

# Optimisation de la performance des chaudières à condensation

Atelier technique présenté par  
Steeve Fournier, ING. Jr  
Représentant technique  
Distech CVAC  
[www.distech.ca](http://www.distech.ca)

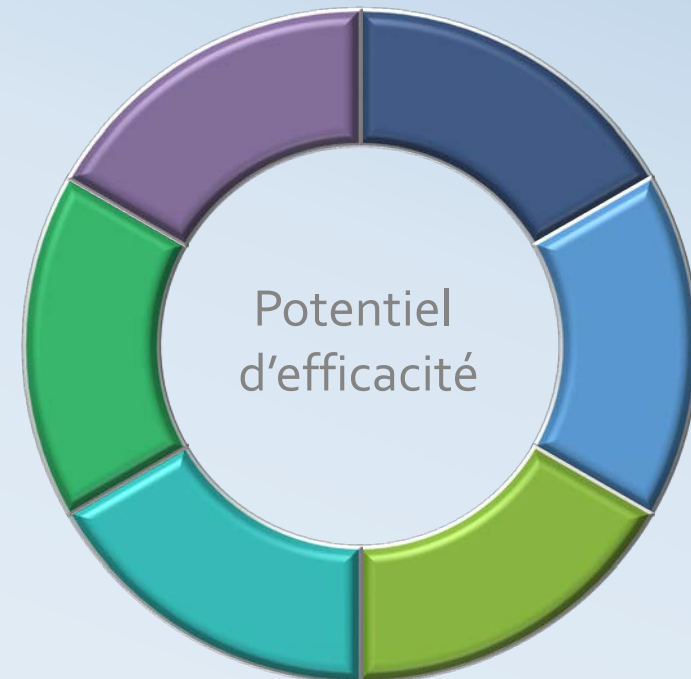


# Plan de la présentation

- Rendement d'une chaudière à condensation : Les facteurs influents
- Comprendre : Composition et combustion du gaz naturel/propane
  - Théorie et potentiel énergétique
  - Enjeux sur l'efficacité d'une chaudière à condensation
- Comprendre les impacts de la combustion sur le potentiel d'efficacité
- Conditions d'opération de système optimal (type de chaudière, tuyauterie, corps de chauffe, stratégie de contrôle de température, etc..)
- Piste de solution pour favoriser l'efficacité de la chaudière à condensation dans un système existant
- Période de questions

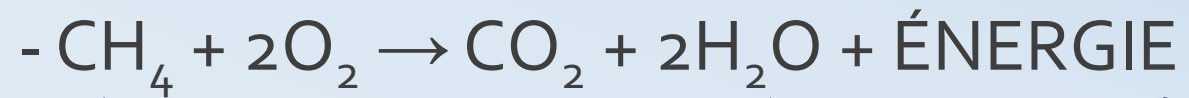
# Rendement d'une chaudière à condensation : Une combinaison de facteurs !

- Combustible
- Combustion : Type de brûleur et modulation
- Température de retour
- Tuyauterie
- Type de système de chauffage
- Stratégie de contrôle



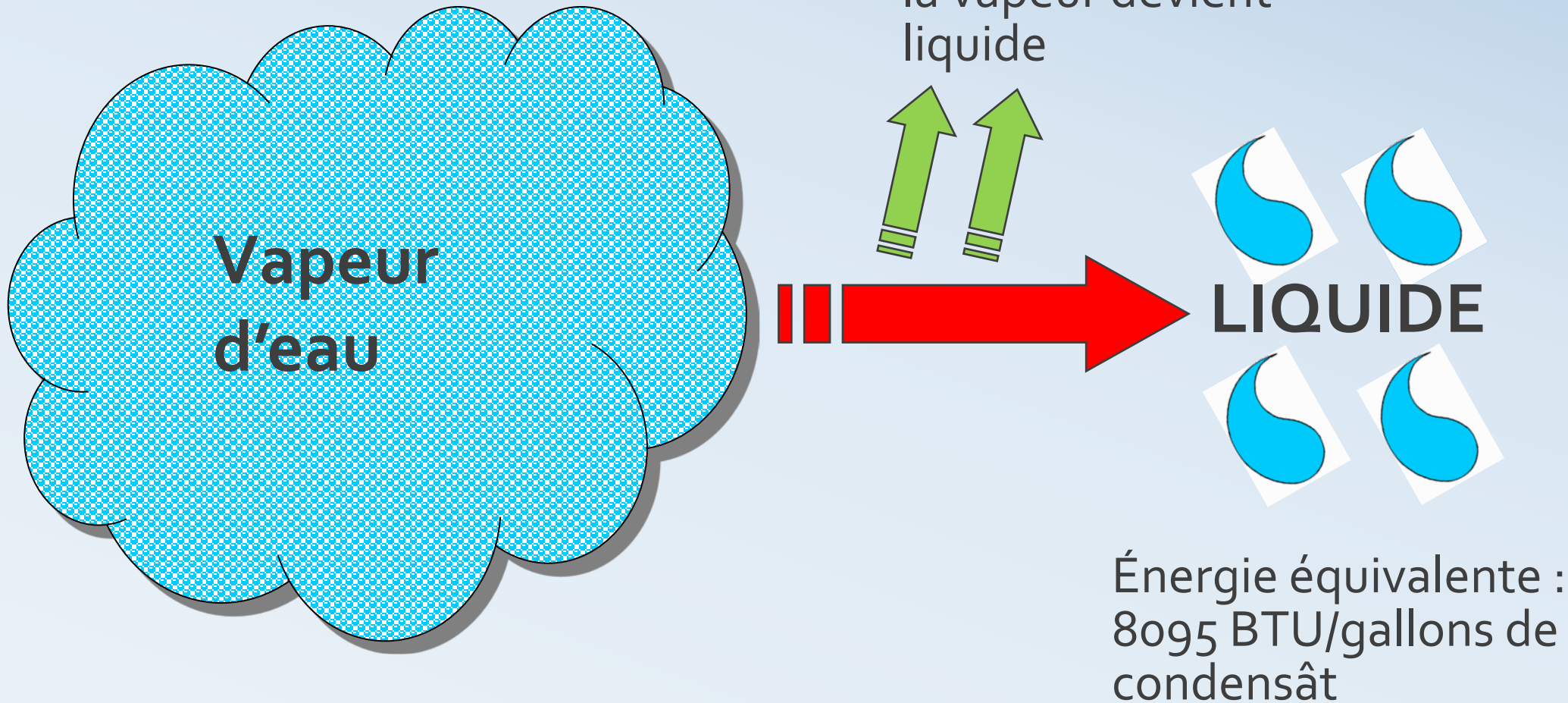
# Chaudière à condensation : Comment ça marche ?

