



Bienvenue

Club de la Performance Energétique

Comment optimiser la performance
en chaufferie ?



Bienvenue

Club de la Performance Energétique

Comment optimiser la performance
en chaufferie ?

Reims – 5 avril 2018



Building systems 
Solutions chaufferie

Comment optimiser la performance en chaufferie ?

Club de la performance Energétique





intervenants

Hervé SEBASTIA

Service Marketing ATLANTIC
Expert en Solutions Thermiques Collectives



Olivier BROGGI

Cegibat GRDF
Responsable Efficacité Energétique secteur Tertiaire



Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement



Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Généralités sur la condensation

Offre marché des chaudières à condensation

Quelle chaudière à condensation choisir ?

Anticiper la performance de vos installations

Généralités sur la condensation

La directive européenne ERP*

L'ERP impose des rendements minimaux pour toutes chaudières gaz > 70 kW et < 400 kW, vendues depuis le 26/09/2015 :

→ 100% de charge : 95.5% PCI ou 86% PCS (régime 80/60°C)

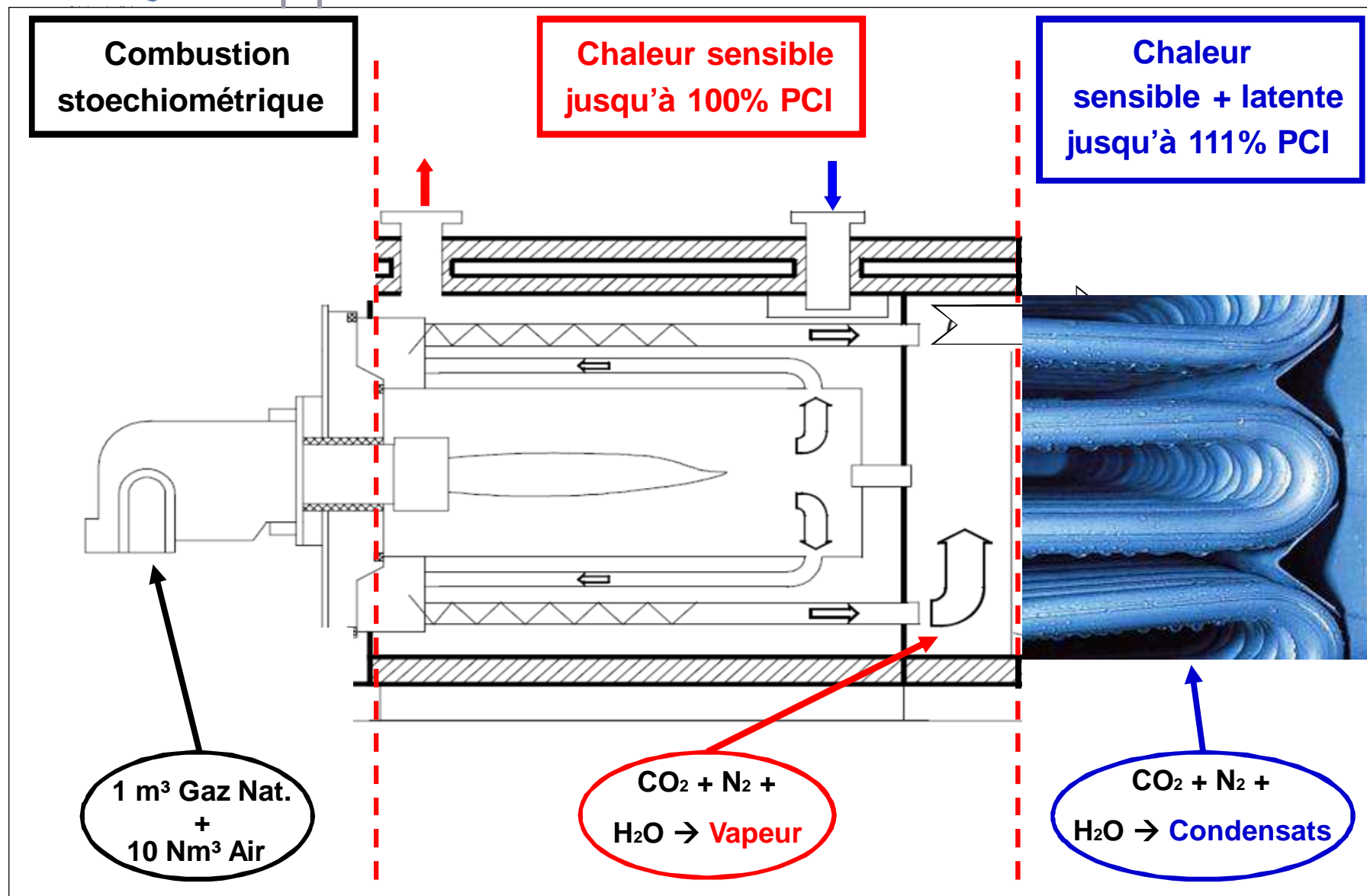
→ 30% de charge : 104.4% PCI ou 94% PCS (régime 50/30°C)

Imposition de la chaudière à condensation !

* ERP = Energy Related Product = règlement européen 813/2013

Généralités sur la condensation

Rappels



Généralités sur la condensation

Performance selon le combustible utilisé

Type de combustible	PCS/PCI	T°rosée*
Gaz naturel Algérie (Fos)	1.11	59.1°C
Propane commercial	1.08	53.9°C
Fuel domestique	1.07	51.6°C

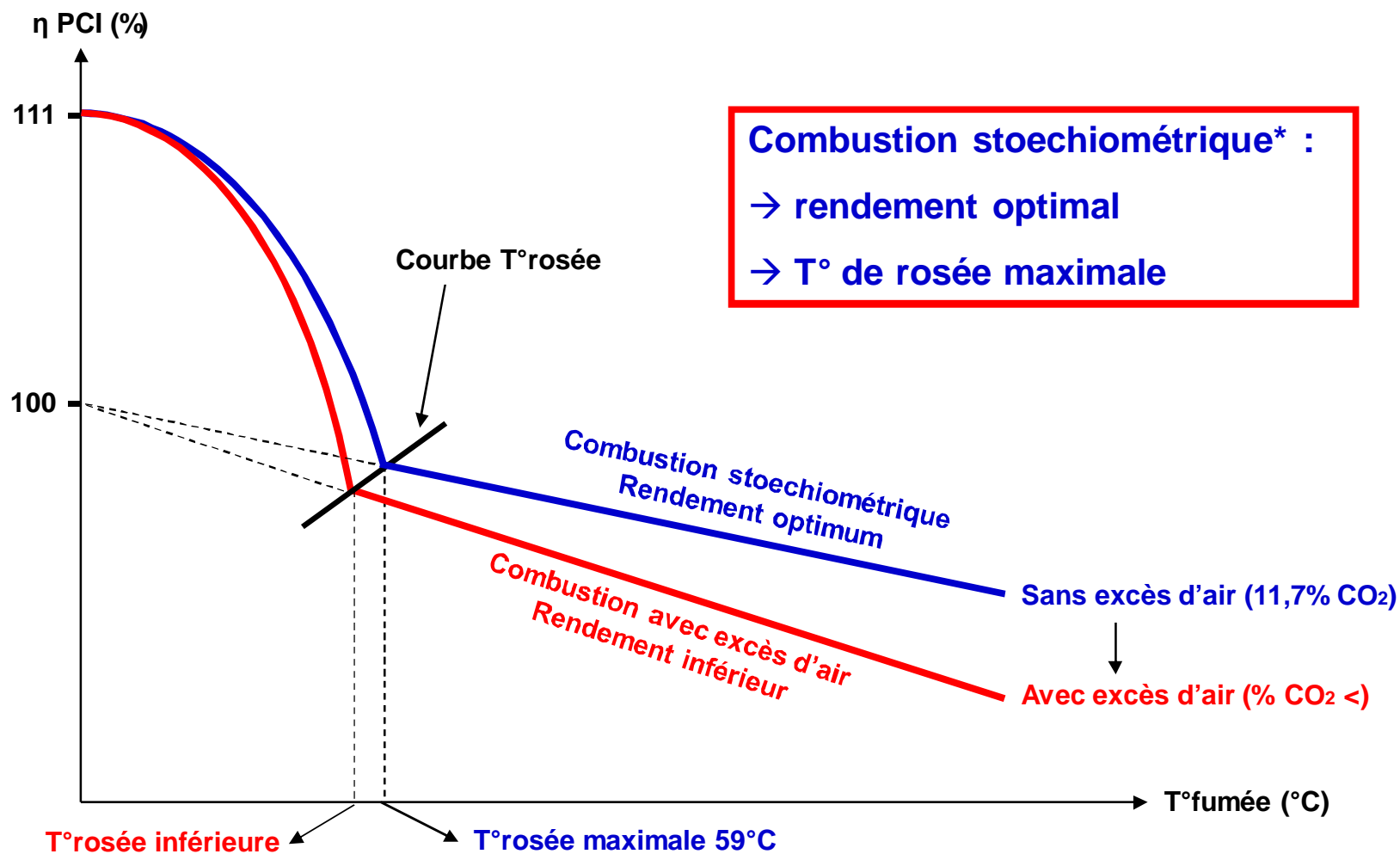
* Combustion stoechiométrique = sans excès d'air

Condensation gaz naturel :

