut rendre certains bâtiments beaucoup plus efficace
  - Peut inclure des mesures de gestion de l'énergie
- Fonctions plus communes de gestion de l'énergie
  - Contrôle des arrêts et départs
  - Fonction d'ajustement automatique point de consigne (Temperature Setback)
  - Contrôle de débit
  - Contrôle incluant l'enthalpie (pour l'air neuf extérieur)
  - Optimisation des refroidisseurs et chaudières
  - Gestion des cycles de fonctionnement des équipements (Duty cycling)
  - Programmation d'algorithmes PID (à la place de P) (P: Proportionnel; I: intégral; D: différentiel)
  - Surveillance d'alarmes des équipements



# Ordre du jour – Partie A: Buildings

1. Priorisation des investissements

2. Systèmes de gestion des bâtiments

3. Éclairage

4. Climatisation

5. Refroidisseurs

# Éclairage: Définitions

## Définitions de termes communs en éclairage

- **Lumen:** unité de mesure de la quantité de lumière visible émise par une source de lumière (symbole: lm)
- **Lux:** mesure de l'éclairement pour une superficie donnée en  $\text{lm}/\text{m}^2$  (symbol: lx)
- **Efficacité lumineuse:** mesure de l'efficacité d'un équipement à produire de la lumière; il s'agit du ratio entre la quantité de lumière émise et la puissance électrique utilisée en  $\text{lm}/\text{W}$
- **Température de couleur:** caractérisation des sources de lumière par comparaison à un matériau idéal émettant de la lumière uniquement par l'effet de la chaleur. (Unité: Kelvin)

# Éclairage: Niveau d'éclairement recommandé

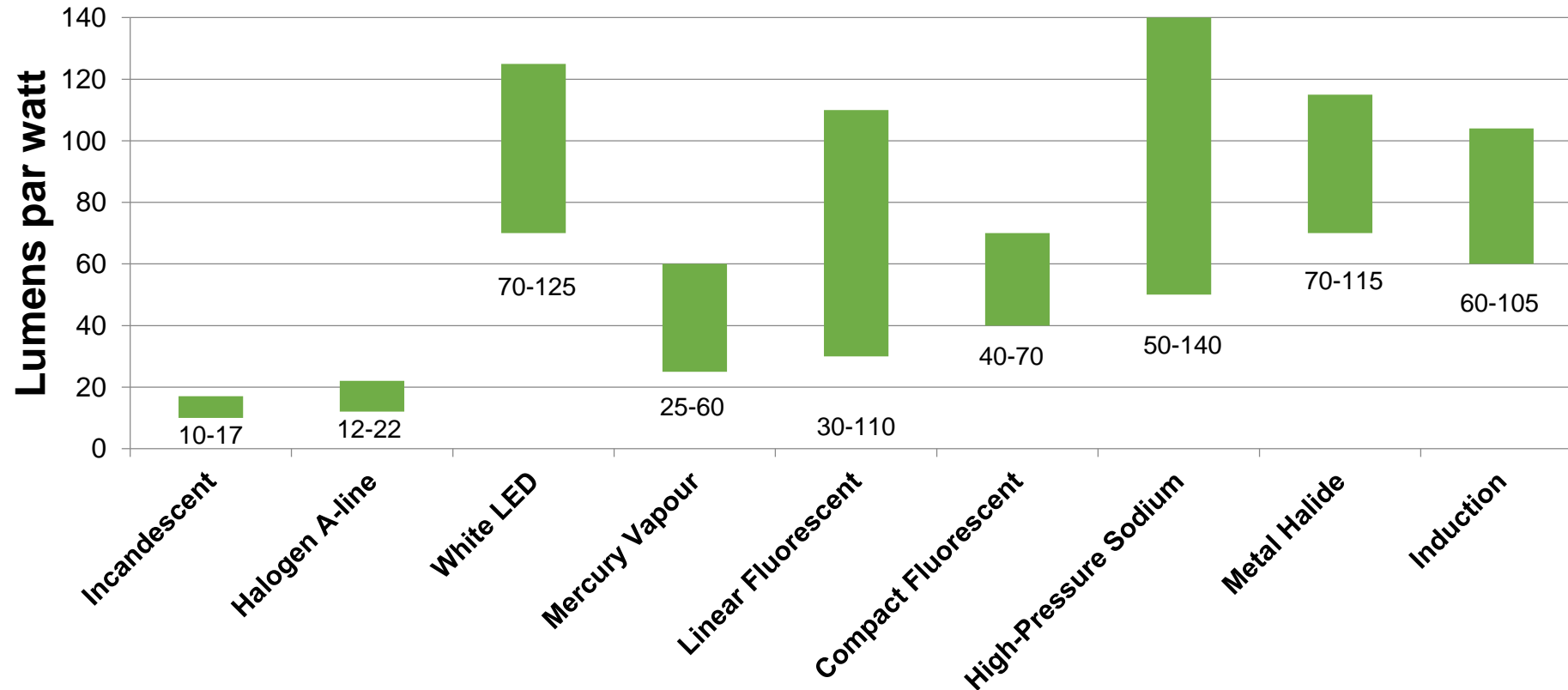
## Niveau d'éclairement recommandé par l'Illuminating Engineering Society (IES)

<b>Application</b>	<b>Lux</b>
• Bureau, général	300-500
• Auditorium	400
• Salles de bain	100-300
• Salle à manger	100
• Salle de conférence	300-500
• Escaliers et corridors	50-100

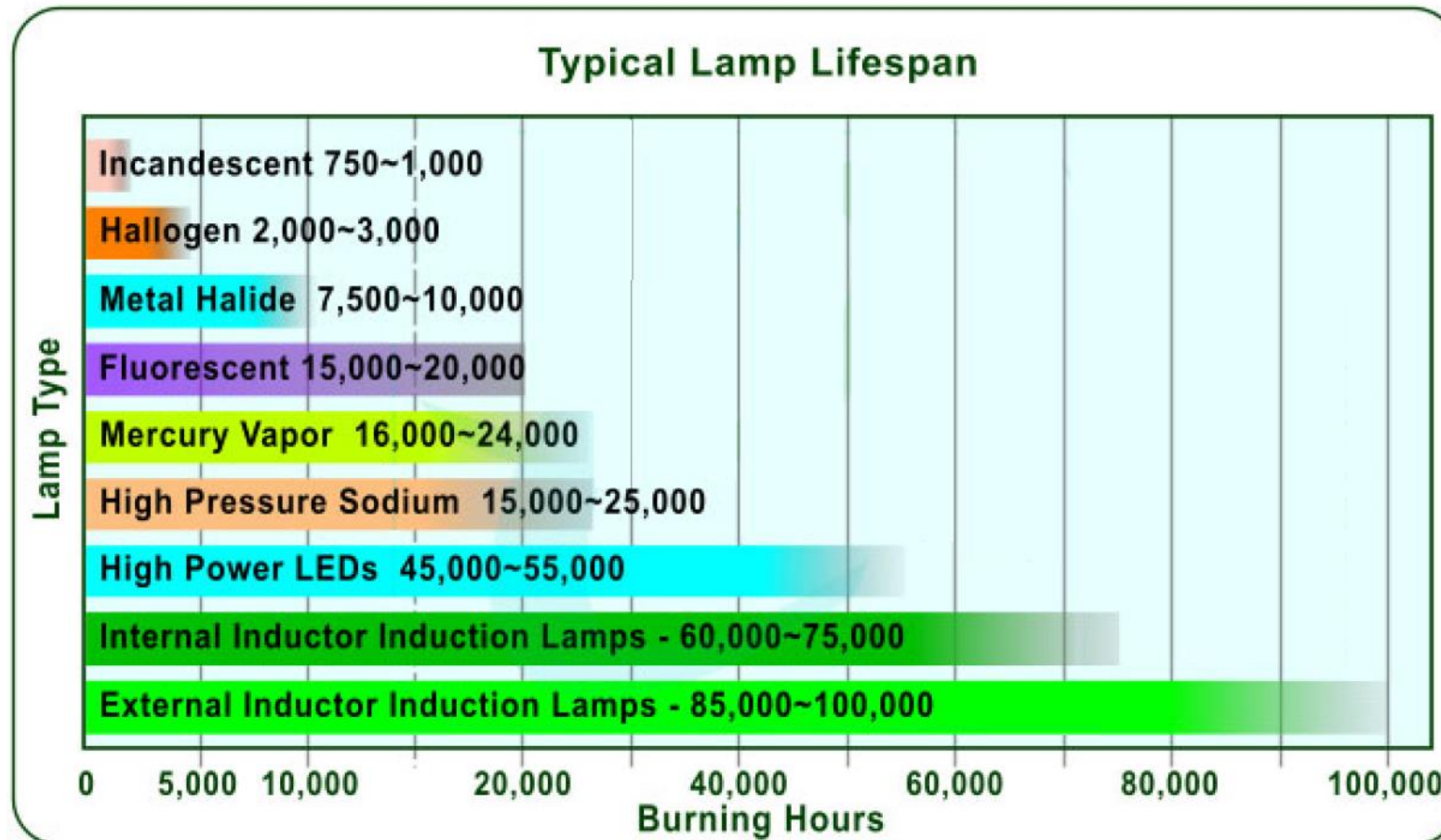
<b>Extérieur</b>	<b>Lux</b>
• Routes locales	3 to 8
• Autoroute	6 to 14