Équation de combustion du GN simplifiée



Potentiel énergétique Global (PCS) : environ 1089BTU/pi<sup>3</sup>    Potentiel énergétique latent (environ 10,2%)    Potentiel énergétique Sensible (environ 89,8%)

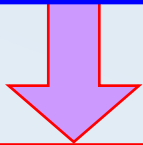
# H<sub>2</sub>O sous forme vapeur dans les gaz de combustion



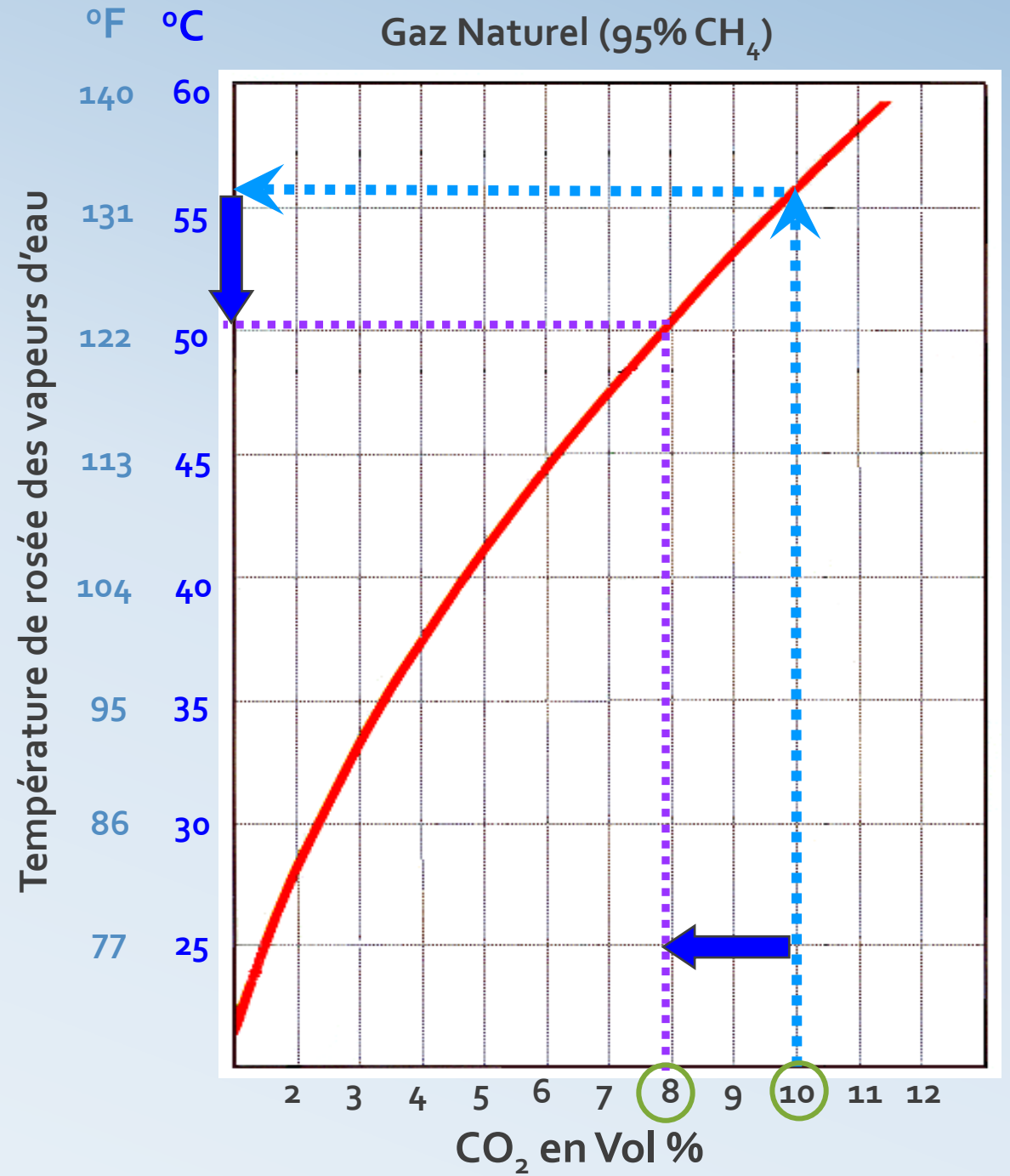
# Combustion : Concentration de CO<sub>2</sub>