- jusqu'à 11% de gain de rendement
- temps de condensation supérieur

Généralités sur la condensation

Maîtrise de la combustion



* Diagramme de combustion du gaz naturel

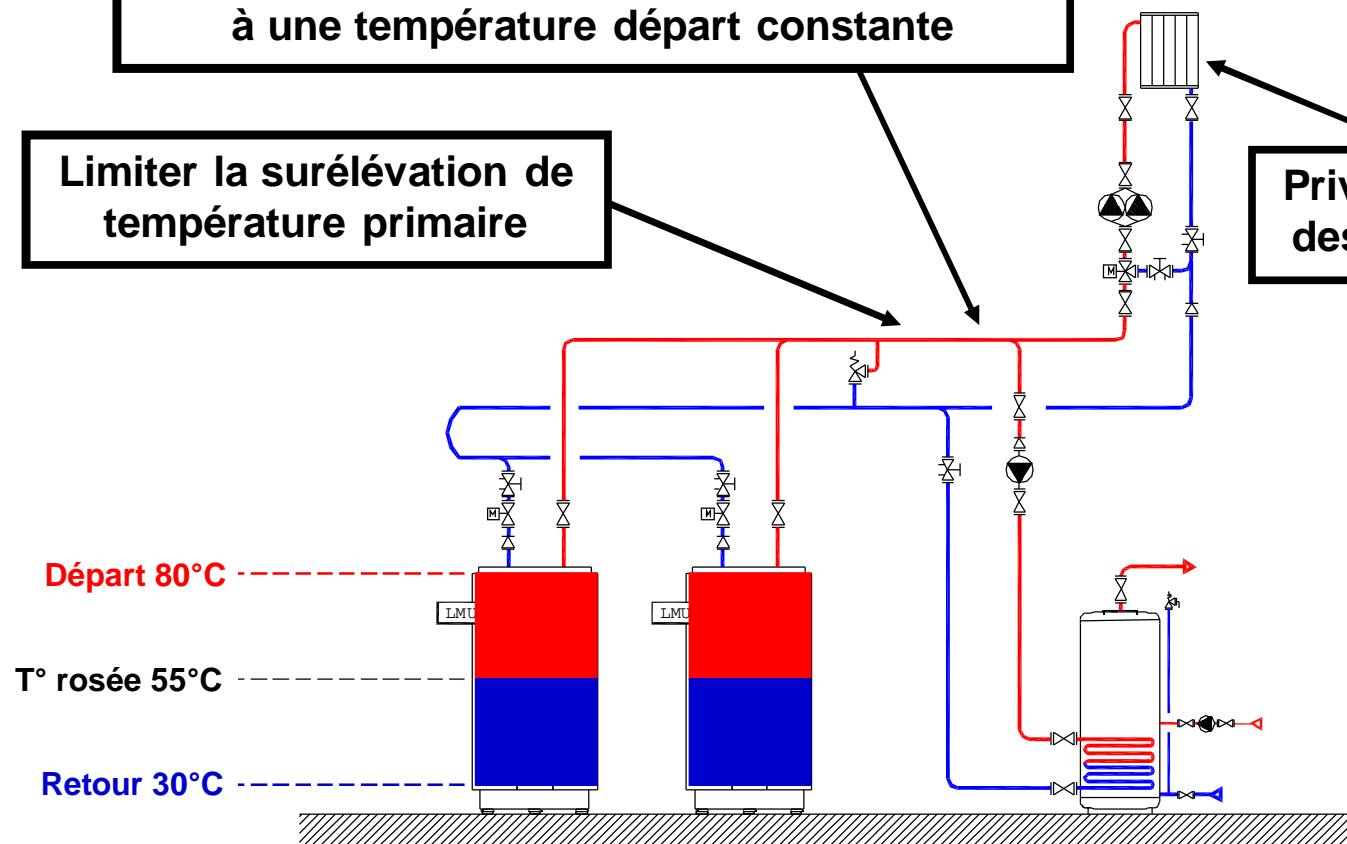
Généralités sur la condensation

Température moyenne A/R chaudière

**Privilégier une température départ glissante
à une température départ constante**

**Limiter la surélévation de
température primaire**

**Privilégier un régime de T°
des émetteurs le plus bas**



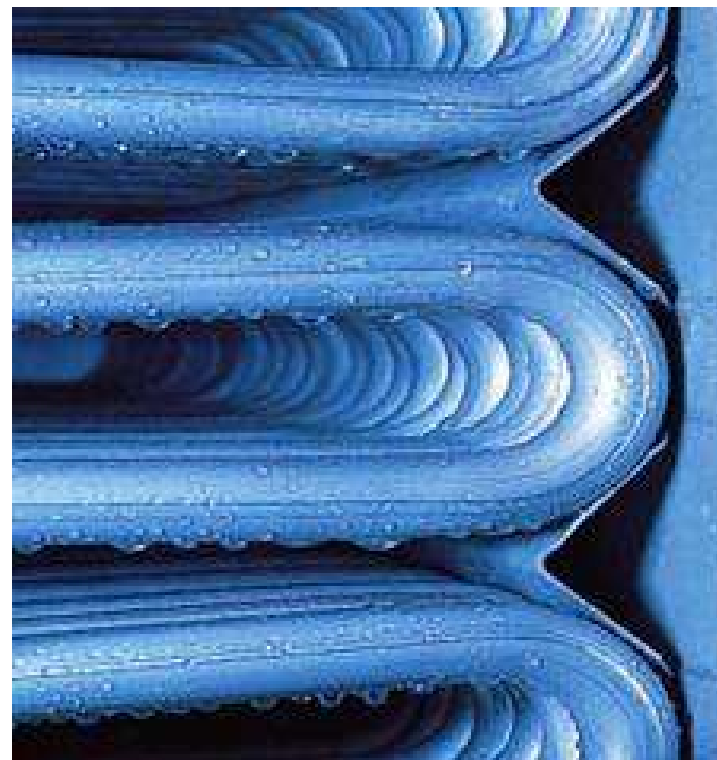
Augmenter la surface de condensation des chaudières

Généralités sur la condensation

Récupération optimale du condenseur

L'efficacité du condenseur dépend :

1. de la T° d'entrée des produits de combustion
2. de la température d'entrée d'eau
3. à moindre effet, du débit d'irrigation



Généralités sur la condensation

Notions de rendement global annuel

Régime de T° émetteurs (°C)	80/60	70/50	60/40	50/30	40/30
Rendement global annuel (% PCI)	102,9	105,4	107,4	109	109,8

Résultats « Optimax Design », Hypothèses :

VARMAX 225 kW, Lyon, T°réf. = -8°C, besoins chauffage 200 kW, surpuissance 13%

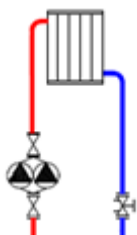
Dès qu'un circuit est régulé, la condensation se justifie !

Généralités sur la condensation

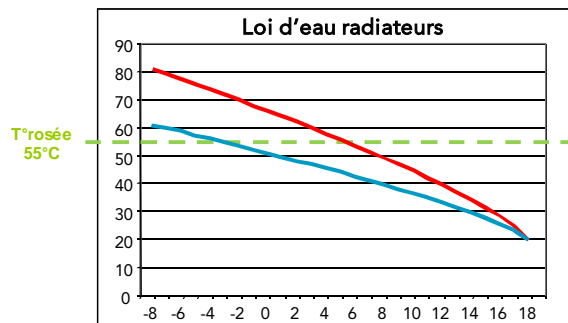
Circuits appropriés à la condensation

Circuit régulé **référence**

Type Radiateurs



80/60°C

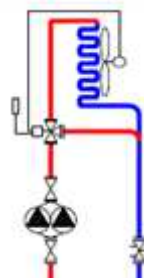


102,9 % PCI

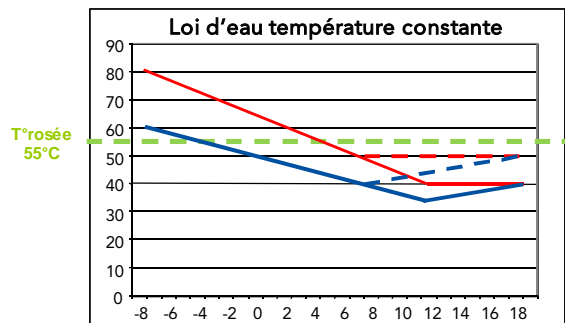
CONDENSATION OK !

Circuit régulé avec talon bas

Type CTA



80/60°C

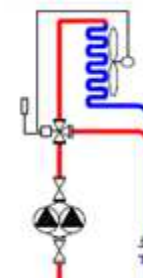


Talon bas 40/50°C 102,9 % / 102,1% PCI

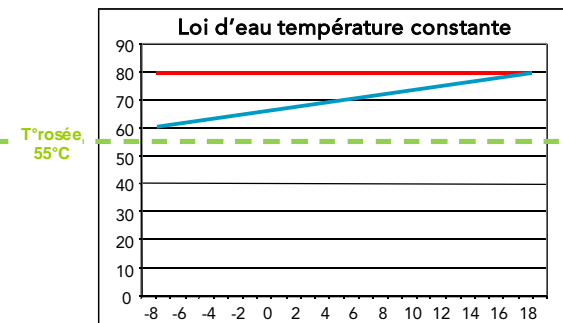
CONDENSATION OK !

Circuit non régulé

Type CTA



80/60°C



97,4 % PCI

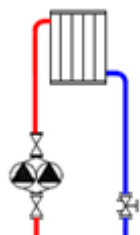
CONDENSATION KO !

Généralités sur la condensation

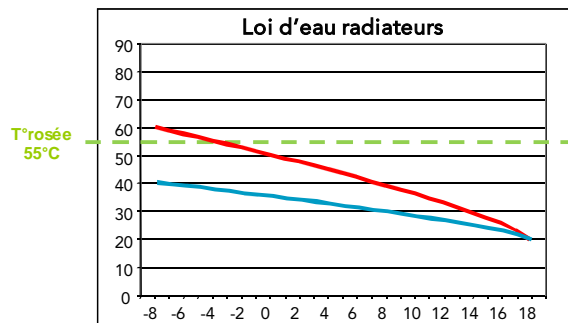
Circuits appropriés à la condensation

Circuit régulé **référence**

Type Radiateurs



60/40°C

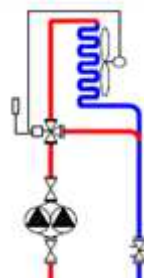


107,4 % PCI

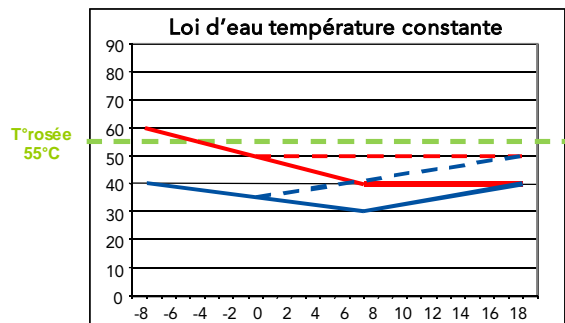
CONDENSATION OK !

Circuit régulé avec talon bas

Type CTA



60/40°C



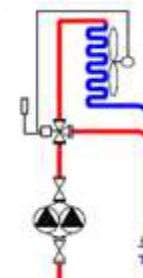
Talon bas 40/50°C

107 % / 104,9% PCI

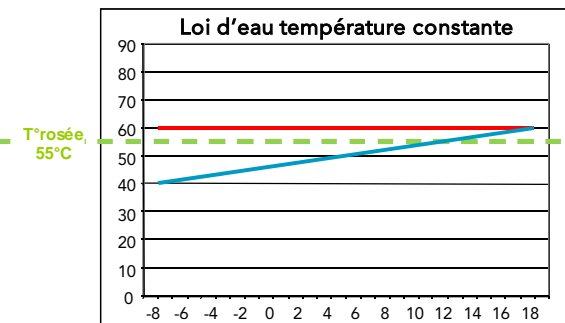
CONDENSATION OK !

Circuit non régulé

Type CTA



60/40°C



100,5 % PCI

< 80/60°C
avec talon bas !!!

CONDENSATION KO !

Privilégier un circuit régulé avec talon bas à un circuit HT° non régulé !

Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

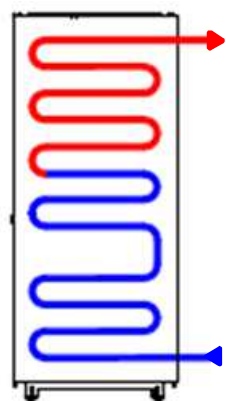
Généralités sur la condensation

Offre marché des chaudières à condensation

Quelle chaudière à condensation choisir ?

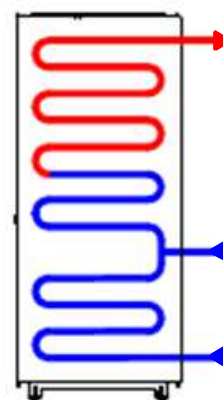
Anticiper la performance de vos installations

Offre marché des chaudières à condensation 2, 3, et 4 piquages simplifiés



2 piquages

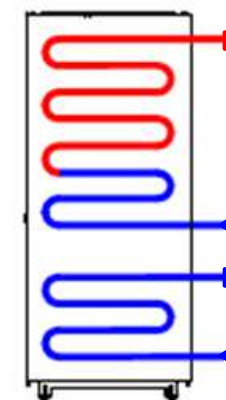
Circuits à lois
d'eau
identiques ?



3 piquages

Circuits à lois
d'eau
inégaux ?

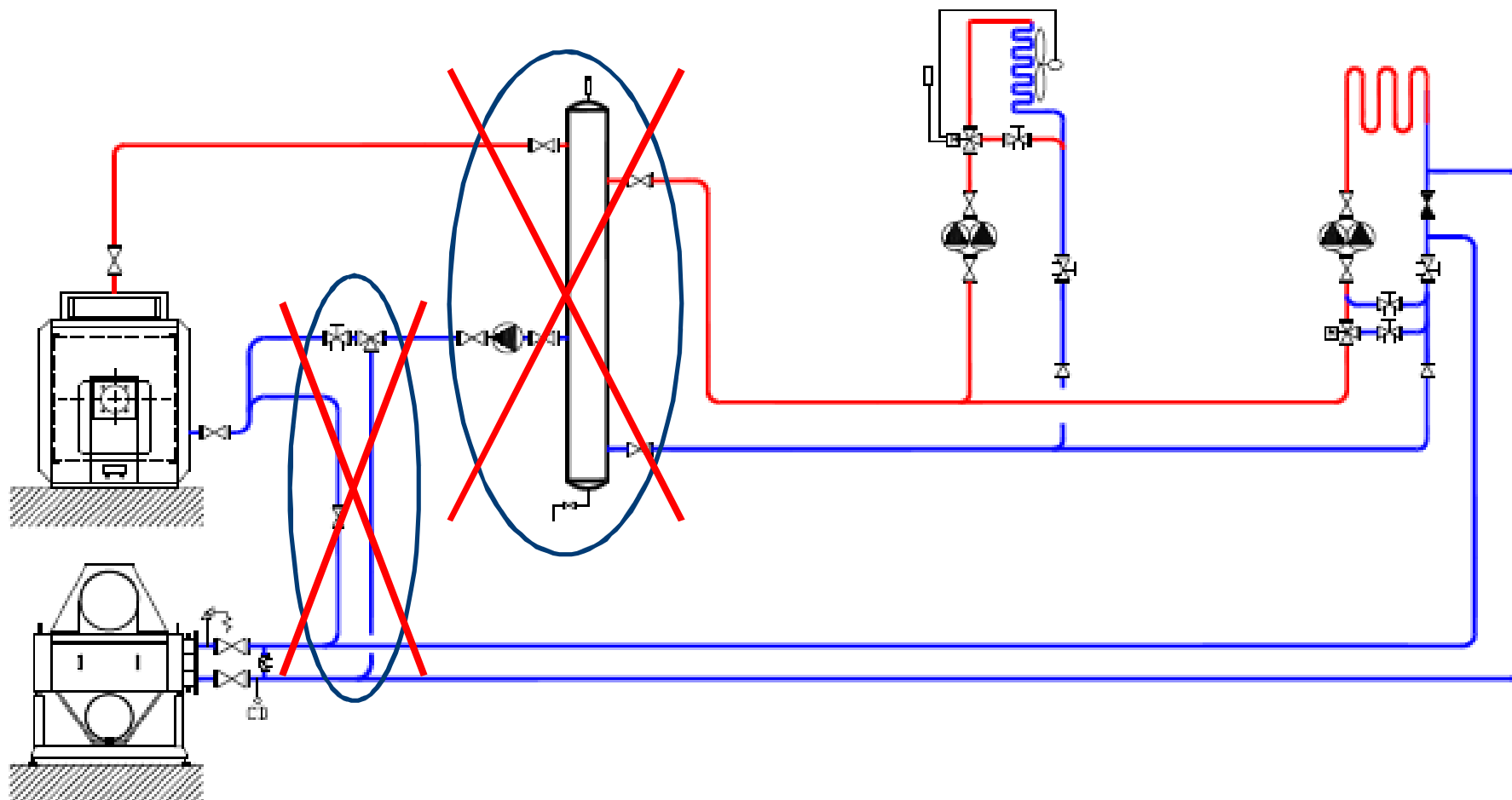
VARMAX
2/3/4 piquages



4 piquages

Quels types
de circuits ?