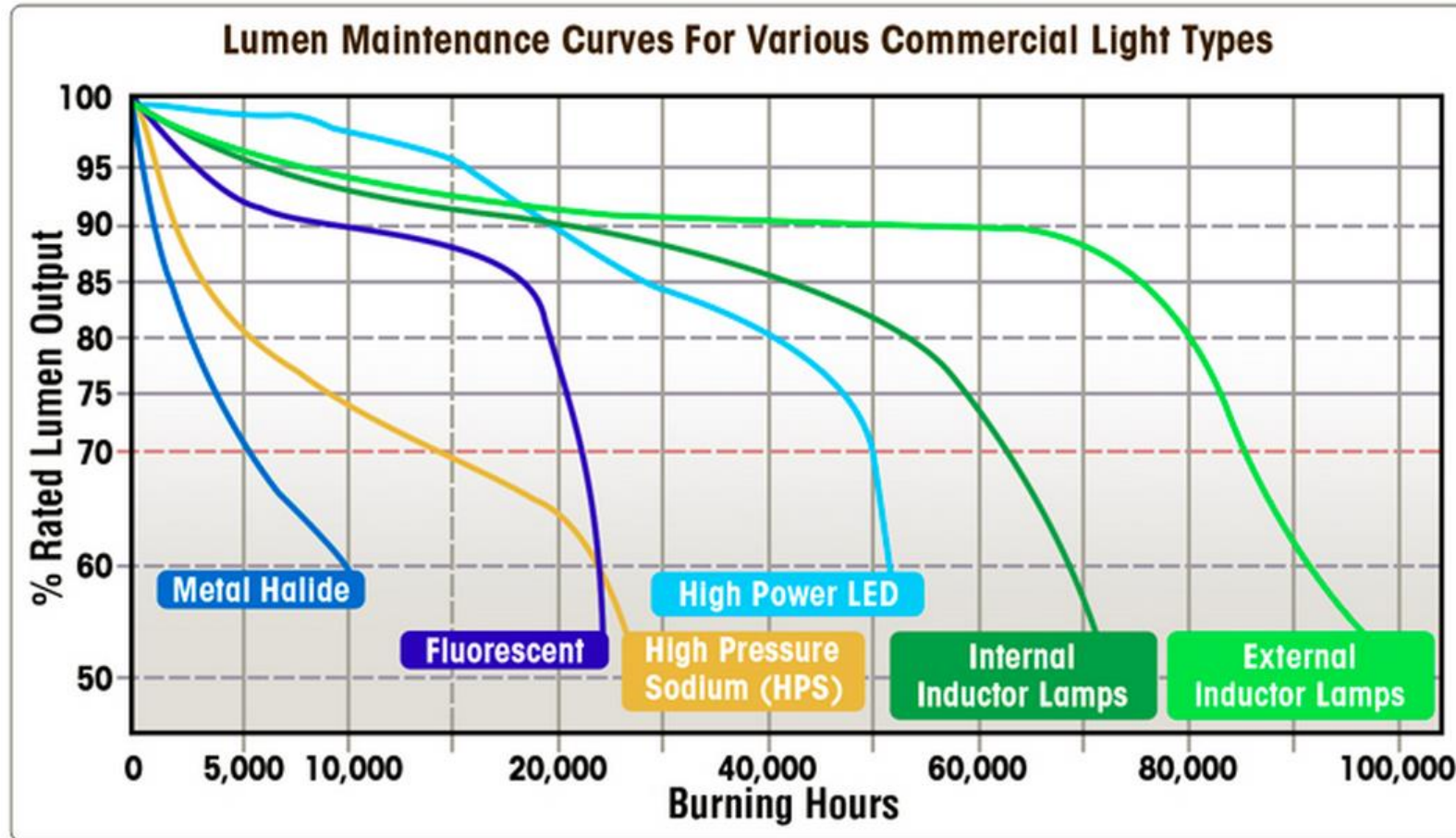
# Éclairage: Types de luminaires et efficacité



# Éclairage: Durée de vie typique



# Éclairage: Maintien de l'intensité lumineuse



# Éclairage: Audit

- Niveau d'éclairage (Lux):
  - Utiliser un luxmètre pour vérifier le niveau d'éclairage pour différentes zones
  - Comparer le niveau d'éclairement aux niveaux définis par les meilleures pratiques (e.g.: office = 350 lux)
  - Identifier les zones qui sont suréclairées et sous-éclairées
- Puissance électrique par unité de superficie ( $W/m^2$ ):
  - Bon indicateur de l'efficacité pour un type d'application donnée
  - Analyse comparative pour des applications similaires
  - Par exemple, classe:
    - Existant:  $19 W/m^2$
    - Remplacement:  $8,6 W/m^2$



# Éclairage: Audit

- Comparaison de l'occupation et des heures d'opération
  - Valider l'horaire de l'éclairage pour les différentes zones du bâtiments
  - Information à obtenir des opérateurs du bâtiment, ou encore par une campagne de mesurage
- Vérifier l'état des lampes (verre)
  - Le verre décoloré et détérioré retient une large portion de la lumière
- Vérifier l'état des luminaires et réflecteurs
  - Un réflecteur dont la surface devient de couleur jaunâtre n'est plu efficace
- Autres facteurs à considérer:
  - Les facteurs de ballast devraient être considérés pour des fluorescents et des lampes à décharge à haute intensité (High-intensity discharge lamps; HIDs) (e.g. pas de facteur de ballast pour les luminaires et lampes à DEL)
  - Il est possible de mesurer le facteur de puissance de l'éclairage. Un facteur de puissance bas est un indicateur de ballasts de basse qualité et efficacité
  - Attention à la fraction des lampes hors d'usage lors des audits (%)

# Éclairage: Règles du pouce

- Les luminaires à DEL utilise de 5 à 6 fois moins de puissance électrique qu'une ampoule incandescente
- Les fluorescents T12 and T8 peuvent être remplacés par des luminaires à DEL de 12 à 20 W
- Les enseignes de Sortie de secours devraient être remplacés par des unités à DEL
- La plupart des projets de remplacement de l'éclairage se font aujourd'hui vers des luminaires ou tubes à DEL