- La concentration en CO<sub>2</sub> des gaz de combustion influence la température de rosée

**% CO<sub>2</sub> Élevé**  
= Température de rosée plus élevée  
= Plus de Condensation

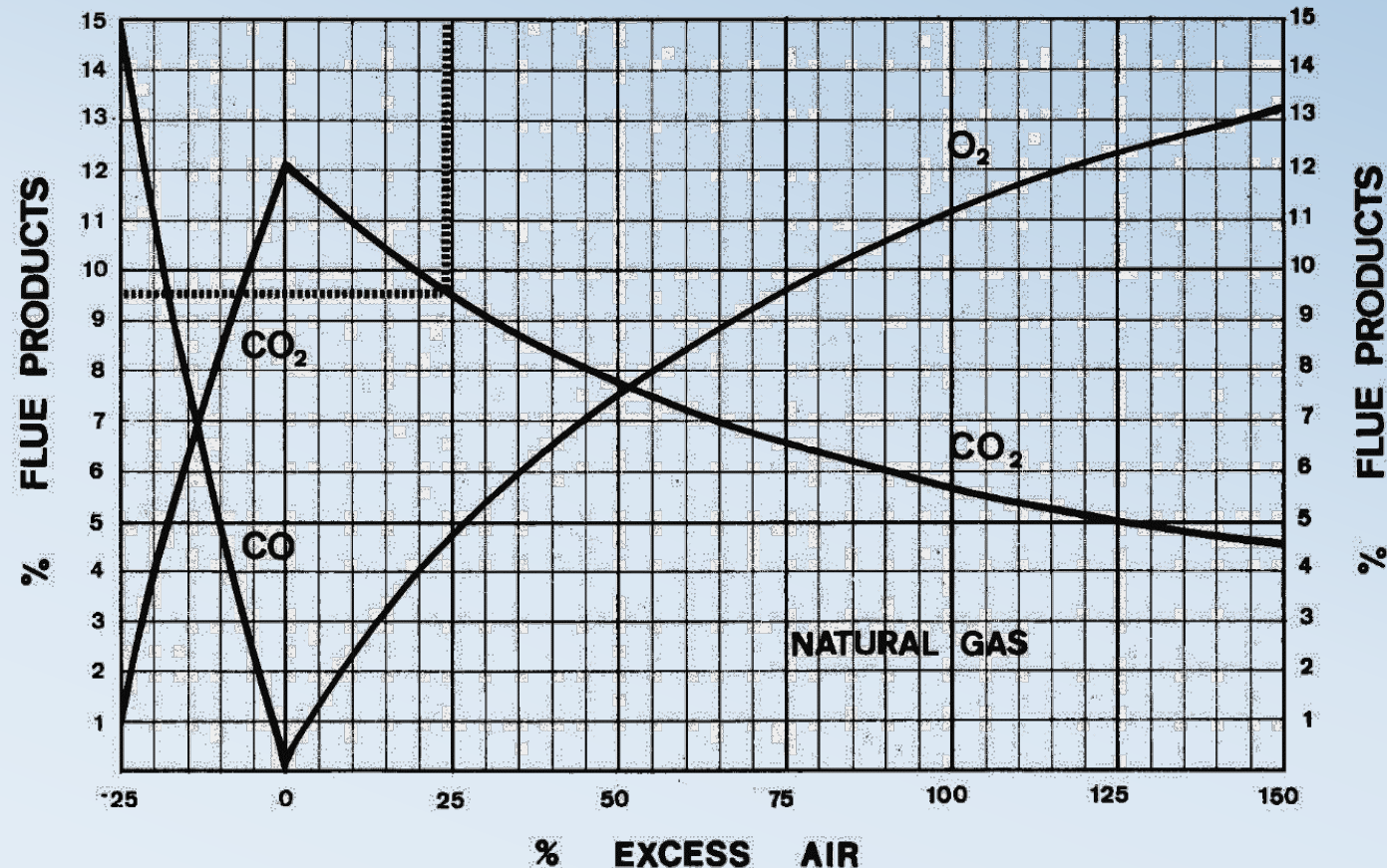


**% CO<sub>2</sub> Bas**  
= Température de rosée plus basse  
= Moins de Condensation



# Combustion : Relation entre $O_2$ , $CO_2$ , $CO$ fonction de l'excès d'air

- À  $EA=1$ , on remarque qu'il ne reste pas d'oxygène dans les gaz de combustion
- Excès d'air requis pour assurer un bon pré-mélange gaz/air et s'assurer d'une combustion complète
- Attention au monoxyde de carbone lors de l'ajustement de la combustion (signe d'une combustion incomplète)



# Modulation du brûleur : Essentiel d'avoir le plus bas ratio ?

- Il est vrai que le cyclage possède un effet direct sur le rendement d'un appareil au gaz
- Lorsqu'un brûleur/chaudière possède un ratio de modulation supérieur à 5:1, on doit faire attention à l'ajustement de la combustion à bas feu
  - Requier généralement plus d'air à l'ajustement du bas feu - réduction de %CO<sub>2</sub>
  - Risque de régime laminaire côté gaz de combustion – moins de transfert thermique
- Prioriser des installations à chaudières multiples avec stratégie de contrôle appropriée