Offre marché des chaudières à condensation Evolution du 4 piquages « traditionnel »

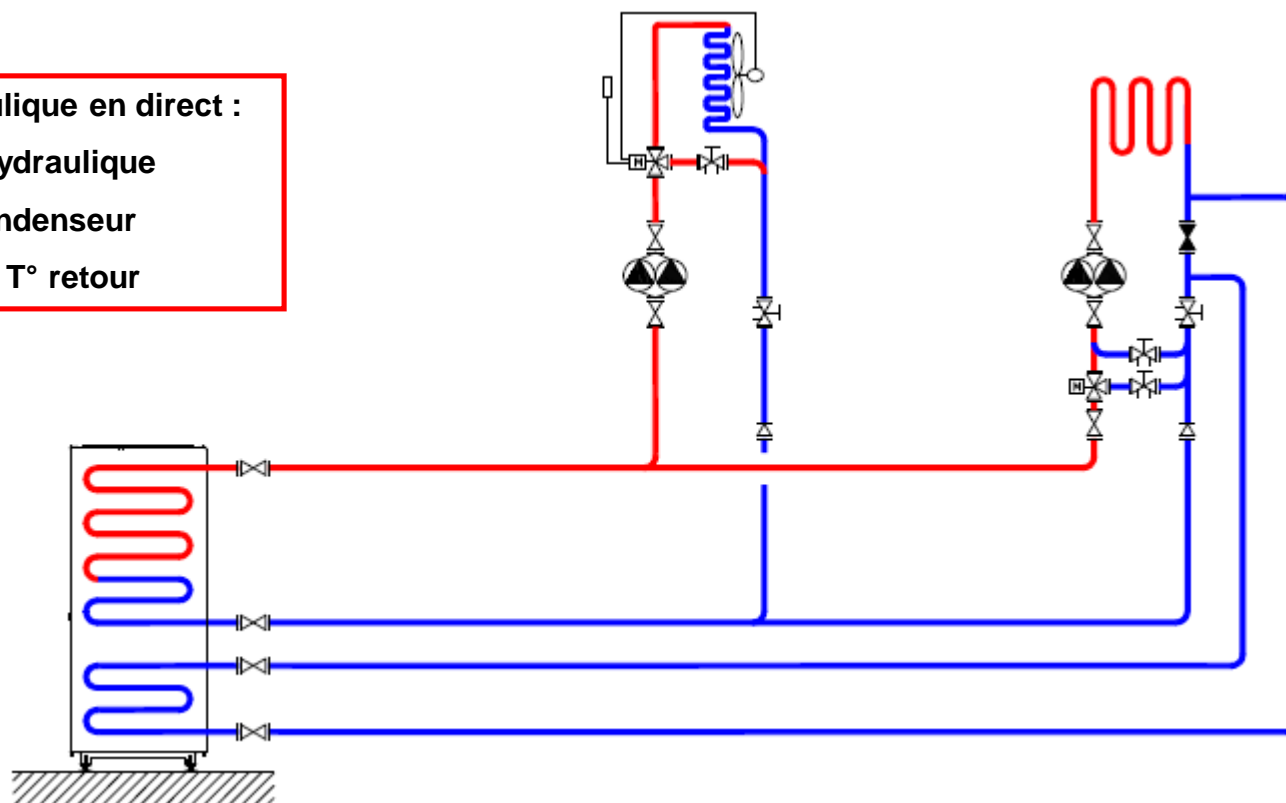


Offre marché des chaudières à condensation

Le 4 piquages simplifié

Raccordement hydraulique en direct :

- Sans découplage hydraulique
- Sans bypass du condenseur
- Sans contrôle de la T° retour



Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Généralités sur la condensation

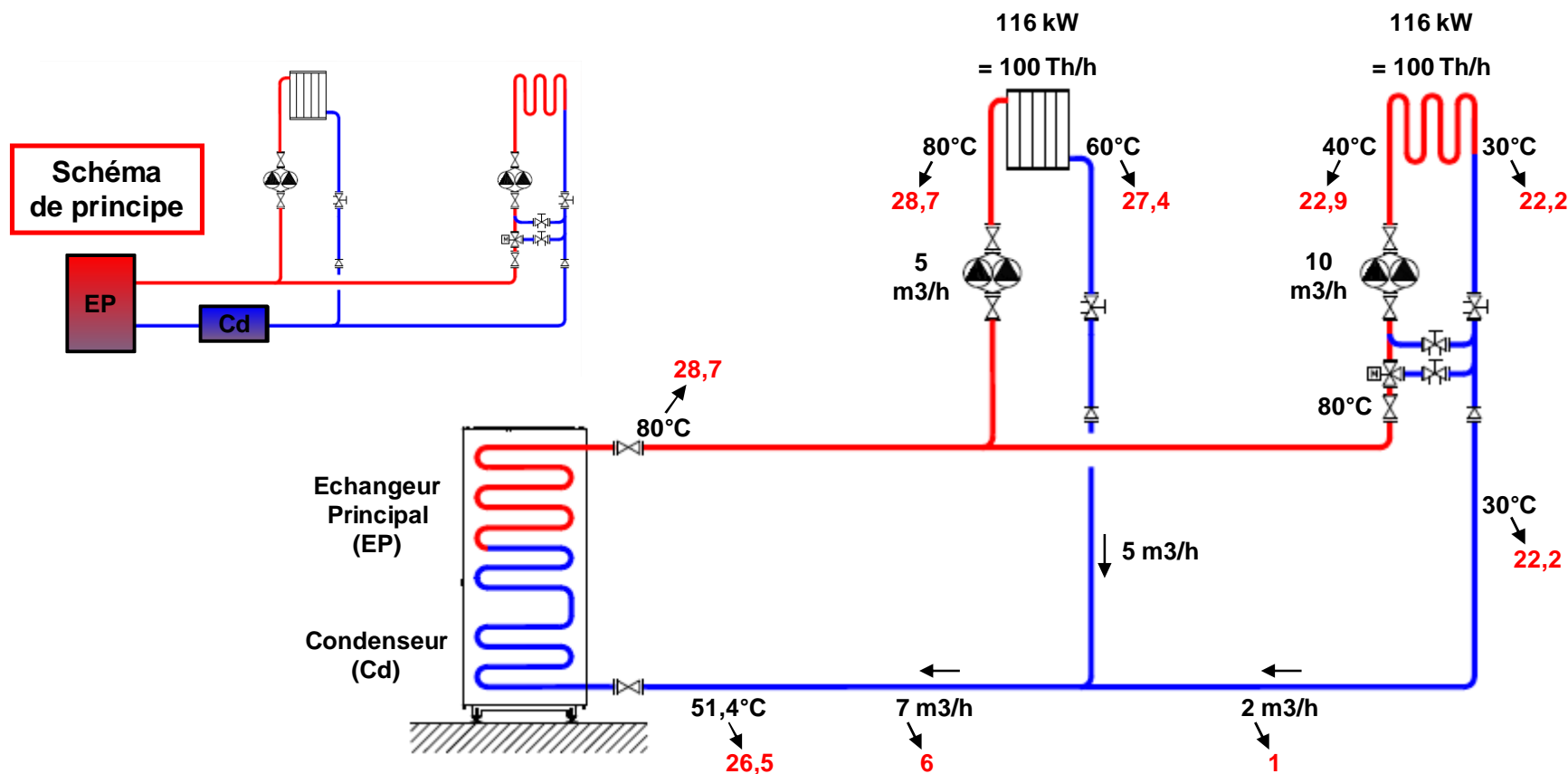
Offre marché des chaudières à condensation

Quelle chaudière à condensation choisir ?

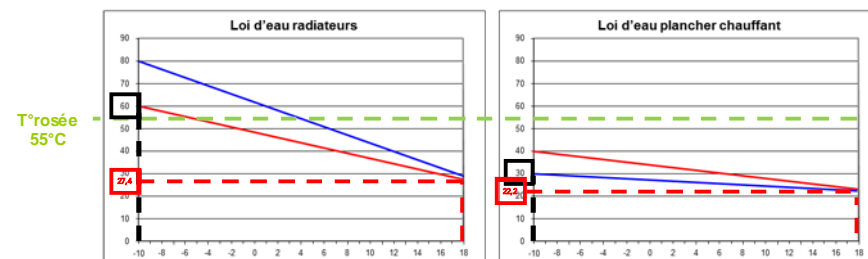
Anticiper la performance de vos installations



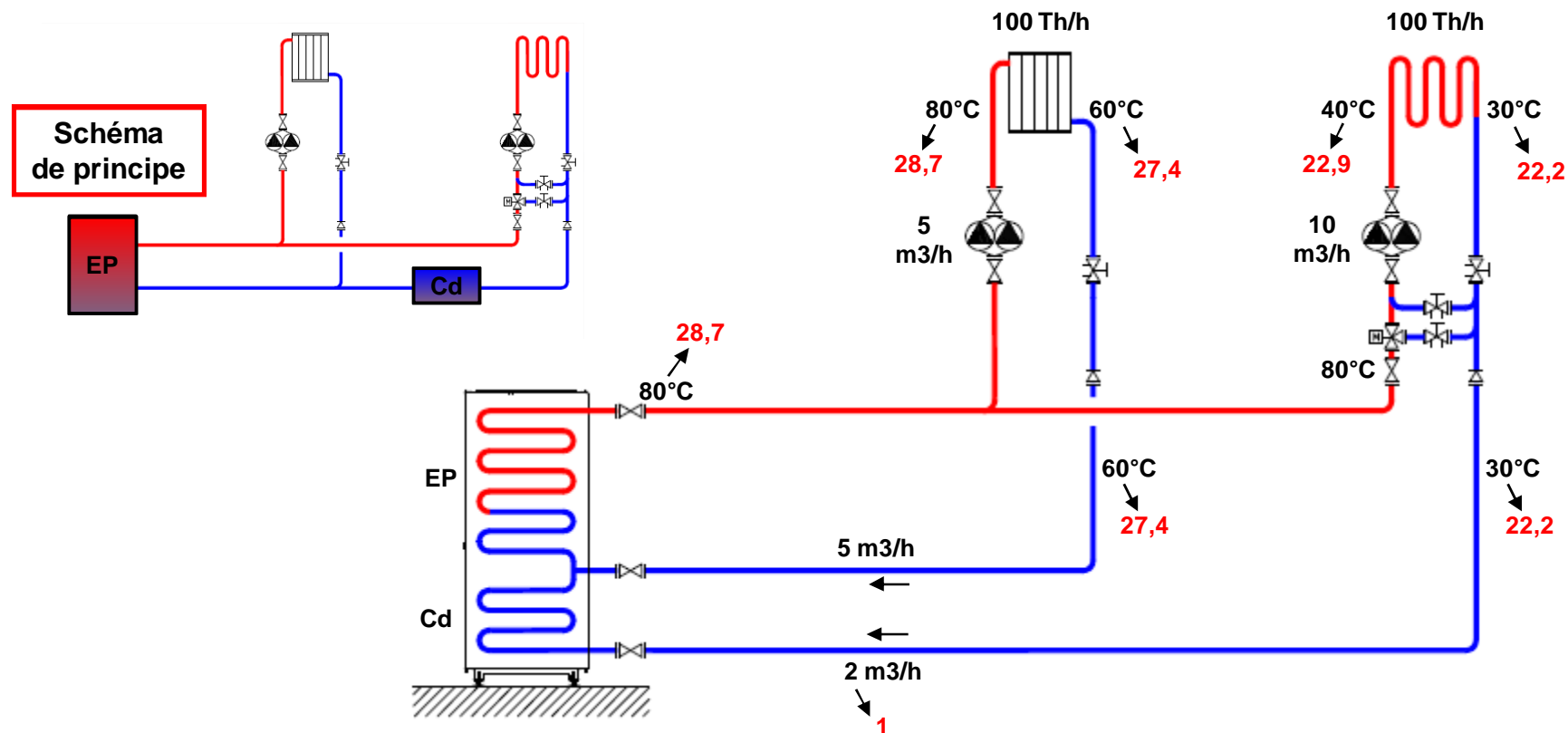
Raccordement chaudière en 2 piquages 2 circuits régulés à loi d'eau différentes