# Éclairage: Améliorations possibles

- Séparation des applications et des niveaux d'éclairage:
  - Fournir l'éclairage minimum requis (e.g. éclairage plus élevé directement au dessus de la surface de travail)
  - Séparer les différentes sections du bâtiment en zones d'éclairage
- Contrôles:
  - Un système de contrôle central augmente l'efficacité
  - Fermeture de l'éclairage dans les zones inoccupées
  - Optimisation des heures d'opération
  - Cellules photoélectrique, détecteurs de mouvements
  - Contrôle de l'éclairage via des luminaires adressables (par ex.: Digital Addressable Lighting Interface - DALI)

# Éclairage: Améliorations possibles

- Rentabilité et retour sur l'investissement pour différentes mesures d'éclairage dans les bâtiments

Mesures d'éclairage	Période de retour sur l'investissement (années)
Utilisation de panneaux de sortie au DEL	< 5
Remplacement des ampoules incandescentes par du DEL	2 to 4
Installation de ballasts à faible consommation énergétique	1 to 2
Contrôles avec détecteurs d'occupation, horaire, cellules photoélectriques	< 1
Modulation de l'intensité lumineuse de l'éclairage en fonction de la lumière naturelle (cellules photoélectriques)	5 to 6
Utilisation de lampes de table pour réduire la consommation globale du bâtiment	1 to 2



# Ordre du jour – Partie A: Buildings

1. Priorisation des investissements

2. Systèmes de gestion des bâtiments

3. Éclairage

4. Climatisation

5. Refroidisseurs

# Climatisation: Unités de toit (rooftops) et unités bi-blocs (split units)

- Capacité: 1.5–130 tonnes
- Efficacité: 1.2 and 1.6 kW/ton
- Opération: Expansion directe
- Recommandé pour des charges de climatisation moins grande (moins de 100 tonnes)
- Pour des charges de climatisation plus grande (plus de 100 tonnes), il est recommandé d'utiliser un refroidisseur (chiller), des systèmes à débit de réfrigérant variable (VRF) pour une meilleure efficacité
- Durée de vie: 15 ans

# Climatisation: Thermopompes

- Mesure de l'efficacité
  - Coefficient de performance (COP) (Normalement entre 2.5 to 5)
  - $$\text{COP} = \frac{\text{Refrigeration or heating capacity (kW)}}{\text{Energy input (kW)}}$$
  - Autres mesures de l'efficacité: SCOP, EER, SEER, etc.
  - Attention à la température intérieure et extérieure qui accompagne l'efficacité des équipements
- Applications centralisées et décentralisées

# Ordre du jour – Partie A: Buildings

**1. Priorisation des investissements**

**2. Systèmes de gestion des bâtiments**

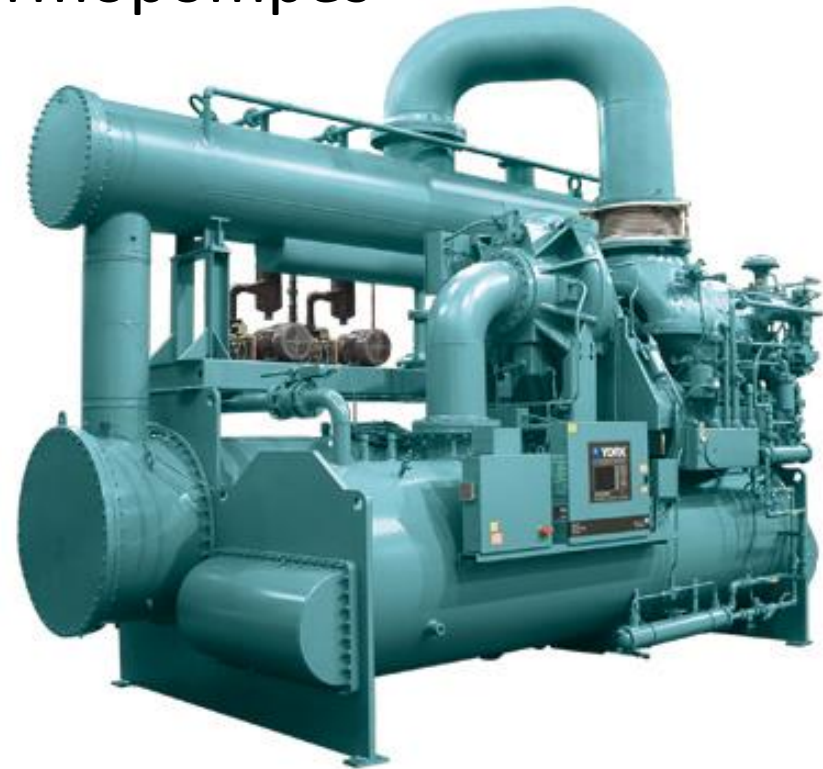
**3. Éclairage**

**4. Climatisation**

**5. Refroidisseurs**

# Refroidisseurs

- Même principe d'opération que les thermopompes
- Valves d'expansion
- Condenseurs



# Types de refroidisseurs

## 1. Compresseur à pistons (Reciprocating)

- Première technologie développée, largement utilisé
- Mouvement alternatif avec des pistons dans des cylindres
- Ouvert, semi-hermétique ou hermétique
- Existe pour une large gamme de capacités
- Efficacité: 1.1 to 1.2 kW/tonne
- Plus souvent refroidit à l'air: peut être placés sur les toits

## 2. Compresseur à volutes (Scroll)

- Relativement nouveau sur le marché
- Moins de partie mobiles
- Plus résistants
- De 10 à 15% plus efficace que pour un refroidisseur avec compresseur à pistons
- Tendance à remplacer les compresseurs à pistons pour les plus petites applications
- Efficacité: 0.80 to 0.95 kW/tonne

# Types de refroidisseurs

## 3. Compresseur à vis (Screw)

- Utilité depuis longtemps pour l'air comprimé
- Surtout utilisés pour les refroidisseurs d'eau
- Efficacité proche des refroidisseurs à compresseur centrifuge (0.7 kW/tonne)
- Capacité: de 50 à 250 tonnes
- Ouvert ou semi-hermétique

## 4. Compresseur centrifuge

- Utilisé pour les refroidisseurs d'eau depuis longtemps
- Efficacité jusqu'à 0.52 kW/tonne
- Type: Ouvert ou semi-hermétique
- Capacité: environ 50 à 250 tonnes
- Refroidi à l'eau (tour d'eau): Plus difficile à utilisé dans des climats humides

# Refroidisseurs: Types de condenseurs

## Refroidi à l'air

- Les condenseurs refroidis à l'air refroidissent le réfrigérant avant qu'il retourne au compresseur

## Refroidi à l'eau

- Les condenseurs refroidis à l'eau refroidissent le réfrigérant avant qu'il retourne au compresseur
- Ils sont plus efficaces que les condenseurs refroidis à l'air



# Refroidisseurs: Améliorations possibles

- Mesures simples pour les refroidisseurs
  - Contrôle de la température d'eau froide (Chilled water temperature reset) (Basé sur les sondes de température de pièce, la température extérieure et la température de retour d'eau froide)
  - Contrôle de la température au condenseur
  - Refroidissement gratuit (Free cooling) (lorsque la température extérieure est suffisamment basse)
- Attention: Toujours prendre en compte les besoins en déshumidification pour les mesures de contrôles et dans le design.

# Refroidissement: Stockage du froid (cool storage)

- Le stockage du froid peut être une option intéressante pour les gros bâtiments où l'eau refroidie doit être disponible toute l'année et dans les pays où la demande en puissance est dispendieuse.
- Stockage de glace solide (Banques de glace) (Solid ice storage; ice banks):
  - Système avec une série de serpentins (coils) où le réfrigérant circule. La glace se forme autour des serpentins puis l'eau gèle
  - Capacité: jusqu'à 200 tonnes-heures
- Réservoirs d'eau froide :
  - Peut aussi être utilisé pour le stockage d'eau chaude (dépendant de la saison)
- Le stockage peut être complet ou partiel.
  - Stockage complet: Durant les périodes hors pointe, les compresseurs génèrent une grande quantité d'eau froide ou de glace. Durant les périodes de pointe, l'eau ou la glace est utilisée pour subvenir aux besoins en refroidissement.
  - Stockage partiel: Les refroidisseurs fonctionnent de façon continue en rechargeant le stockage en période hors pointe et en aidant à subvenir aux besoins de refroidissement durant les périodes de pointe.