% O <sub>2</sub> Oxygène	% CO <sub>2</sub> Gaz Naturel	% Excès d'air (~)
0	11,8	0
1	11,2	5
2	10,6	10
3	10,1	16
4	9,5	23
5	9,0	28
6	8,3	36
7	7,9	45
8	7,3	55
9	6,7	68
10	6,1	80
11	5,6	100
12	5,0	122
13	4,5	150
14	3,9	186
15	3,3	234



# Type de chaudière à condensation et intégration dans les systèmes

- Deux type de chaudière :
  - Tubes à eau : serpentín dans lequel circule l'eau de chauffage
  - Tubes à feu : Passes dans lesquelles circulent les gaz de combustion, entouré d'une masse d'eau
- Essentiellement, c'est la quantité d'eau dans chacun des types de chaudière qui les distinguent (15-20 fois plus)

Technologie	Particularités
Faible inertie thermique (style tube à eau)	<ul style="list-style-type: none"><li>-Souvent plus léger et compact</li><li>-Installation murale possible</li><li>-Débit minimal requis</li><li>-Temps de réaction +++</li></ul>
Haute inertie thermique (style tube à feu)	<ul style="list-style-type: none"><li>-Peut remplacer une réserve tampon dans un réseau de chauffage</li><li>-Intégration facile dans les systèmes avec micros charges</li><li>-Primaire/secondaire généralement non requis</li></ul>

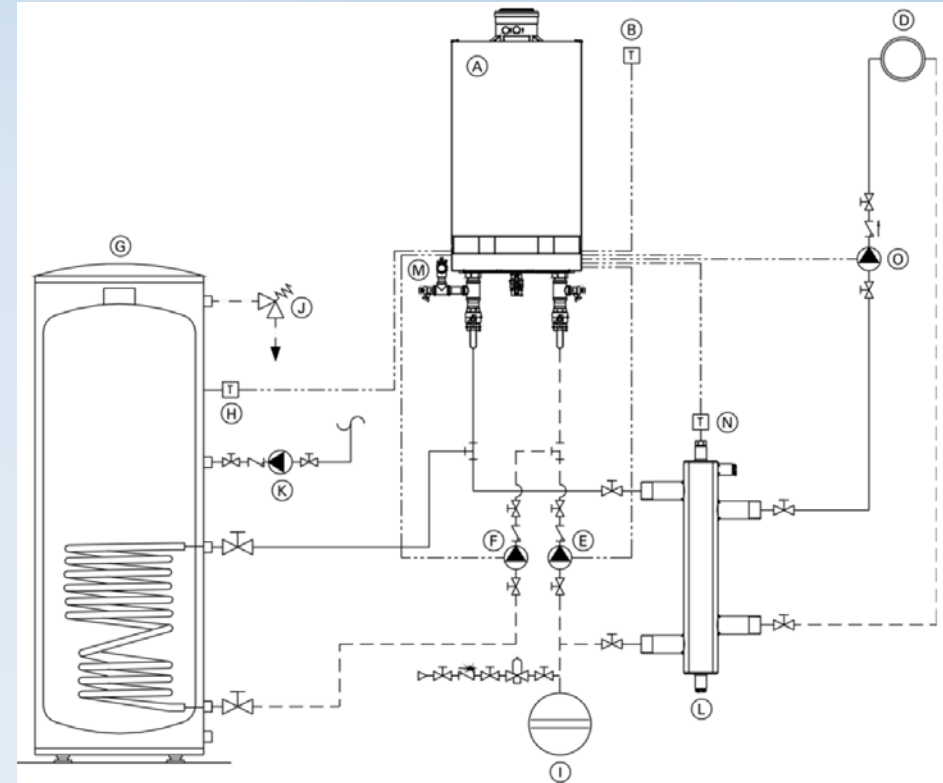
# Intégration des chaudières à condensation dans les systèmes