Rendement 104,8%
Retour Condenseur 51,4 à 26,5°C



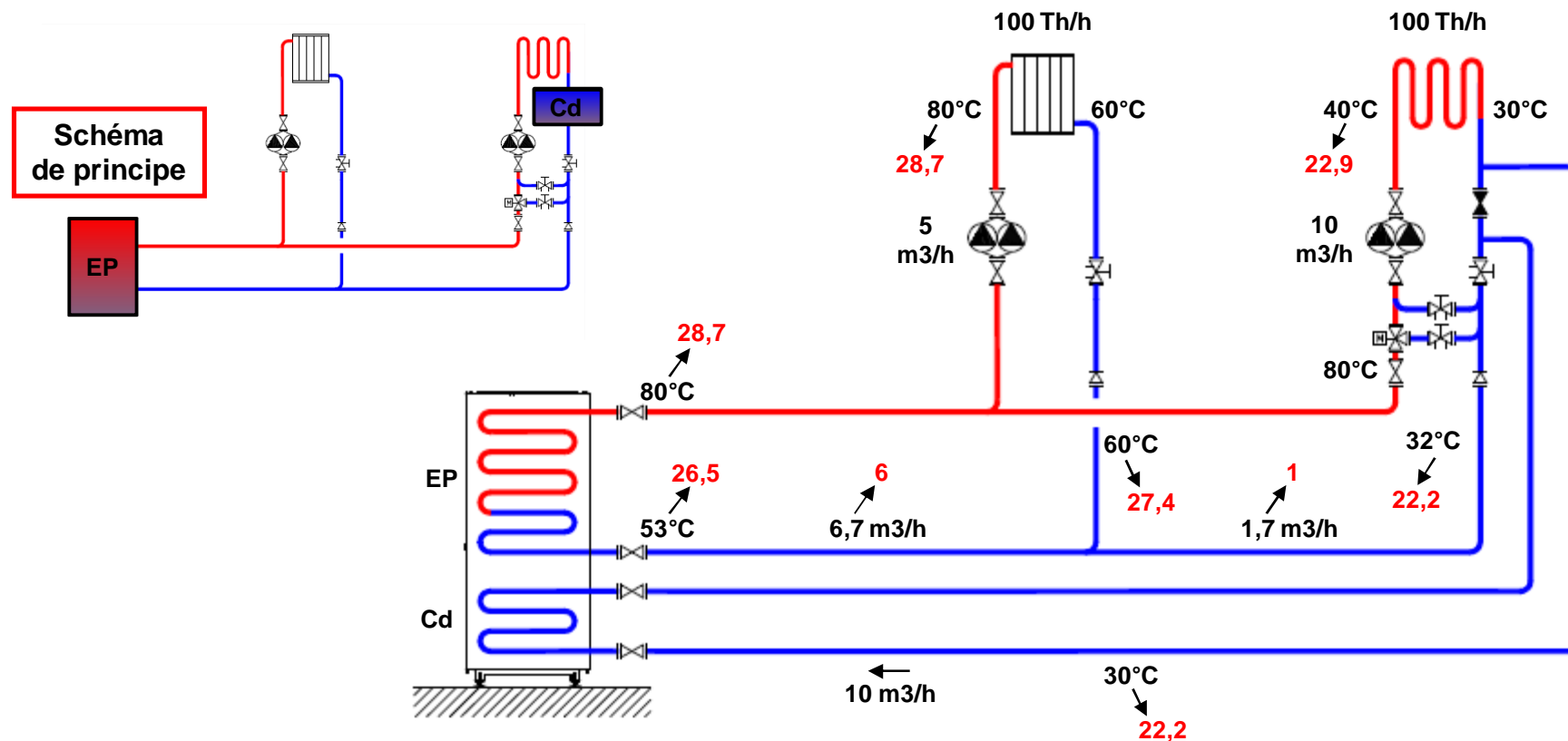
Raccordement chaudière en 3 piquages 2 circuits régulés à loi d'eau différentes