# Chauffage et refroidissement: Calculs simples de consommation énergétique

- Deux méthodes simples pour le calcul des charges énergétique de chauffage et de refroidissement:
  - Méthode des degrés-jours: Fait correspondre la température extérieure moyenne pour une journée à l'énergie requise pour refroidir ou chauffer au-delà d'une température d'équilibre près du point de consigne de la pièce (normalement 18°C comme température d'équilibre pour le chauffage)
    - À utiliser prudemment puisque la température d'équilibre peut varier d'un type de bâtiment à l'autre
    - Un facteur de correction devrait être utilisé pour tenir compte de la masse thermique des bâtiments (qui réduit les besoins en refroidissement et en chauffage)
  - Méthode Bin: Devrait être utilisé lorsque le paramètre d'efficacité d'un équipement varie en fonction de la température extérieure. Un « bin » est un intervalle de température pour lequel l'efficacité est approximée constantes
    - Plus précis puisque l'efficacité peut être ajustée en fonction de la température extérieure
    - Le logiciel RETScreen peut être utilisé pour obtenir des données de température extérieure par heure (Module Performance) qui peut ensuite être utilisé pour faire un fichier Bin dans Excel.

# Partie B: Technologies dans l'industrie

Applications dans l'industrie

# Ordre du jour – Partie B: Technologies dans l'industrie

**1. Technologies couramment utilisées dans les applications industrielles**

**2. Réfrigération**

**3. Air comprimé**

**4. Moteurs et entraînements**

**5. Chaudières**

**6. Q&R**

# Technologies utilisées dans la région

	Commun dans la région CÉDÉAO?	Besoins de formation perçus
<b>Générateurs Diesel</b>	Très commun	Besoins de formation faibles <i>(expérience significative / complexité moyenne)</i>
<b>Réfrigération</b>	Commun	Besoins de formation élevés <i>(peu d'expérience / complexité moyenne)</i>
<b>Air comprimé</b>	Quelques entreprises industrielles	Besoins de formation élevés <i>(peu d'expérience / complexité moyenne)</i>
<b>Moteurs et entraînements</b>	Commun	Besoins de formation moyens-élevés <i>(un peu d'expérience / grande complexité)</i>
<b>Vapeur</b>	Quelques entreprises industrielles	Besoins de formation moyens <i>(un peu d'expérience / complexité moyenne)</i>
<b>Chaudières</b>	Commun	Besoins de formation faibles <i>(peu d'expérience / peu de complexité)</i>
<b>Pompes à chaleur</b>	Pas très commun	Besoins de formation moyens <i>(peu d'expérience / complexité moyenne)</i>

# RÉFRIGÉRATION

1. Technologies couramment utilisées dans les applications industrielles

2. Réfrigération

3. Air comprimé

4. Moteurs et entraînements

5. Chaudières

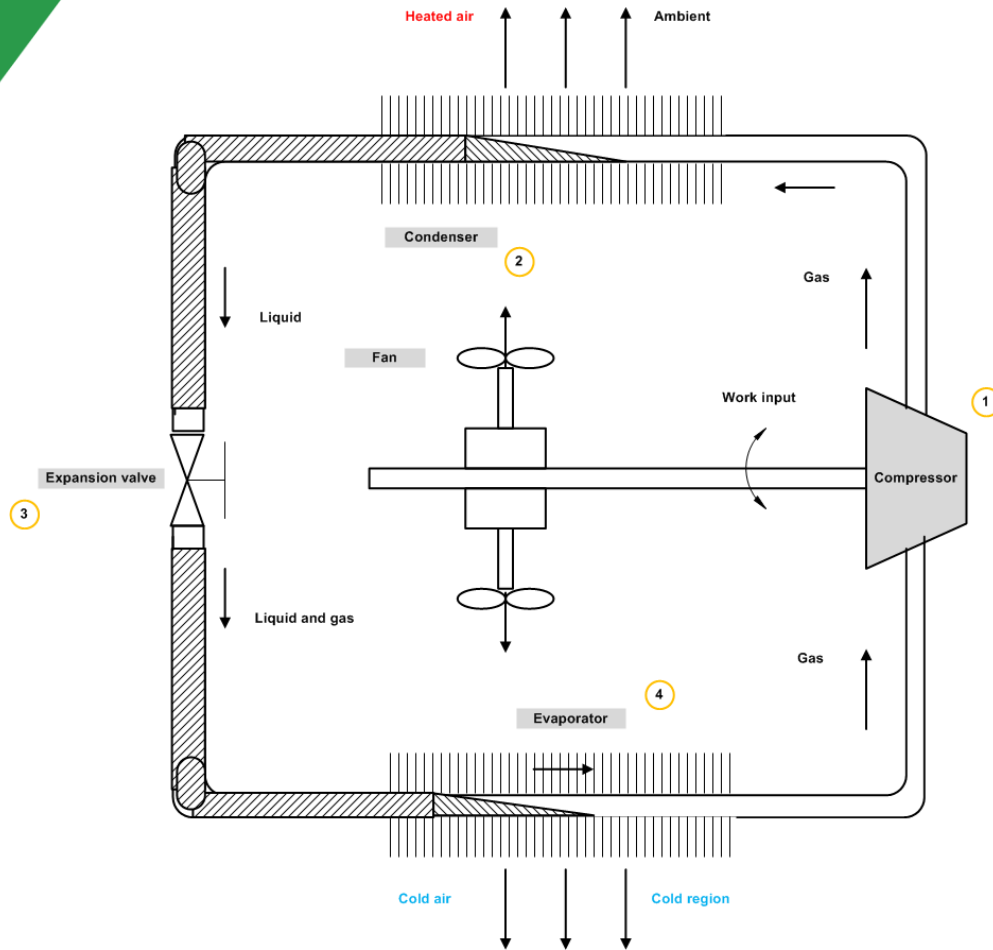
6. Q&R

# Quels sont les systèmes de réfrigération?

- Les systèmes de réfrigération sont des **équipements énergivores** ayant des impacts environnementaux significatifs.
- Il existe de **nombreux types de systèmes de réfrigération**, ceux-ci étant conçus pour répondre aux nombreux besoins de refroidissement dans les environnements résidentiels, commerciaux et industriels. Les plus populaires sont:
  - Systèmes de réfrigération à compression de vapeur,
  - Systèmes de réfrigération par absorption,
  - Systèmes de réfrigération air-standard,
  - Systèmes de réfrigération à éjecteur à jet,
  - Réfrigération thermoélectrique,
  - et réfrigération thermo acoustique.
- Les équipements les **plus courants utilisent le cycle à compression de vapeur** qui comporte quatre composants de base et un réfrigérant.