- **Chaudière à faible inertie thermique**

- Séparation hydronique requise (arrangement primaire/secondaire) pour assurer un débit constant anticipé dans l'appareil de chauffage

- Intégration de la production de l'eau chaude domestique côté primaire (stratégie de contrôle souvent intégrée à même le contrôle de la chaudière)

- En mode chauffage, la température de retour vue par la chaudière (lorsque les débits sont balancés), est la température de retour du réseau de chauffage – attention si les débits primaire/secondaire sont **TRÈS** différents



# Intégration des chaudières à condensation dans les systèmes

- **Chaudière à haute inertie thermique**

- Séparation hydronique non nécessaire puisque perte de charge négligeable

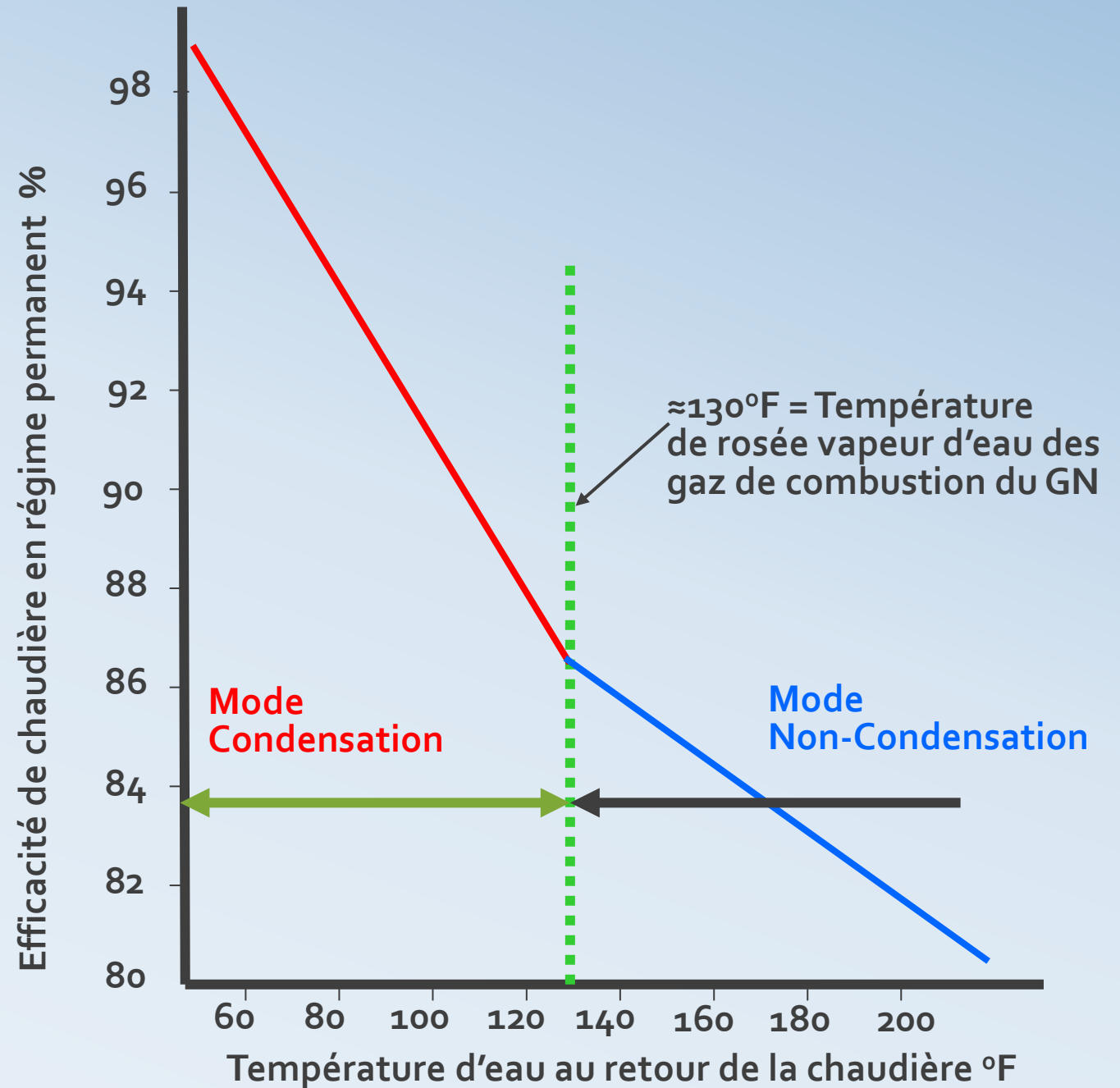
- Intégration possible dans les systèmes de type "primaire à débit variable"

- Volume d'eau important permettant d'éviter le cyclage lors de demande de charge en deçà du ratio de modulation minimal

- Possible aussi d'intégrer la production d'eau chaude domestique. Attention à la surchauffe dans le réseau de chauffage en mi-saison.