Rendement 106,9%

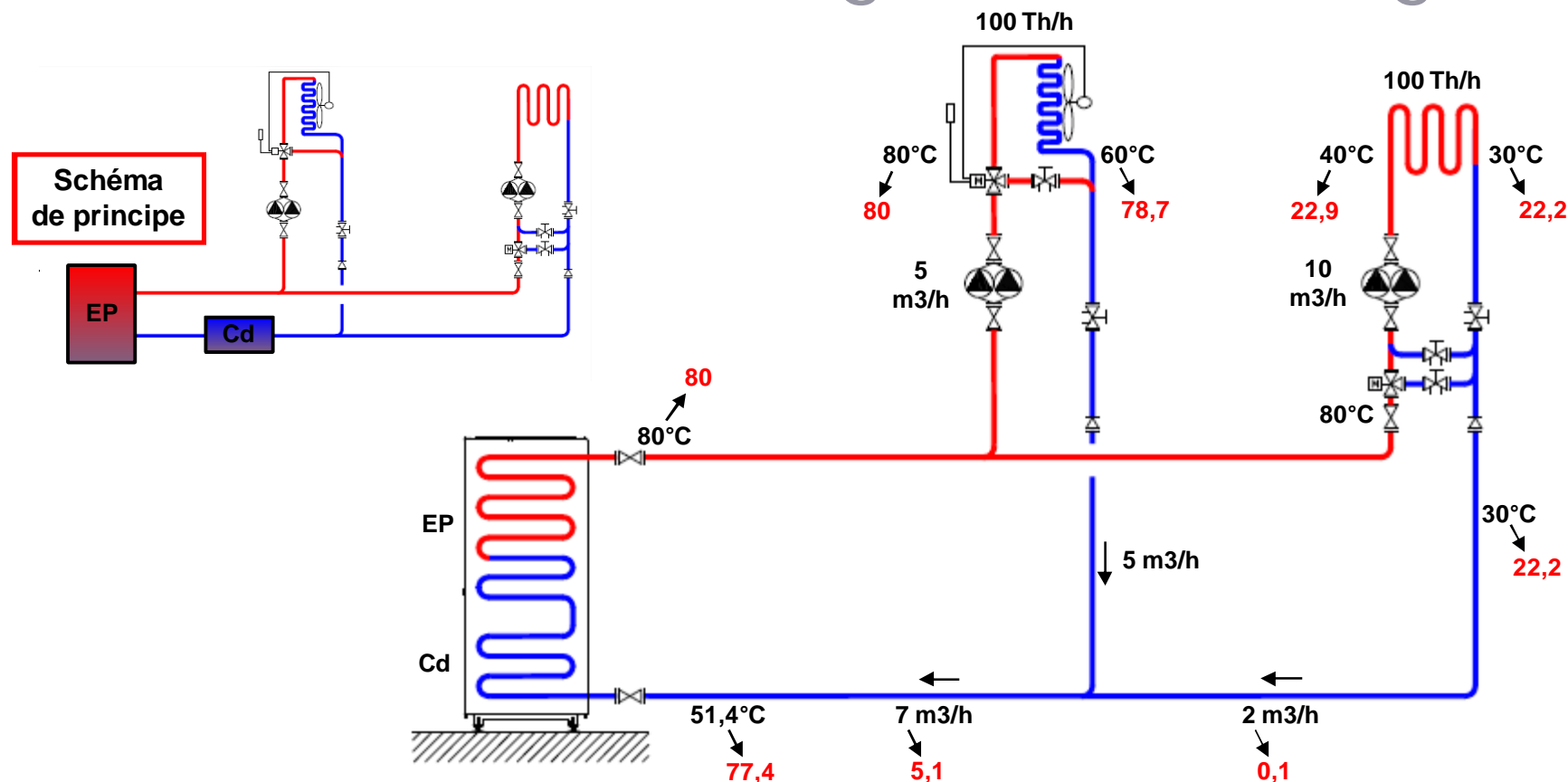
Retour Condenseur 30 à 22,2°C

Raccordement chaudière en 4 piquages 2 circuits régulés à loi d'eau différentes

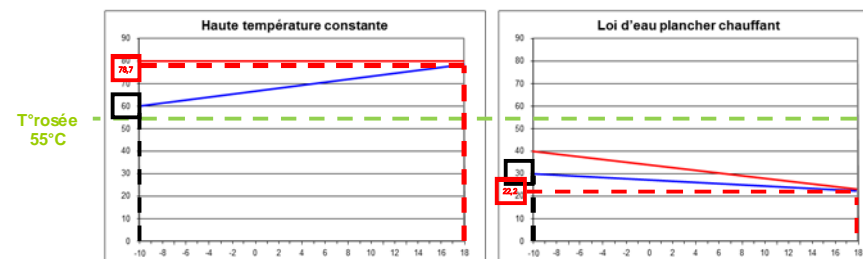


Rendement 108,9%
Retour Condenseur 30 à 22,2°C
avec débit nominal PCBT

Raccordement chaudière en 2 piquages 1 circuit HT° non régulé + 1 circuit régulé

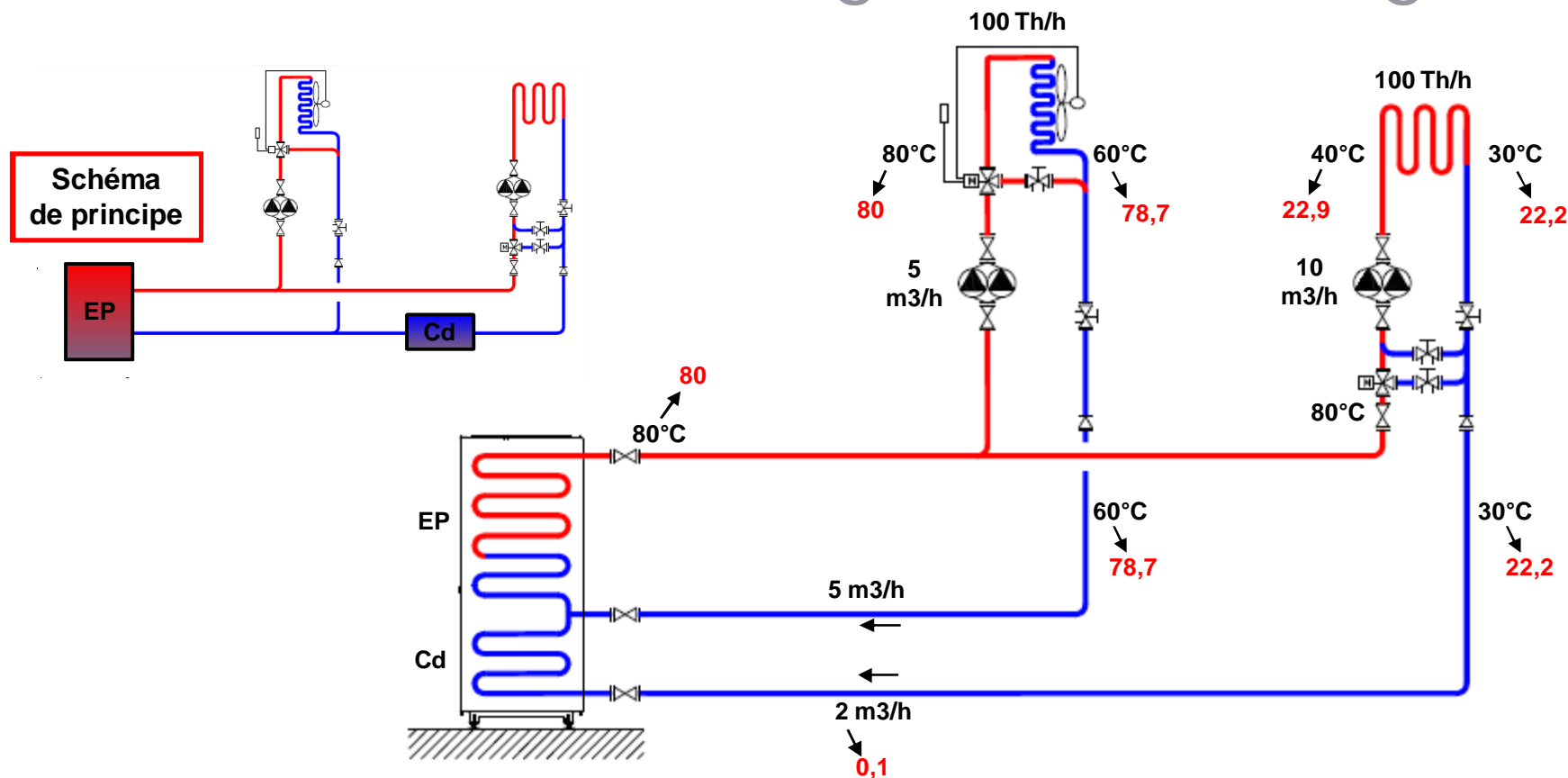


Rendement 97,8%
Retour Condenseur 51,4 à 77,4°C



Raccordement chaudière en 3 piquages

1 circuit HT° non régulé + 1 circuit régulé

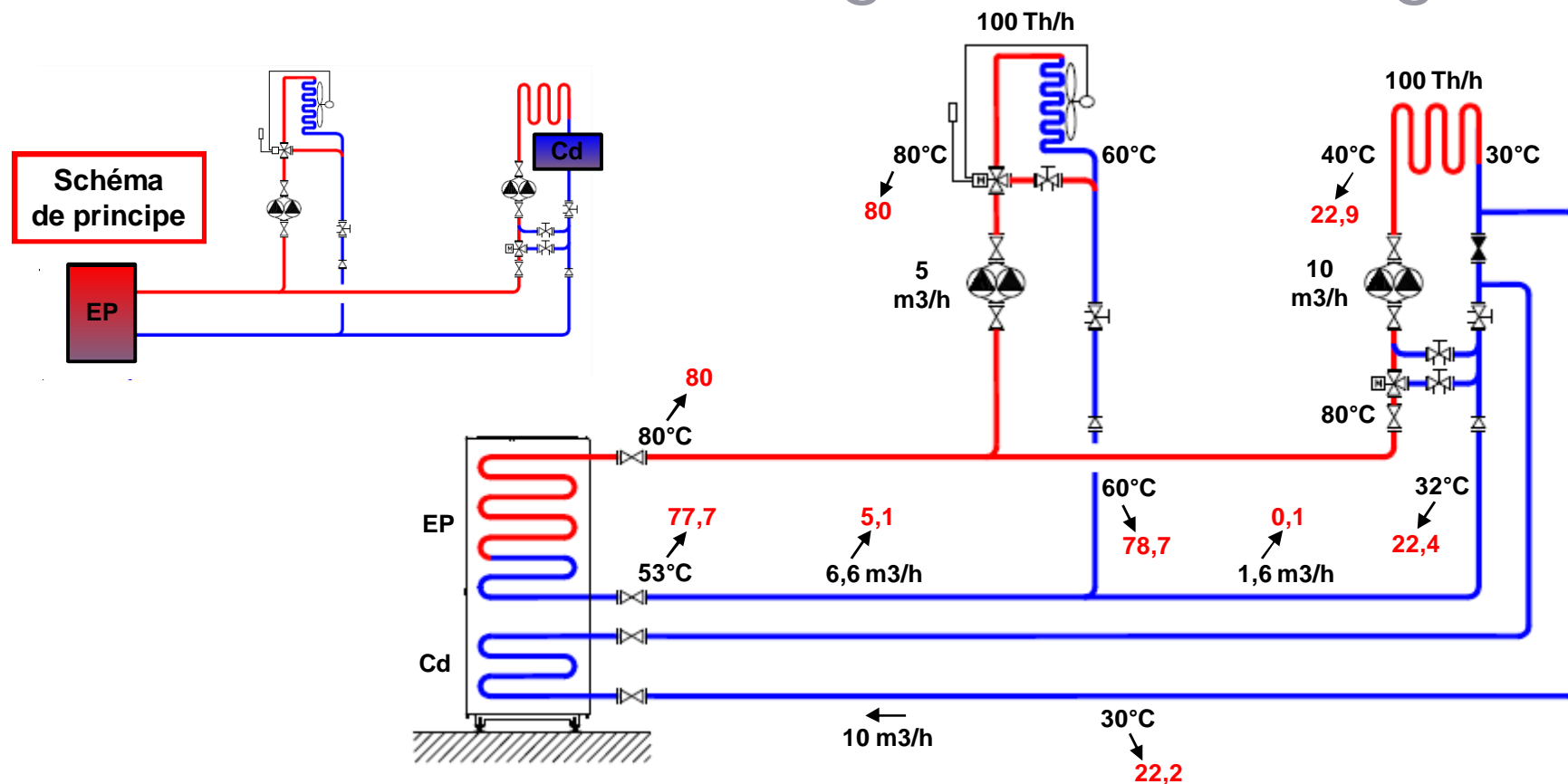


Rendement 104,8%

Retour Condenseur 30 à 22,2°C

Raccordement chaudière en 4 piquages

1 circuit HT° non régulé + 1 circuit régulé



Rendement 108,7%
Retour Condenseur 30 à 22,2°C
avec débit nominal PCBT

Quelle chaudière à condensation choisir ?










Conclusions

Types de circuits	Types de Chaudières condensation		
	2 piquages	3 piquages	4 piquages
Lois d'eau égales Ex = 2 circuits radiateurs 80/60°C	✓	✓	✓
Lois d'eau non égales 1 radiateur 80/60°C + 1 PCBT 40/30°C	✓ (-4,1%)	✓ (-2%)	✓ (108,9%)
Lois d'eau + Hte T° cte 1 CTA 80/60°C cst + 1 PCBT 40/30°C	⚠ (-10,9%)	✓ (-3,9%)	✓ (108,7%)

Lors d'une rénovation, si vous remplacez une « 4 piquages » par une « 2 ou 3 piquages », vous risquez de perdre en performance !

Quelle chaudière à condensation choisir ?

Conclusions chiffrées en Euros

Types de circuits	Types de Chaudières condensation		
	2 piquages	3 piquages	4 piquages
Lois d'eau égales 2 circuits PCBT 40/30°C 2 circuits radiateurs 80/60°C 2 circuits CTA 80/60°C cst	 109,5%/503,4 MWh 102,9%/534891 kWh 97,4%/565000 kWh	 +1,26 MWh/2P +0,78 MWh/2P +0,05 MWh/2P	 +1,2 MWh/2P +0,78 MWh/2P +0,05 MWh/2P
Lois d'eau non égales 1 radiateur 80/60°C + 1 PCBT 40/30°C	 104,8% 525,3 MWh 26263€*	 106,9% -10,3 MWh/2P -516€/2P	 108,9% -19,7 MWh/2P -986€/2P
Lois d'eau + Hte T° cte 1 CTA 80/60°C cst + 1 PCBT 40/30°C	 97,8% 563,1 MWh 28155€*	 104,8% -37,78 MWh/2P -1889€/2P	 108,7% -56,6 MWh/2P -2830€/2P

Nota : DJU Lyon – Varmax 275 – Puissance de chaque circuit = 116 kW – MWh gaz = 50€

Quelle chaudière à condensation choisir ? Analyse et résultats en un temps record !

OptiMax Design

Disponible sur www.atlantic-guillot.fr

Optimiser l'hydraulique et Maximiser la performance
de vos installations de chauffage en quelques clics !



Logiciel *OptiMax Design*

Introduction



OptiMax Design est un guide de choix qui permet de comparer le rendement global annuel de Varmax raccordée en 2, 3 ou 4 piquages, suivant le type des réseaux de chauffage d'une installation. C'est une estimation théorique, qui ne tient pas compte :

- de l'ECS (il y a de fortes variations du besoin ECS d'un projet à un autre). L'ECS impacte et diminue le rendement de la chaudière en 2 et 3 piquages, mais a moins d'influence en 4 piquages.
- des variations des caractéristiques du combustible (pouvoir calorifique, température, ...)
- des pertes des réseaux primaires et de distribution
- des pertes du générateur liées au nombre de démarrages de son brûleur
- des fonctionnements transitoires dûs à des programmations de consigne
- des apports externes ou internes

Logiciel *OptiMax Design*

Plus qu'un logiciel !



Une aide à la conception !

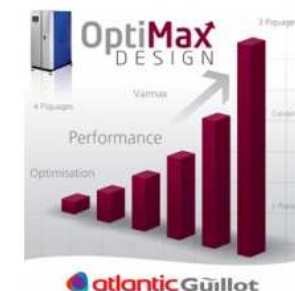
**Vous alerte si les caractéristiques de l'installation sont incompatibles
avec les conditions d'utilisation des générateurs**

Exemples :

- la puissance du circuit raccordé au condenseur doit être $\geq 15\%$ de la puissance utile nominale des générateurs,
- le débit d'eau dans l'échangeur principal doit être $\leq P_{nom}/10$,
- la puissance totale appelée des circuits chauffage doit être inférieure à la puissance utile nominale des générateurs.

Logiciel *OptiMax Design*

Données d'entrée de l'installation



Département*	69 - Rhône
Ville*	LYON
Choix Varmax*	Varmax 275
Surpuissance générateurs	15.33

Circuit n°1*	Circuit à température const:
Puissance Circuit*	116 kW
Consigne départ*	80 °C
Δt^*	20 K
Débit nominal	4.99 m³/h
Raccordé au condenseur	<input type="checkbox"/>

Circuit n°2*	Circuit régulé
Puissance Circuit*	116 kW
Consigne départ*	40 °C
Δt^*	10 K
Talon bas départ chaudière	°C
Débit nominal	9.97 m³/h
Raccordé au condenseur	<input checked="" type="checkbox"/>

Jusqu'à 5 circuits chauffage

→ Ajouter un circuit / Supprimer un circuit

*champs obligatoires

RÉINITIALISER

COMPARER





atlanticGuillot

MODIFIER

Varmax 275
268 kW

Surpuissance
15.3%

Circuit1
régulé
116kW 80°C / Δt 20K

Circuit2
(Condenseur)
régulé
116kW 40°C / Δt 10K

Ville
LYON (69)

Température
extérieure
0°C

+18°C

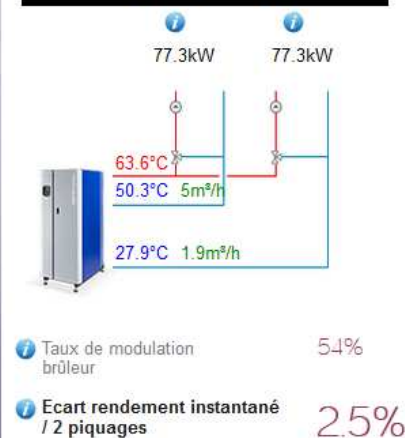
-10°C

Circuits à
puissance
équivalente !

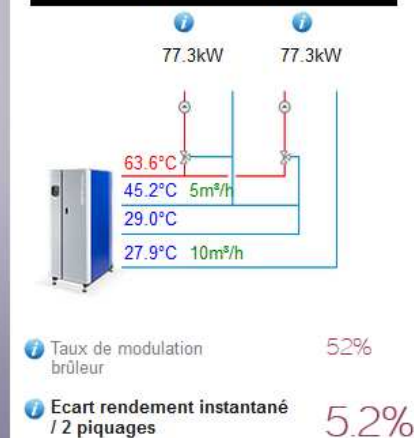
Raccordement 2 piquages
résultats instantanés



Raccordement 3 piquages
résultats instantanés



Raccordement 4 piquages
résultats instantanés



CALCULS THÉORIQUES

LOIS D'EAU

DONNÉES CLIMATIQUES

RACCORDEMENT 2 PIQUAGES

Rendement global annuel chauffage
104.8%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
224j/230j

RACCORDEMENT 3 PIQUAGES

Rendement global annuel chauffage
106.9%
Ecart/2 piquages : 20%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
230j/230j

RACCORDEMENT 4 PIQUAGES

Rendement global annuel chauffage
108.9%
Ecart/2 piquages : 3.9%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
230j/230j

Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Généralités sur la condensation

Offre marché des chaudières à condensation

Quelle chaudière à condensation choisir ?

Anticiper la performance de vos installations

Anticiper la performance de vos installations Analyse du logiciel *OptiMax* *Design*

Tendance du rendement utile global annuel ?