# Les 4 étapes du cycle à compression de vapeur



Le cycle à compression de vapeur comporte quatre étapes, qui sont les suivantes:

1. Compression
2. Condensation
3. Expansion/étranglement
4. Évaporation

# Où sont-ils utilisés?



Épicerie



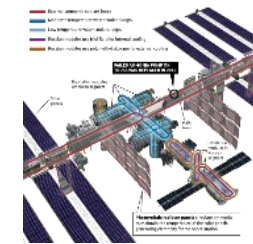
Industrie



Centres de données



Restauration



Sciences spatiales



Transport



Confort résidentiel



Confort commercial



Militaire

# Des mesures d'EE à faible coût peuvent générer des économies importantes



- Bon entretien
- Contrôle
- Équipement plus efficace

Les mesures qui nécessitent peu ou pas d'investissement peuvent permettre d'économiser jusqu'à 20% des coûts de fonctionnement

# Potentiel d'économies d'énergie (1/2)

## Cabinets vitrés

Les cabinets vitrés à haute efficacité peuvent consommer jusqu'à 30% d'énergie en moins et ont généralement un retour sur investissement (RSI) de moins de 2 ans

## Chambres froides

Ceux-ci doivent utiliser des magasins étanches à l'air avec une bonne gestion des portes, de l'éclairage et du contrôle du dégivrage. RSI normal de moins de 2 ans

## Compresseurs

L'utilisation de l'amplification à pression de liquide peut générer des économies allant jusqu'à 25% et a un RSI de 3 à 5 ans

## Condenseurs

Un bon entretien des condenseurs (en les gardant propres) peut vous faire économiser jusqu'à 10% avec un RSI immédiat

## Évaporateurs

S'assurer que l'évaporateur ne dégivre que lorsque cela est nécessaire peut générer des économies allant jusqu'à 9%. Les commandes de dégivrage intelligentes ont un RSI de 2 ans

# Domaines d'économies potentielles (2/2)

## Récupération de chaleur

Utiliser la chaleur perdue pour chauffer de l'eau. Pourrait être fait avec l'installation d'un «désurchauffeur» qui permettrait d'économiser jusqu'à 30% de la consommation d'énergie de la chaudière. Le RSI typique est de 3 à 5 ans

## Fuites de réfrigérant

Avec des fuites de réfrigérant réduites à presque zéro, les économies peuvent atteindre 15% et le RSI peut être inférieur à un an pour un grand système de réfrigération

## Isolation des tuyaux

S'assurer que l'isolation des tuyaux est adéquate (surtout si les tuyaux sont à l'extérieur) peut entraîner des réductions allant jusqu'à 5%

## Entretien

Avoir un calendrier d'entretien (incluant certaines des autres mesures répertoriées) garantira que toutes les procédures fonctionnent à leur plein potentiel. Le RSI est presque immédiat

## Surveillance (Monitoring)

Une surveillance régulière des paramètres de performance clés des systèmes de réfrigération peut générer des économies d'au moins 5% avec des délais de récupération très courts.

# AIR COMPRIMÉ

1. Technologies couramment utilisées dans les applications industrielles

2. Réfrigération

3. Air comprimé

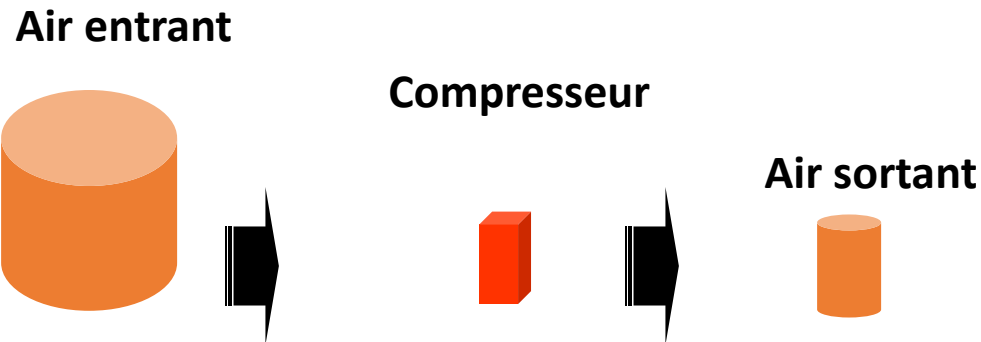
4. Moteurs et entraînements

5. Chaudières

6. Q&R

# Qu'est-ce que l'air comprimé?

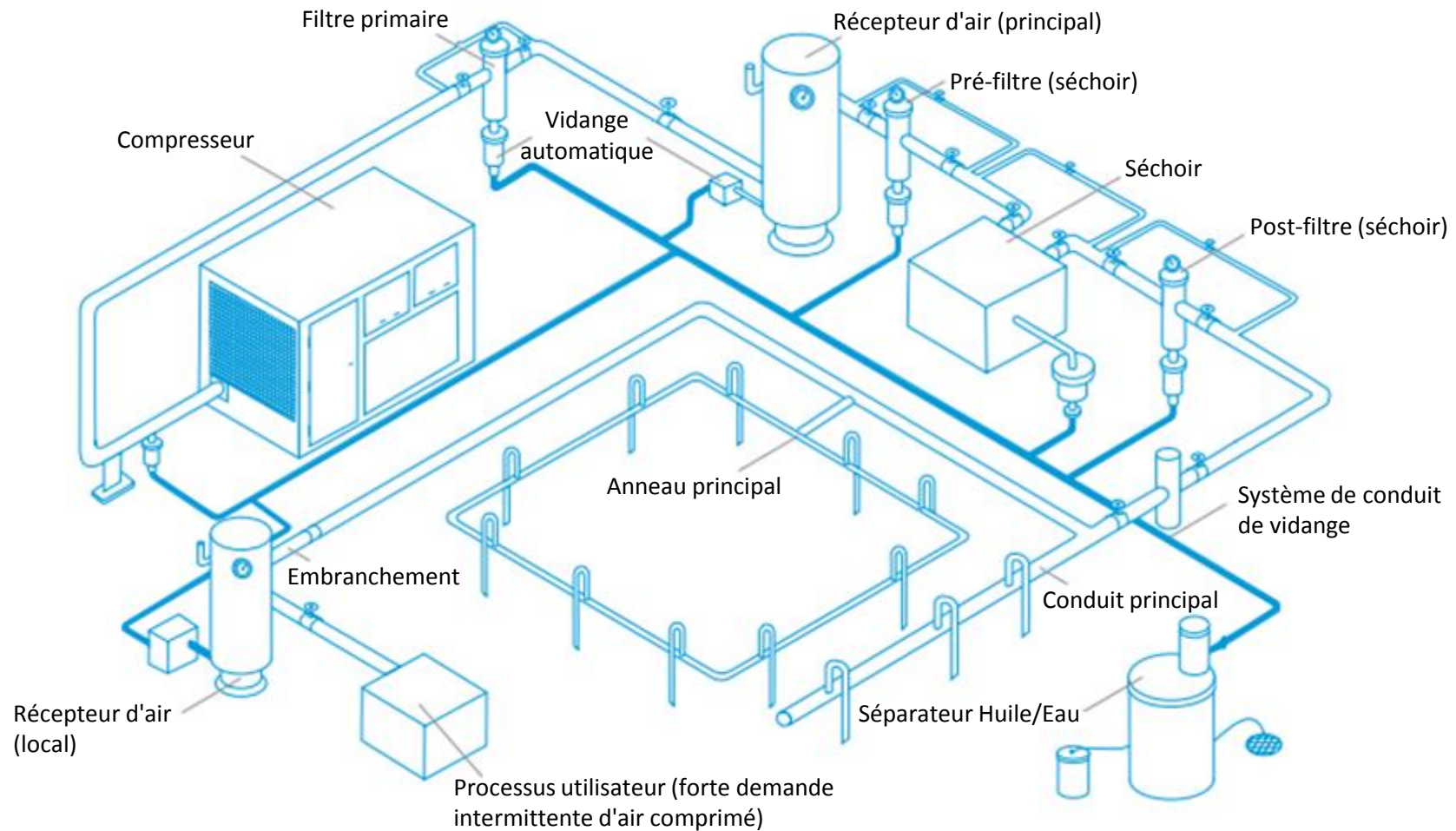
L'air comprimé est l'air qui est à une pression plus élevée que l'atmosphère normale. Il est utilisé comme moyen de stocker et de transférer de l'énergie.