# La condensation !!!

- Condensation crée sur les parois de l'échangeur de chaleur lorsque les températures de retour d'eau sont en deçà de la température de rosée
- Récupération de l'énergie latente
- La température de retour à la chaudière est le principal facteur influant dans le rendement d'une chaudière à condensation
- Comment obtenir des températures de retour d'eau optimales ?



# Type de système – Température d'opération

- Ce sont les mediums de transfert de chaleur et leur design dans le bâtiment à chauffer qui dictes les température d'opération des réseau de chauffage à l'eau
- Plus le système peut opérer à basse température, meilleure sera l'efficacité de notre chaudière à condensation
- Les systèmes basse température doivent idéalement être privilégiés dans la mesure du possible
- Dans les nouvelles constructions, opter pour des technologies à basse température
- Prioriser des sélections avec grand différentiel de température

Type de système	Température d'opération typique (design)
-Convecteur à ailettes HT -Serpentin de ventilation HT -Production d'ECD	140F-185F+
-Convecteur à ailettes BT -Radiateur de fonte -Serpentin de ventilation BT	100F-140F
-Plancher radiant à haute inertie thermique -Fonte de neige	80F-120F

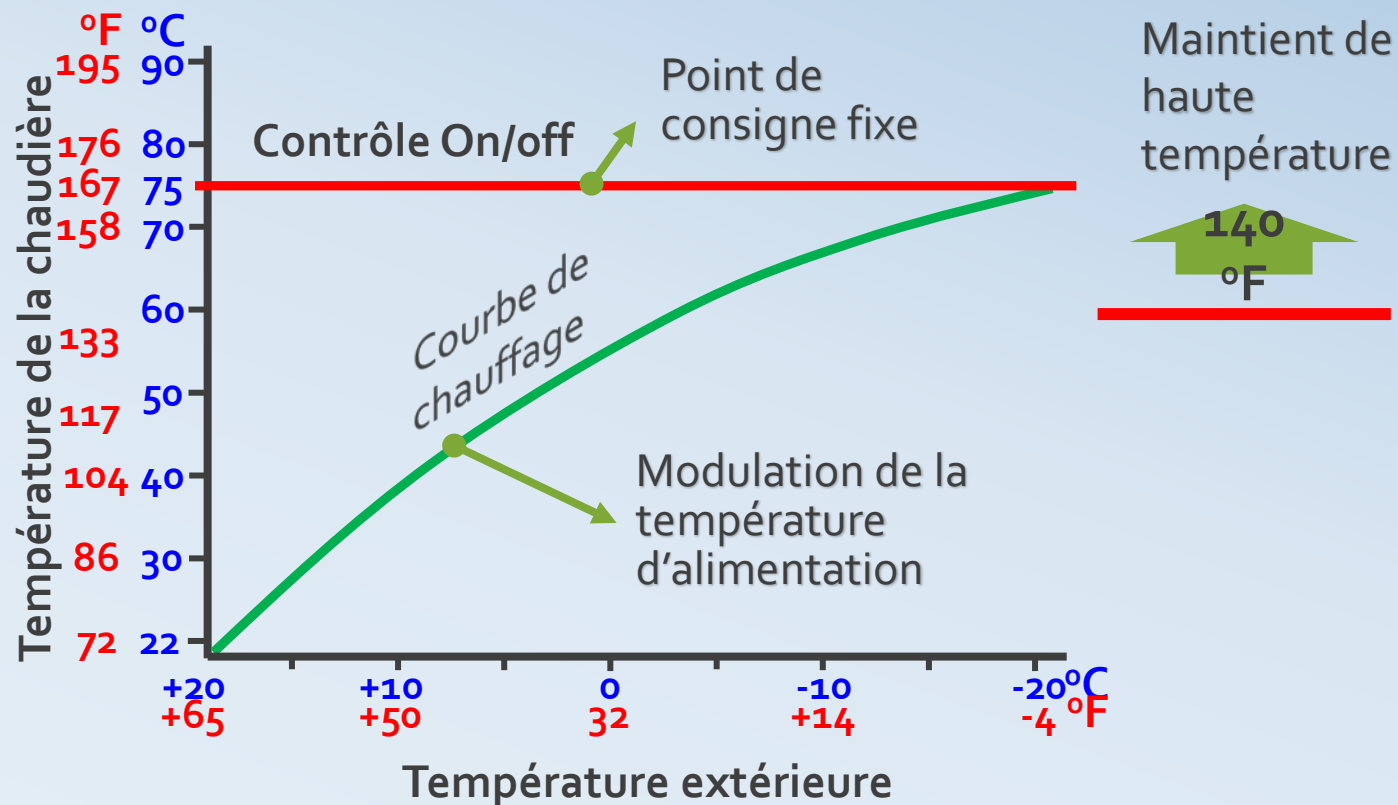
# Stratégie de contrôle

- **Objectifs d'une stratégie de contrôle efficace**
  - Confort de l'occupant
    - Maintient de la température ambiante
    - Capacité de modifier la température ambiante en fonction de l'utilisateur
  - Minimiser la consommation d'énergie
    - Maximiser le rendement de la chaudière à condensation
    - Minimiser le cyclage de l'appareil
    - Minimiser la consommation électrique
- **Comment ???**
  - Stratégie de contrôle indoor/outdoor
  - Gestion de modulation efficace dans le cas de chaudières multiples
  - Zonage avec vocations/températures d'opération différentes