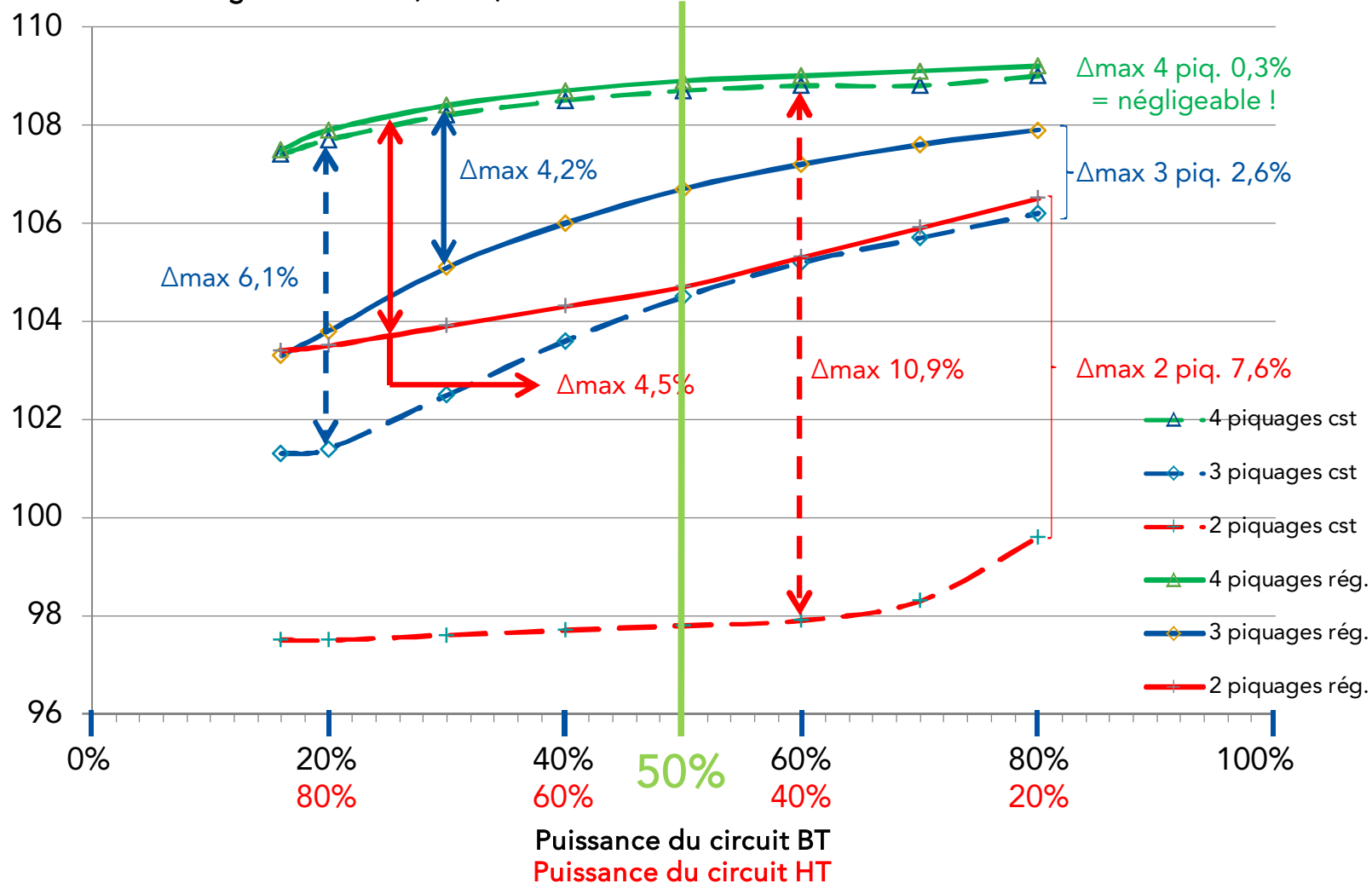
Pour différents régime de T° de circuits

Pour différents rapport de puissance entre circuits



Perf. 80/60°C rég. ou cst + 40/30°C rég. Répartition de puissance de 15 à 80%

Rendement utile global annuel (% PCI)



Anticiper la performance de vos installations

Loi d'eau du circuit BT plus élevée !

80/60°C rég. + 40/30°C rég.

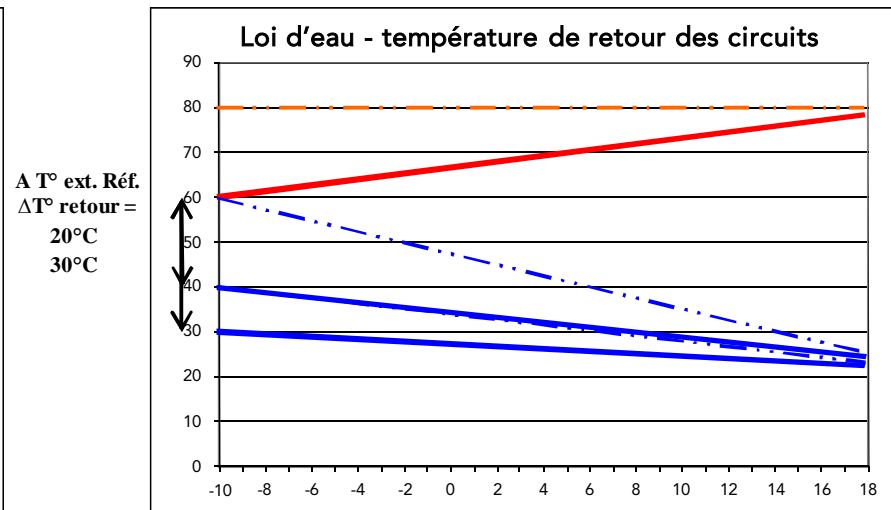
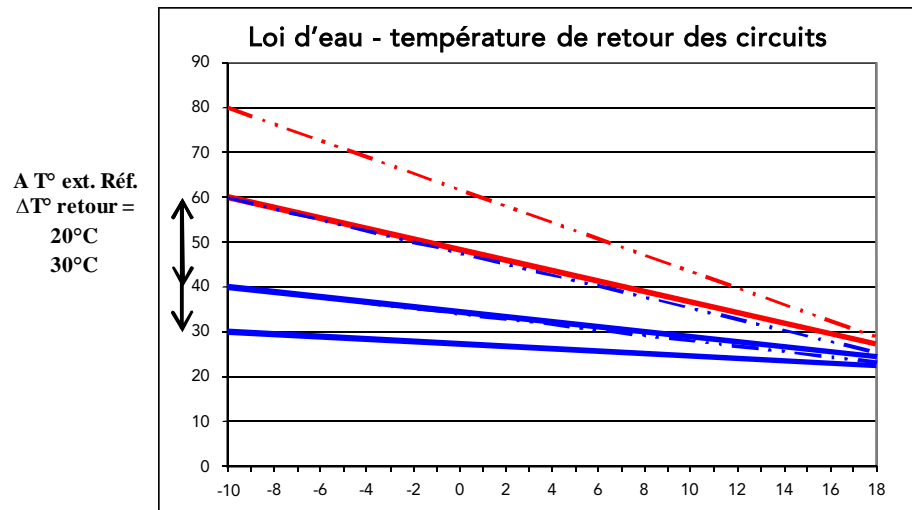


80/60°C rég. + 60/40°C rég.

80/60°C cst + 40/30°C rég.



80/60°C cst + 60/40°C rég.





atlanticGuillot

MODIFIER

Varmax 275
268 kW

Surpuissance
15.3%

Circuit1
régulé
116kW 80°C / Δt 20K

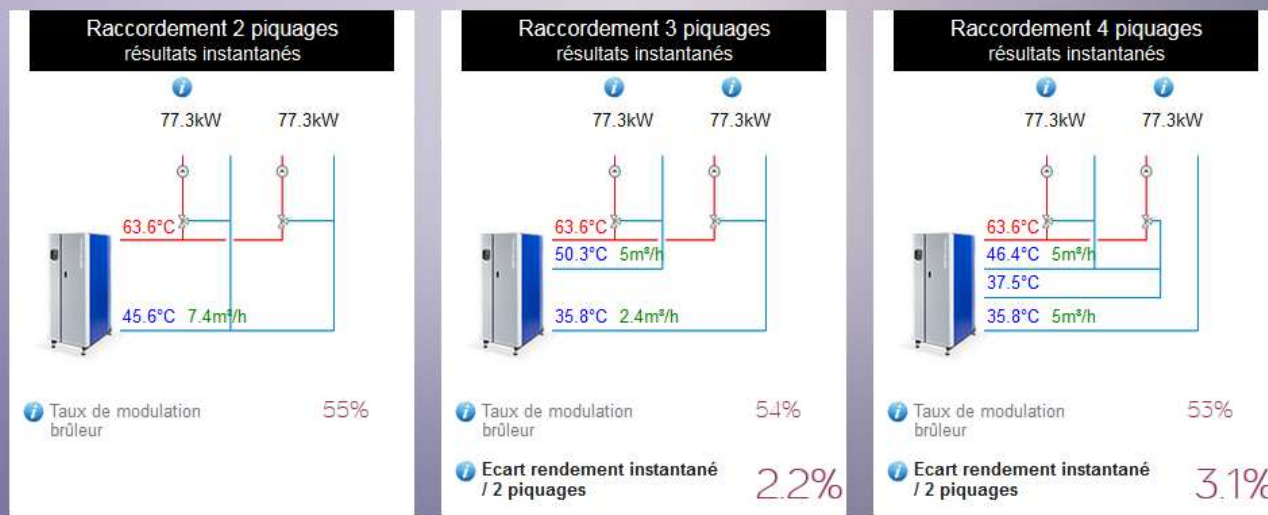
Circuit2
(Condenseur)
régulé
116kW 60°C / Δt 20K

Ville
LYON (69)

Température
extérieure
+18°C

-10°C

Circuits à
puissance
équivalente !



CALCULS THÉORIQUES

LOIS D'EAU

DONNÉES CLIMATIQUES

RACCORDEMENT 2 PIQUAGES

Rendement global annuel chauffage
104.4%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
221j/230j

≠ - 0,4

RACCORDEMENT 3 PIQUAGES

Rendement global annuel chauffage
106.1%
Ecart/2 piquages : 16%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
228j/230j

≠ - 0,8%

RACCORDEMENT 4 PIQUAGES

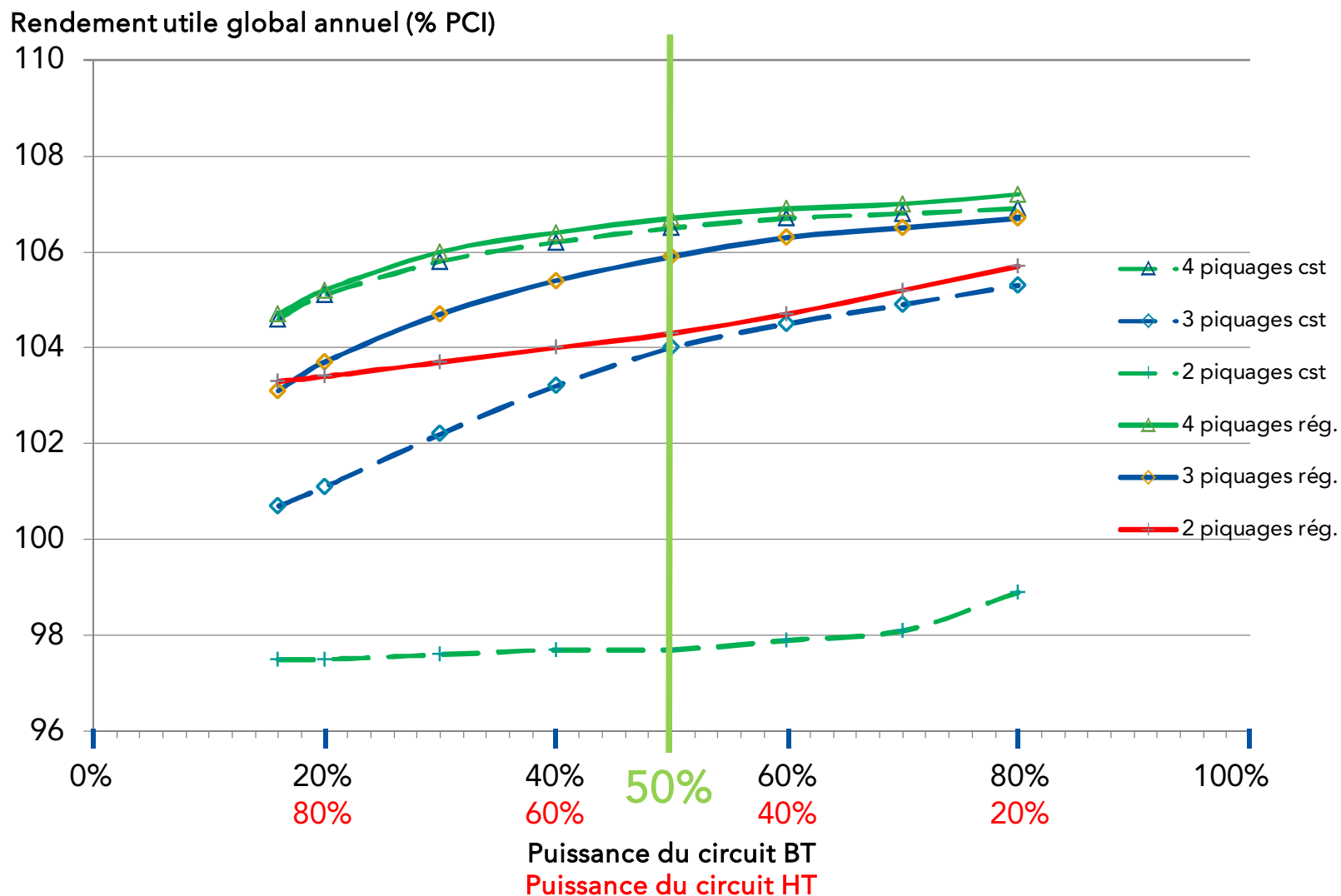
Rendement global annuel chauffage
106.8%
Ecart/2 piquages : 23%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
230j/230j

≠ - 2,1%

Perf. 80/60°C rég. ou cst + 60/40°C rég.