Air ambiant  
Pression: 1 bar (absolu)  
Volume: 8m<sup>3</sup>  
Masse: 10 Kg

Air comprimé  
Pression: 7 barg(jauge) (8 bar  
absolus)  
Volume: 1m<sup>3</sup>  
Masse: 10 Kg

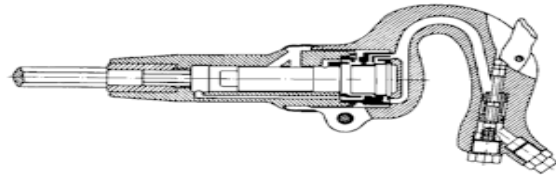
# Systeme d'air comprimé typique





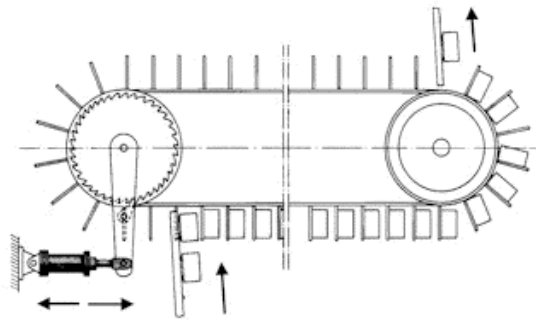
# Comment l'air comprimé est utilisé?

L'air comprimé - a de nombreuses utilisations telles que l'alimentation de machines, d'outils à main et de systèmes de contrôle.



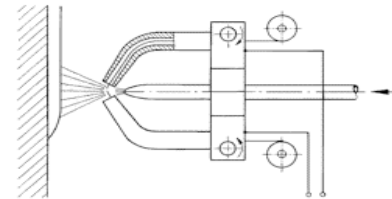
## Entraînements pneumatiques

Exemple: Outil de martèlement à air comprimé  
Image: Marteau-piqueur pneumatique sans valve



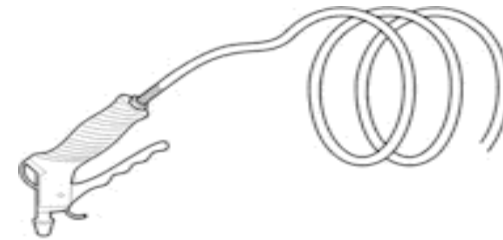
## Manutention des matériaux

Exemple: Unités de convoyage  
Image: Pontage en hauteur avec un ascenseur à commande pneumatique



## Pulvérisation

Exemple: Sablage, peinture au pistolet  
Image: Unité de projection de métal



## Souffleur

Exemple: Soufflage, nettoyage  
Image: Pistolet de soufflage avec tuyau spiral

# Calcul des coûts de fonctionnement

- Estimation rapide
  - Vérifier les caractéristiques du moteur. Ex: 75 kW
  - Vérifier le chargement (Duty cycling). Ex: 50%
  - Puissance =  $75 \text{ kW} * 0.5 = 37.5 \text{ kW}$
  - Multipliez par le nombre d'heures de fonctionnement et le coût/kWh
    - $37.5 \text{ kW} * 2000 \text{ heures} * 0.1 \text{ USD} = 7,500 \text{ USD par an}$
    - le coût supposé de l'électricité est de 0.1 USD /kWh
- Des méthodes plus précises existent tel que la mesure en continu

Tout débit pendant des hrs sans charge indique une fuite dans le système

# Pistes d'économies d'énergie

## Politique d'utilisation, formation du personnel et sensibilisation

- Parce que l'air comprimé est tellement pratique et facile à utiliser, il est souvent mal utilisé. Les gens perçoivent l'air comme étant gratuit et ne sont pas conscients du coût.

## Politique d'arrêt des équipements

- Lorsqu'il n'est pas utilisé pendant les pauses, etc. ou lorsqu'il met en œuvre une commande automatique, un compresseur au ralenti peut encore utiliser jusqu'à 20-70% de sa pleine charge s'il n'est pas utilisé!

## Déterminez si vous avez même besoin d'air comprimé

- Par exemple, l'air comprimé est souvent utilisé pour les applications de transfert, où une pompe à vide consomme environ 50 à 60% moins d'énergie.
- De nombreux outils manuels, tels que les meuleuses d'angle, utilisent de l'air comprimé, mais les outils électroniques peuvent consommer jusqu'à 70% d'énergie en moins

## Ajuster la pression

- Inspectez les exigences de l'application finale et réduisez la pression si possible. Travailler à une pression trop élevée gaspille de l'énergie, mais peut également entraîner une usure accrue et des fuites. Très courant de voir la pression plus élevée que nécessaire (parfois, cela est pour compenser les fuites). Essayez également de minimiser les fluctuations de pression

## Entretien régulier et préventif

- Jusqu'à 10% d'économies



**Une baisse de pression de 1 bar entraînera une économie de 6-7%**

# La réduction des fuites est un domaine crucial

La réduction des fuites est la plus importante mesure d'économie d'énergie pour la plupart des sites

- Tous les systèmes auront des fuites (même les nouveaux).
- Un objectif de fuite de 5 à 10% devrait être l'objectif d'un système bien entretenu, mais les taux de fuite sur des systèmes mal entretenus pourraient atteindre 50%.
- La pression du système a un impact important sur le taux de fuite (pression plus élevée = fuite importante)
- Des niveaux élevés de fuite entraînent également une réduction des performances, un entretien accru et une durée de vie réduite

## Points communs de fuite

- Vannes qui fuient - laissées ouvertes ou en panne
- Fuite des flexibles, des tuyaux, des brides et des raccords de tuyaux
- Détendeurs fuyant
- Air utilisant des équipements laissés en fonctionnement lorsqu'il n'est pas nécessaire

### Fait:

Avoir un test en cours et un programme de réparation des fuites. Les fuites réapparaissent et un trou de 3 mm pourrait coûter 1 000 £ / an en énergie perdue, suffisamment pour couvrir le coût d'achat d'un détecteur de fuite à ultrasons.

## Comment vérifier les fuites

- **Écoute:** éteignez les utilisateurs finaux, faites fonctionner le compresseur et écoutez les bruits de sifflement / grincement
- **Regardez:** Éteignez les utilisateurs finaux, faites fonctionner le compresseur, ajoutez de l'eau savonneuse à la tuyauterie et recherchez les bulles
- **Détecter:** louer ou acheter un détecteur de fuite à ultrasons - la méthode la plus efficace

Le système doit toujours être dépressurisé avant de réparer les fuites

# Équipement de détection de fuite



Très efficace même dans les zones à fort bruit de fond

# Récupération de chaleur perdue

Le processus de compression génère de **grandes quantités de chaleur** (la température de l'air sortant de la phase de compression est comprise entre 80 et 170 ° C). Cet air doit être refroidi, ce qui est normalement obtenu par refroidissement à l'air ou à l'eau. La **chaleur extraite est souvent gaspillée!**

**Vous pouvez récupérer la majeure partie de cette chaleur. Dans la plupart des cas, 25 à 80% de l'énergie électrique fournie à un compresseur peut être récupérée et utilisée pour:**

- Chauffer des locaux pour un bâtiment adjacent
- Chauffer l'eau chaude domestique
- Préchauffer l'eau d'alimentation de la chaudière
- Processus de chauffage ou de préchauffage
- Produire de l'air chaud pour garder le produit et les matériaux d'emballage au sec
- Fournir de la chaleur pour régénérer les séchoirs déshydratants.



# MOTEURS ET ENTRAÎNEMENTS

1. Technologies couramment utilisées dans les applications industrielles
2. Réfrigération
3. Air comprimé
4. Moteurs et entraînements
5. Chaudières
6. Q&R

# Que sont-ils?

- Un moteur électrique **convertit l'énergie électrique en énergie mécanique rotative** pour entraîner des dispositifs tels que des pompes, des ventilateurs ou des convoyeurs
- La **puissance de sortie mécanique fournie** par le moteur est **mesurée en kW** et est **fonction de la vitesse (tr/min) et du couple** (force de rotation)
- De loin le **moteur le plus couramment utilisé est le moteur à induction alternatif** qui utilise un courant alternatif conventionnel pour induire un couple sur son rotor, le faisant tourner
- Les moteurs font **partie de systèmes plus grands** tels que les tuyaux et les canalisations des systèmes CVCA. Ils **doivent donc être compris dans le contexte du système dans lequel ils fonctionnent**; se concentrer simplement sur le moteur lui-même peut signifier que des opportunités d'économie d'énergie sont manquées.