# Stratégie de contrôle indoor/outdoor

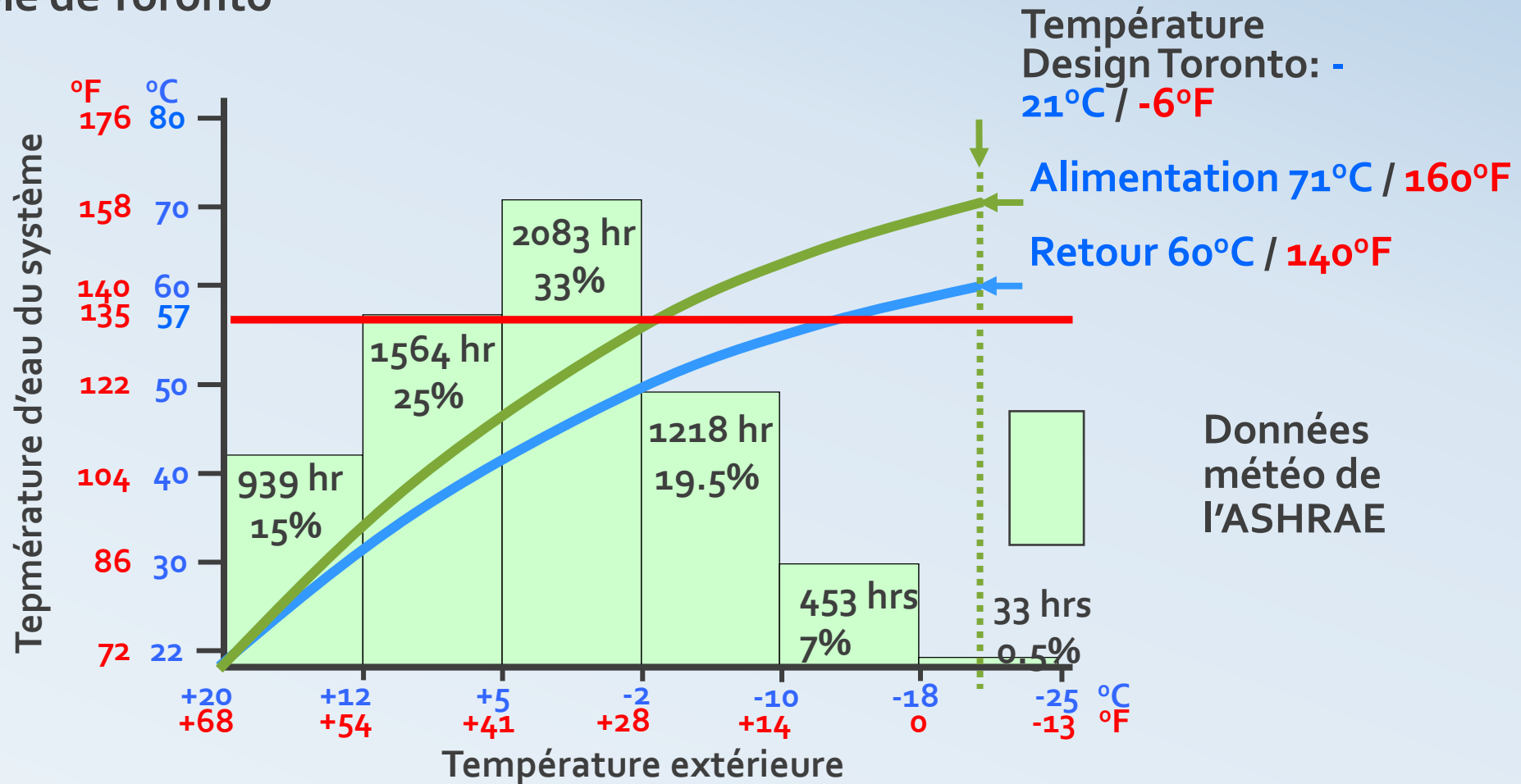
- **Principe de la stratégie indoor/outdoor**

- Stratégie qui permet de moduler la température d'alimentation du réseau en fonction de la température extérieure
- Charge de chauffage directement reliée à la différence de température entre l'ambient et l'extérieur
- Stratégie de contrôle éprouvée dans les systèmes de chauffage à eau chaude
- Règle du pouce : pour chaque 3 degrés F de réduction de température d'alimentation, réduction de 1% de la consommation de gaz