Répartition de puissance de 15 à 80%



Anticiper la performance de vos installations

Loi d'eau du circuit HT moins élevée !

80/60°C rég. + 40/30°C rég.

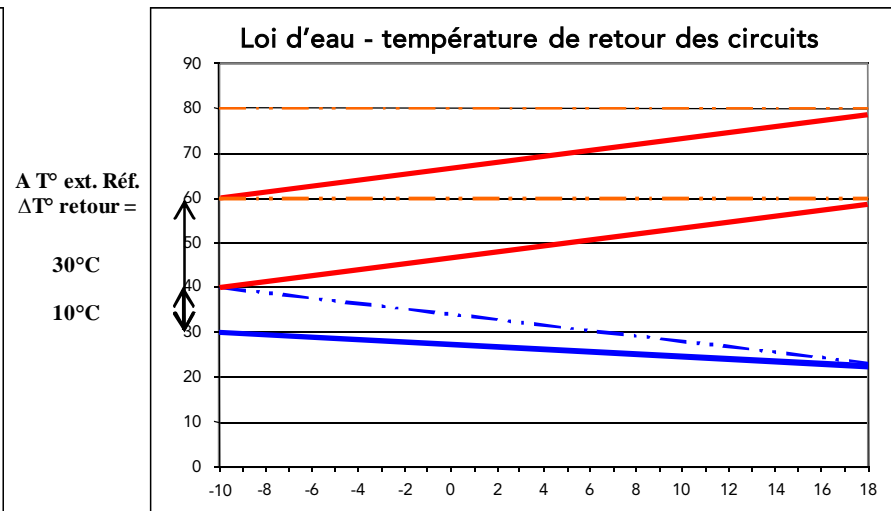
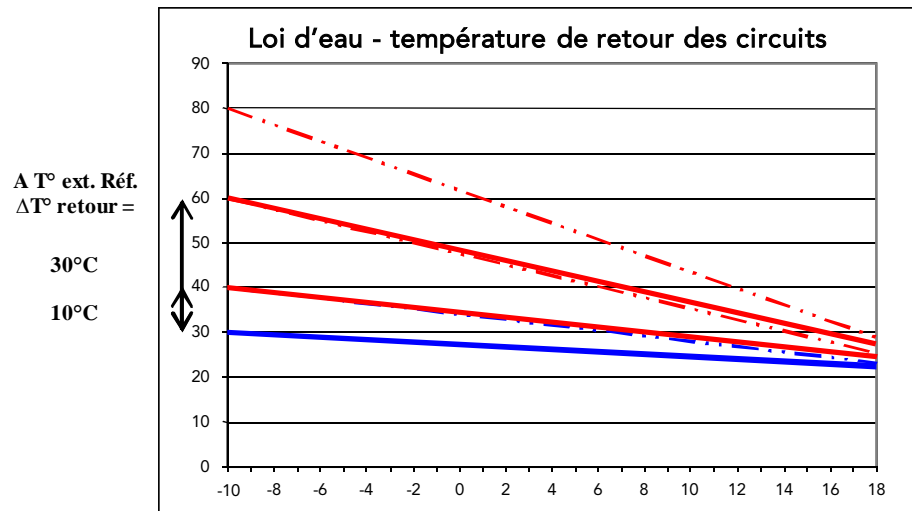


60/40°C rég. + 40/30°C rég.

80/60°C cst + 40/30°C rég.



60/40°C cst + 40/30°C rég.



Logiciel *OptiMax Design*

Circuits 60/40°C cst et 40/30°C rég.

atlanticGuillot

MODIFIER

Varmax 275
268 kW

Surpuissance
15.3%

Circuit1
constant
116kW 60°C / Δt 20K

Circuit2
(Condenseur)
régulé
116kW 40°C / Δt 10K

Ville
LYON (69)

0°C

Température
extérieure
+18°C

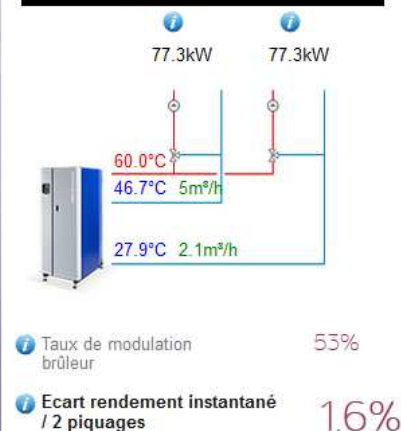
-10°C

**Puissance
équivalente !**

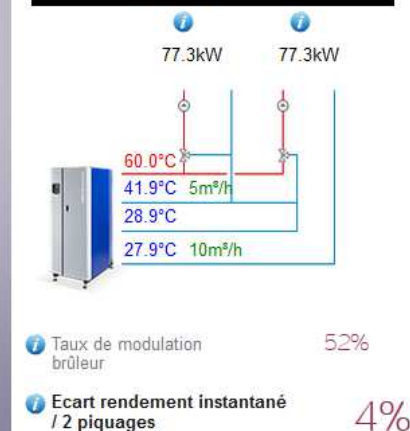
Raccordement 2 piquages
résultats instantanés



Raccordement 3 piquages
résultats instantanés



Raccordement 4 piquages
résultats instantanés



CALCULS THÉORIQUES

LOIS D'EAU

DONNÉES CLIMATIQUES

RACCORDEMENT 2 PIQUAGES

Rendement global annuel chauffage
102.8%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
146j/230j

≠ + 5%

RACCORDEMENT 3 PIQUAGES

Rendement global annuel chauffage
106.6%
Ecart/2 piquages : 3.7%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
230j/230j

≠ + 1,8%

RACCORDEMENT 4 PIQUAGES

Rendement global annuel chauffage
108.9%
Ecart/2 piquages : 5.9%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
230j/230j

≠ + 0,2%

Logiciel *OptiMax Design*

Circuits 60/40°C et 40/30°C régulés

atlanticGuillot

MODIFIER

Varmax 275
268 kW

Surpuissance
15.3%

Circuit1
régulé
116kW 60°C / Δt 20K

Circuit2
(Condenseur)
régulé
116kW 40°C / Δt 10K

Ville
LYON (69)

0°C

Température
extérieure
+18°C



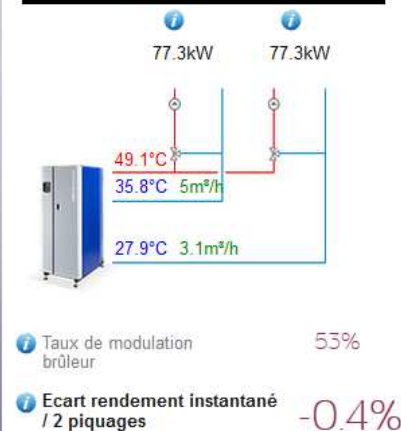
-10°C

**Puissance
équivalente !**

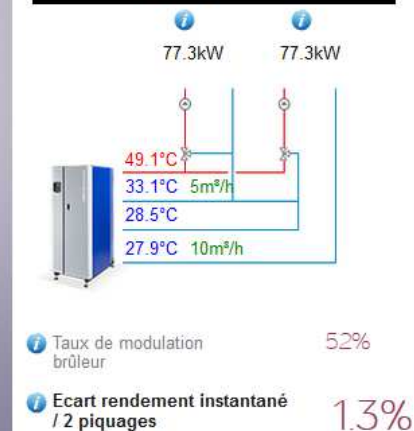
Raccordement 2 piquages
résultats instantanés



Raccordement 3 piquages
résultats instantanés



Raccordement 4 piquages
résultats instantanés



CALCULS THÉORIQUES

LOIS D'EAU

DONNÉES CLIMATIQUES

2 piquages ≥ 3 piquages !

Rendement global annuel chauffage
108.0%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
230j/230j

≠ + 3,2%

Rendement global annuel chauffage
107.8%
Ecart/2 piquages : -0.1%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
230j/230j

≠ + 0,9%

RACCORDEMENT 4 PIQUAGES

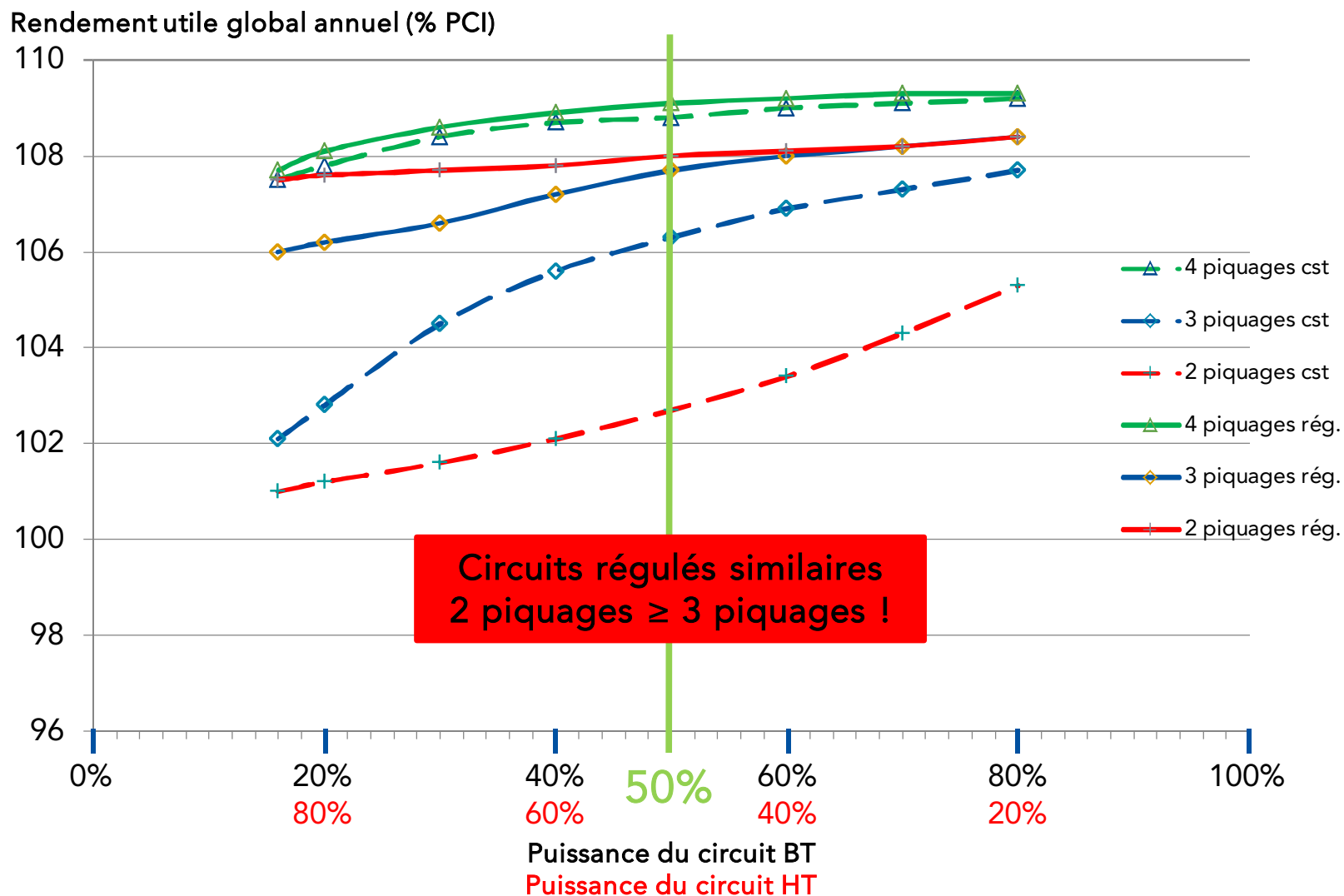
Rendement global annuel chauffage
109.1%
Ecart/2 piquages : 10%

Nombre de jours de
condensation/saison de chauffe
(DJU 18°C)
230j/230j

≠ + 0,2%

Perf. 60/40°C rég. ou cst + 40/30°C rég.