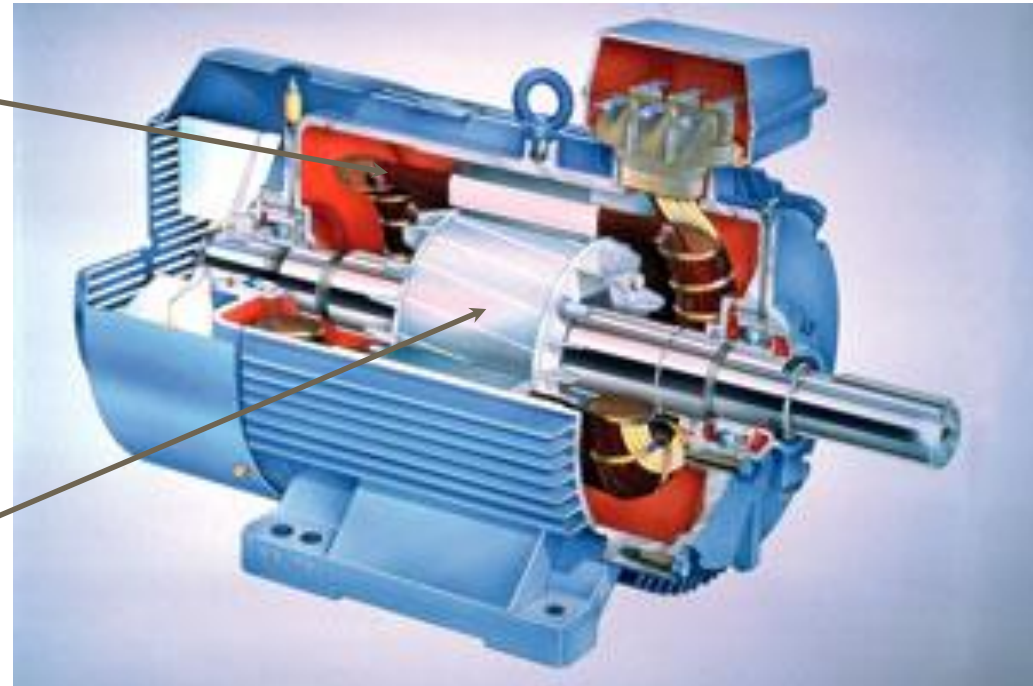
# Conception du moteur: éléments de base

## Stator

Ferme le rotor, généralement enroulé et fournit le champ électromagnétique qui crée le mouvement de rotation

## Rotor

L'arbre de rotation du moteur est constitué de bobines de cuivre sous tension, d'aimants permanents ou simplement de matériaux ferreux.



Source: AEEMA

# Sources communes d'inefficacité

Mauvaise pratique	Bonne pratique
Les moteurs sont laissés en marche quand ils ne sont pas nécessaires	Une approche système est adoptée pour la gestion des moteurs et des entraînements
Pas de gestion active de l'inventaire moteur de l'organisation	Des procédures et des contrôles sont en place pour minimiser le fonctionnement du moteur
Un manque de compréhension des avantages des moteurs à haute efficacité et des variateurs de vitesse (VSD)	Il y a une maintenance planifiée de tous les systèmes de moteur et d'entraînement
Un manque d'entretien des moteurs et des systèmes d'entraînement	Les moteurs à haute efficacité sont spécifiés en standard pour tous les nouveaux équipements.
Les moteurs à haute efficacité ne sont pas spécifiés pour les nouveaux équipements	Des procédures sont en place pour évaluer l'option de réparation/remplacement des moteurs en panne
Les moteurs en panne sont toujours réparés - l'option de remplacement n'est pas examinée	L'installation et le remplacement du moteur incluent l'alignement laser du système d'entraînement
Les systèmes moteur et moteur ne sont pas correctement alignés	Les systèmes à courroie sont examinés pour les options de changement de type de courroie
Lorsque des courroies sont utilisées, elles ne sont pas correctement tendues	L'inventaire des moteurs a été examiné pour identifier les moteurs et systèmes surdimensionnés où des variateurs de vitesse ou des démarreurs progressifs pourraient être utilisés
Des moteurs surdimensionnés sont utilisés	L'organisation est au courant de l'évolution de la technologie des moteurs et des entraînements et en examine les applications potentielles.
Les options pour les démarreurs progressifs n'ont pas été explorées	

# Possibilités d'économies d'énergie

## Politique de gestion du moteur

- Une approche structurée de la réparation et de la maintenance permettant de réaliser des économies et d'obtenir des avantages supplémentaires, tels qu'une réduction des temps d'arrêt
- Devrait inclure:
  - Calendrier et procédure d'entretien du moteur
  - Un plan pour l'achat de nouveaux moteurs plus efficaces
  - Plan de gestion des moteurs en panne - coût de cycle de vie permettant de comparer la réparation ou le remplacement
  - Une méthode pour suivre le nombre de fois qu'un moteur a été rembobiné

## Moteurs à haute efficacité

- Le remplacement des moteurs par des versions à haut rendement économise de l'énergie
- Les moteurs à haute efficacité coûteront plus cher mais consomment probablement 2 à 5% moins d'énergie et devraient donc être pris en compte dans la décision d'achat
- Des versions adaptées de moteurs à induction à courant alternatif utilisant des aimants permanents et des moteurs à réluctance offrent maintenant des rendements élevés
- Les autres avantages incluent:
  - Densité de puissance plus élevée, réduisant la taille des unités
  - Plages de vitesse plus larges
  - Augmentation du couple de démarrage

## Contrôle de vitesse

- La réduction/le contrôle de la vitesse peut générer des économies d'énergie significatives lorsqu'il est appliqué aux ventilateurs, aux pompes et aux compresseurs
- Le contrôle de la vitesse doit être appliqué lorsque les débits existants sont excessifs (par exemple, pompes de ventilation, de chauffage et/ou d'eau glacée) et lorsque le contrôle du débit est actuellement assuré par des moyens "énergétiquement inefficaces" (par exemple, vannes d'étranglement/registres, détente/retour de déversement boucles)
- Contrôle automatique de la vitesse:
  - Nécessité de déterminer le paramètre de contrôle (pression, différence de température ou qualité de l'air, par exemple)
  - Besoin de capteur et de contrôleur
  - De nouvelles commandes peuvent ne pas être nécessaires lors du remplacement de la commande de vanne/registre motorisée existante

# Moteurs à haute efficacité

- Efficacité typique des moteurs

Puissance	Efficacité	
	Standard	Haute efficacité
150 kW (200 HP)	92,5	95.4
75 kW (100 HP)	91,7	95.0
37,3 kW (50 HP)	91,4	94.1
18,7 kW (25 HP)	89,6	93.0
11,2 kW (15 HP)	88,4	92.4
7,5 kW (10 HP)	87,3	89.4
3,7 kW (5 HP)	84,6	89.5
1,5 kW (2 HP)	79,9	85.5
1,1 kW (1.5 HP)	78,0	85.5
0,7 kW (1 HP)	74,8	84.0