# Stratégie de contrôle indoor/outdoor

- Exemple de Toronto





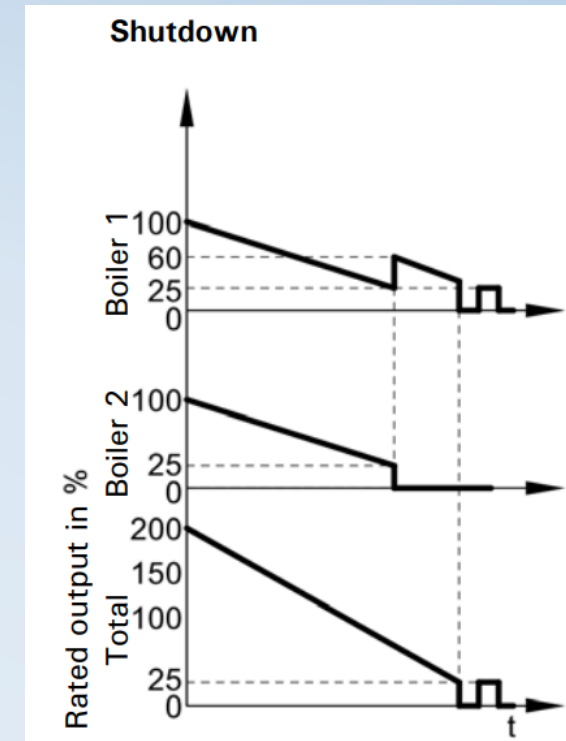
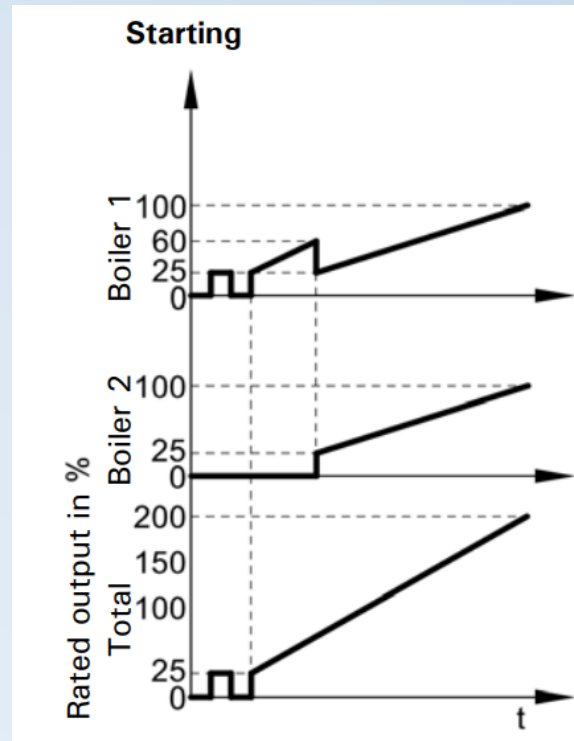
# Stratégie de contrôle – Séquençage chaudières multiples

- **Gestion efficace lors de l'opération de plusieurs chaudières**

- Les chaudières à condensation sont plus efficaces lorsqu'elles sont opérées à bas régime

- Lorsque la charge varie, les chaudières moduleront leurs capacités afin d'atteindre les points de consigne de température

- Prioriser les stratégies de contrôles des manufacturier de chaudières puisque ce sont eux qui savent comment optimiser le rendement de leurs appareils



# Conclusion

- **Piste pour l'optimisation du rendement d'une chaudière à condensation – Design de système/chaudière**
  - Système de contrôle intelligent permettant la gestion efficace (individuelle ou en cascade)
  - Température de retour à la chaudière plus froide
    - Les basses températures de retour d'eau sont le secret pour l'opération de la chaudière en mode condensation
    - Conception de système avec  $\Delta T$  supérieur à 20F, et abaissement des température par la sélection des corps de chauffage,
  - Modulation du brûleur et modulation du point de consigne de température
    - Opération à bas feu + opération à plus faible température lorsque la température extérieure le permet
  - Fabriqué de matériel résistant au caractère acide des condensats de gaz de combustion et aux variations extrêmes de température
    - Opération à bas feu + opération à plus faible température le réseau lorsque la température extérieure le permet

# Conclusion

- **Piste pour l'optimisation du rendement d'une chaudière à condensation – Design de système/chaudière**
  - MAINTENANCE (garder un rendement accru de l'appareil sur sa durée de vie)
    - Sans s'y limiter.....
    - Nettoyage de l'échangeur de chaleur pour garantir l'échange thermique
    - Recalibration de la combustion aux paramètres optimaux
    - Vérification et nettoyage au besoin des composantes critiques (maillage du brûleur, électrodes d'allumage et d'ionisation)
    - Vérification des sondes de températures pour s'assurer que celles-ci sont bien calibrées

Merci !!!!  
Questions/Commentaires?