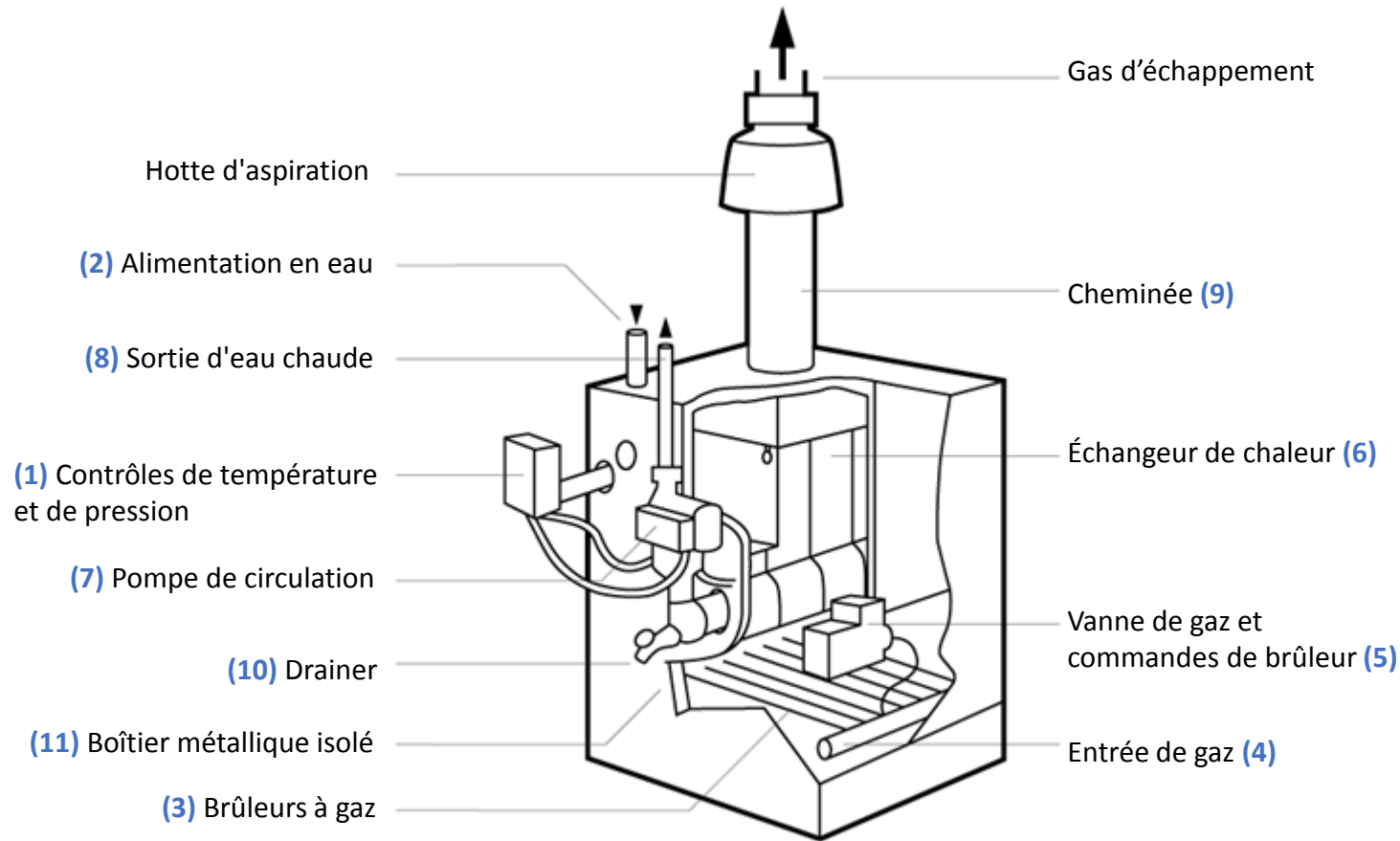
# CHAUDIÈRES

1. Technologies couramment utilisées dans les applications industrielles
2. Réfrigération
3. Air comprimé
4. Moteurs et entraînements
5. Chaudières
6. Q&A

# Caractéristique principale des chaudières

- Les **chaudières à eau chaude à basse température produisent de l'eau chaude à environ 90°C** et sont le type le plus couramment utilisé dans les maisons et les locaux commerciaux. L'eau chaude produite est distribuée par des canalisations vers des systèmes de chauffage «humide» et des réservoirs de stockage d'eau chaude.
- Elles peuvent utiliser une **variété de combustibles** tels que le gaz naturel, le pétrole, le gaz de pétrole liquéfié (GPL) ou la biomasse. Certaines sont conçues pour fonctionner comme chaudière à double combustible
- Types de chaudières:
  - **Chaudière classique**, la plupart des vieilles chaudières sont de ce type et sont conçues pour fonctionner avec une température d'eau moyenne de 60 à 70 ° C; elles sont aussi plus grandes que les chaudières modernes
  - **Chaudière à haut rendement** standard et chaudières à basse température répondant aux exigences de rendement européennes minimales de la réglementation en vigueur
  - **Chaudière à condensation** possède des surfaces d'échangeur de chaleur supplémentaires pour extraire une grande partie de la chaleur perdue et la restituer au système, ce qui en fait la plus efficace du marché.
  - **Système de chaudière modulaire** est le lieu où une série de chaudières sont reliées pour répondre à une variété de demandes de chauffage. Les systèmes de chaudières modulaires conviennent mieux aux bâtiments ou aux processus avec une demande de chaleur importante et variable.

# Un autre regard sur la technologie



# Possibilités communes de gains d'efficacité

## Amélioration des chaudières existantes

- Isoler tout l'équipement
- Ajuster les amortisseurs
- Installer des variateurs de vitesse et des pompes
- Récupérer la chaleur des gaz d'échappement

Une réduction de la vitesse du ventilateur de 10% peut réduire de 20% la consommation d'énergie

## Contrôles de la chaudière

- Contrôle du brûleur
- Verrouillage de la chaudière
- Contrôle de séquence
- Contrôle de démarrage/arrêt optimisé
- Contrôle direct de la météo
- Vérifier les contrôles

## Entretien

- Entretien régulier
- Analyser les gaz de combustion
- Élimination de la suie
- Minimisation du calcaire

1 mm de suie peut entraîner une augmentation de 10% de la consommation d'énergie de la chaudière

## Remplacement de la chaudière

- Comprendre les besoins en chauffage du bâtiment
- Emplacement et sortie de fumée
- Considérations financières et environnementales



# Programme d'appui à l'efficacité énergétique: 2<sup>e</sup> Phase – Assistance technique lors d'un audit

## Phase 1 – Formation en ligne

- 19 entreprises sélectionnées

## Phase 2 – Support lors d'un audit énergétique

- Seulement 10 entreprises pourront en bénéficier
- Lorsqu'une entreprise réussit à signer un contrat avec un client potentiel, elle devra envoyer une lettre de demande d'assistance à Carbon Trust ou Econoler incluant les détails des services à fournir (nom du client, adresse, arrangements financiers, etc.)
- Si la demande est favorable, une lettre d'entente sera signée entre l'entreprise et Carbon Trust ou Econoler, incluant les détails de l'assistance technique à fournir.
- Carbon Trust et Econoler vont supporter les entreprises sélectionnées de façon continue et n'interviendront pas directement avec le Client.
- L'entreprise est donc responsable de fournir toutes les informations requises pour permettre le support à distance.
- Le paiement du Client ira entièrement à l'entreprise qui fera l'audit énergétique.
- Carbon Trust ou Econoler accompagnera l'entreprise dans le processus d'audit énergétique et fournira de l'assistance de façon ponctuelle par courriel, téléphone, Whats App ou Skype. Elle pourra également passer en revue le rapport d'audit final afin d'assurer un contrôle qualité.

# Questions/Réponses

## OUVERT AUX QUESTIONS!

(maintenant ou plus tard)

# Merci pour votre attention

- **Contacts pour la prochaine phase du programme**

**Carbon Trust**

**Benjamin Curnier**

Directeur, Afrique australe

[benjamin.curnier@carbontrust.com](mailto:benjamin.curnier@carbontrust.com)

[www.carbontrust.com](http://www.carbontrust.com)

**ECONOLER**

**Luc Tossou**

International EE Expert

[ltossou@econoler.com](mailto:ltossou@econoler.com)

[www.econoler.com](http://www.econoler.com)