Répartition de puissance de 15 à 80%



Anticiper la performance de vos installations Synthèse finale

Types de circuits	Types de Chaudières condensation		
	2 piquages	3 piquages	4 piquages
Lois d'eau égales Ex : 2 circuits radiateurs	✓	✓	✓
Lois d'eau non égales Ex : 1 radiateur + 1 PCBT	✓	✓	✓
Lois d'eau + Hte T° cte Ex : 1 radiateur + 1 S-station	⚠	✓	✓

En présence de circuits **régulés proches** et **sans ECS** = 2 ≥ 3 piquages = **mais peu de cas !**

En présence de circuits **HT° non régulés** = 4 > 3 > 2 piquages !

Validation en quelques clics avec **OptiMax Design !**

Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Généralités sur l'ECS

Dimensionnement d'une production d'eau chaude sanitaire

Impact de l'ECS sur le choix du générateur

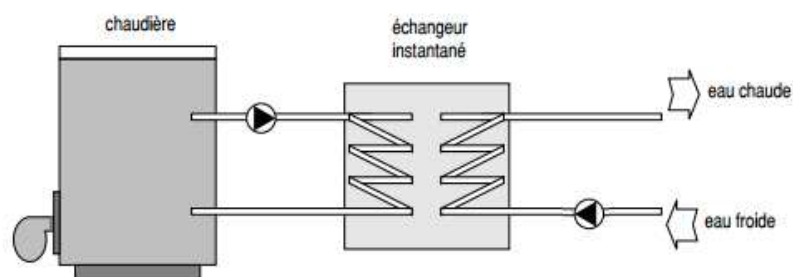
Préconisations selon le type de raccordement de la chaudière

Généralités sur l'ECS

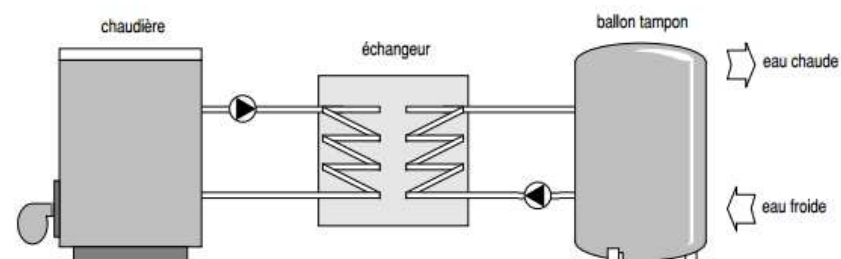
Différentes façons de produire de l'ECS

Avec ou sans stockage ESC

ECS Instantanée



ECS semi instantanée ou semi accumulée



**Cette solution n'est pas la préférée
des fabricants.**

**La mise en place d'un ballon
primaire est à privilégier.**

Solution ECS peu encombrante mais
puissance élevée du générateur
(surcoût) + cycles M/A très importants

Il existe différents type de production ECS

Echange direct/indirect

Echange direct entre une flamme et ECS

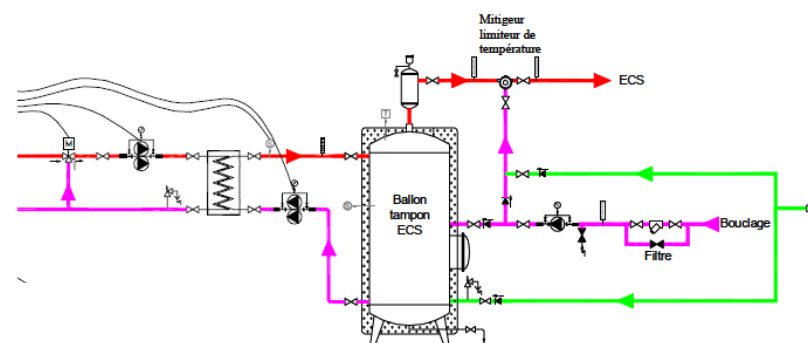
Pas de fluide caloporteur

Suppression des circulateurs



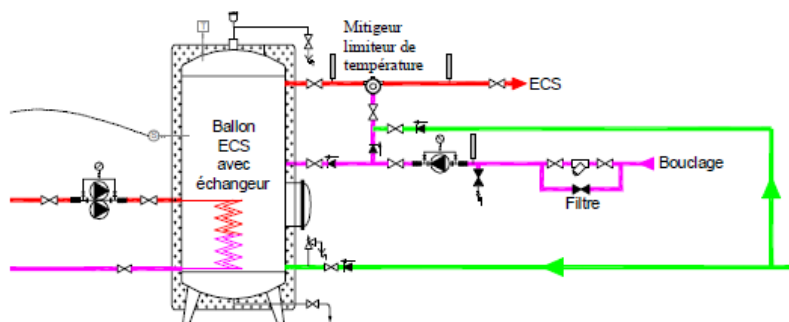
Echange via un fluide caloporteur
Couplage chaudière, échangeur/ballon

Stockage primaire ou secondaire
Echangeur intégré ou non au ballon



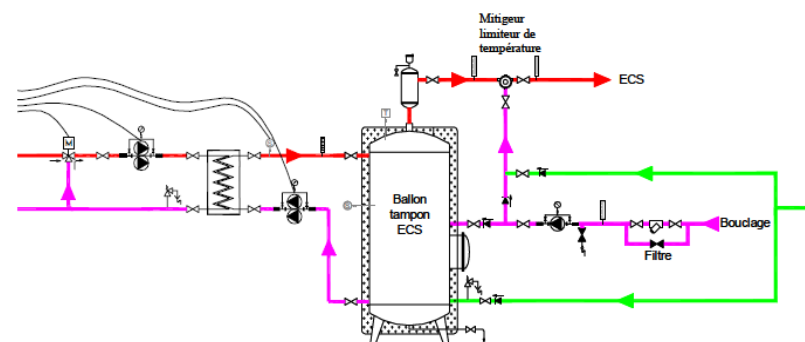
Il existe différents type de production ECS avec stockage

Ballon ECS avec échangeur intégré



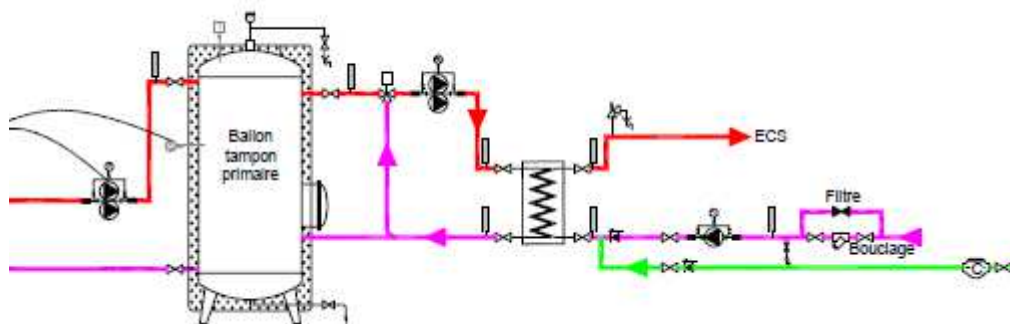
Pour les besoins ECS faibles et moyens
= limitation puissance échangeur dans le volume ballon

Ballon ECS et échangeur externe



Pour les besoins ECS importants

Ballon primaire et échangeur externe instantané



Pour limiter les risques de développement de la légionellose

Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Généralités sur l'ECS

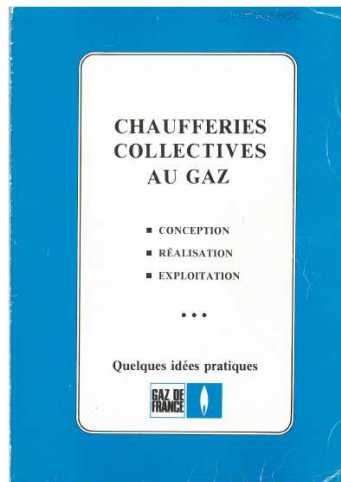
Dimensionnement d'une production d'eau chaude sanitaire

Impact de l'ECS sur le choix du générateur

Préconisations selon le type de raccordement de la chaudière

Méthode de dimensionnement des besoins ECS (du logement standard)

Rien de bien récent sur le dimensionnement d'une production d'ECS.



Tout le monde se base sur un vieux documents de Gaz de France qui n'a jamais été réellement remis en cause car il donne satisfaction.

Satisfaction est à prendre au sens du confort et pas pour la performance énergétique. Le COSTIC vient d'être missionné par l'ADEME pour se réinterroger sur le dimensionnement.

C'est la méthode reprise par l'AICVF et les outils que proposent les différents constructeurs (à quelques variantes près, fruit de leurs expériences à chacun) (ou du matériel qu'ils vendent)

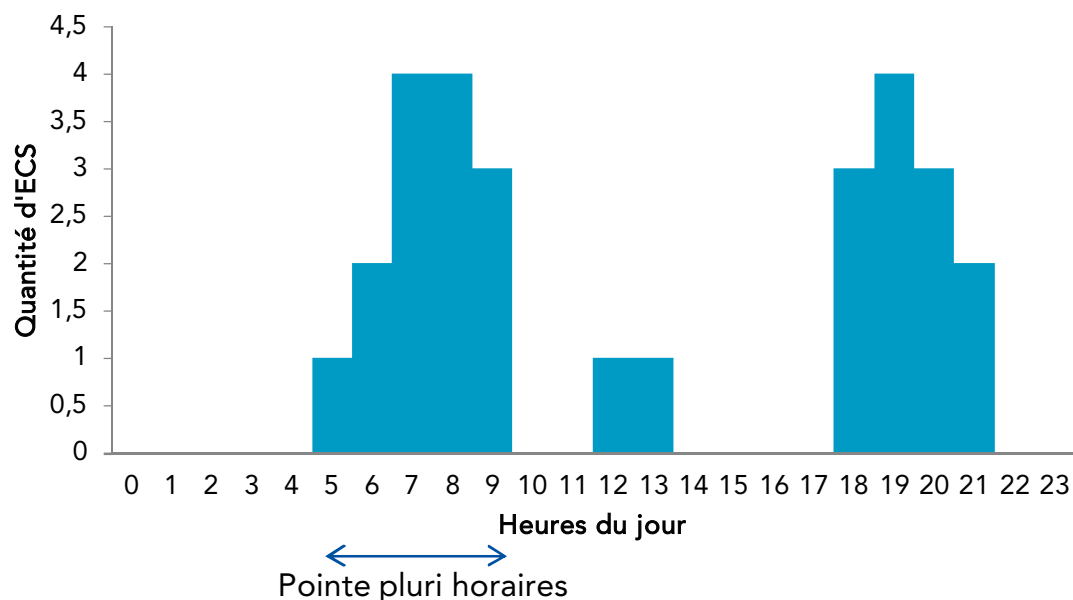
A quoi doit répondre une installation d'ECS

Au pic maxi de puisage : dit la pointe 10 minutes : Q_{max}

À la pointe pluri horaire : Q_{ph}

A la production journalière : Q_j

Profil de puisage ECS sur un immeuble de logement



Méthode Gaz de France, AICVF, etc

Définition du logement standard (= équivalent T3)

Du débit de pointe 10 minutes : $Q_{\max} = 50 \times N \times S$

Introduction d'un coefficient de simultanéité $S = \frac{1}{\sqrt{(N-1)}} + 0.17$

Volume journalier $Q_j = 120 \times N$

Volume pluri horaire (75% du journalier) $Q_{ph} = 0.75 \times Q_j = 90 \times N$

$$T_{ph} = 5 \times \frac{N^{0.905}}{15 + N^{0.92}} \quad T_{ph} = \frac{1}{S}$$

Avec T_{ph} = temps de la
période pluri horaire

	40 logt standards
S	0,33
Qmax (pte 10 min)	660 litres
Qph	3600 litres
Tph	3 heures
Qj	4800 litres

Méthode Gaz de France, AICVF, etc

La puissance **P** en kW nécessaire pour chauffer une quantité d'eau correspond à :

Température eau froide
(°C)

Quantité d'ECS à produire (l)

$$P = 1,163 \cdot 10^{-3} \times (T_{ECS} - T_{ef}) \times \frac{Q_{ECS} - V_{stockage}}{T_{soutirage}}$$

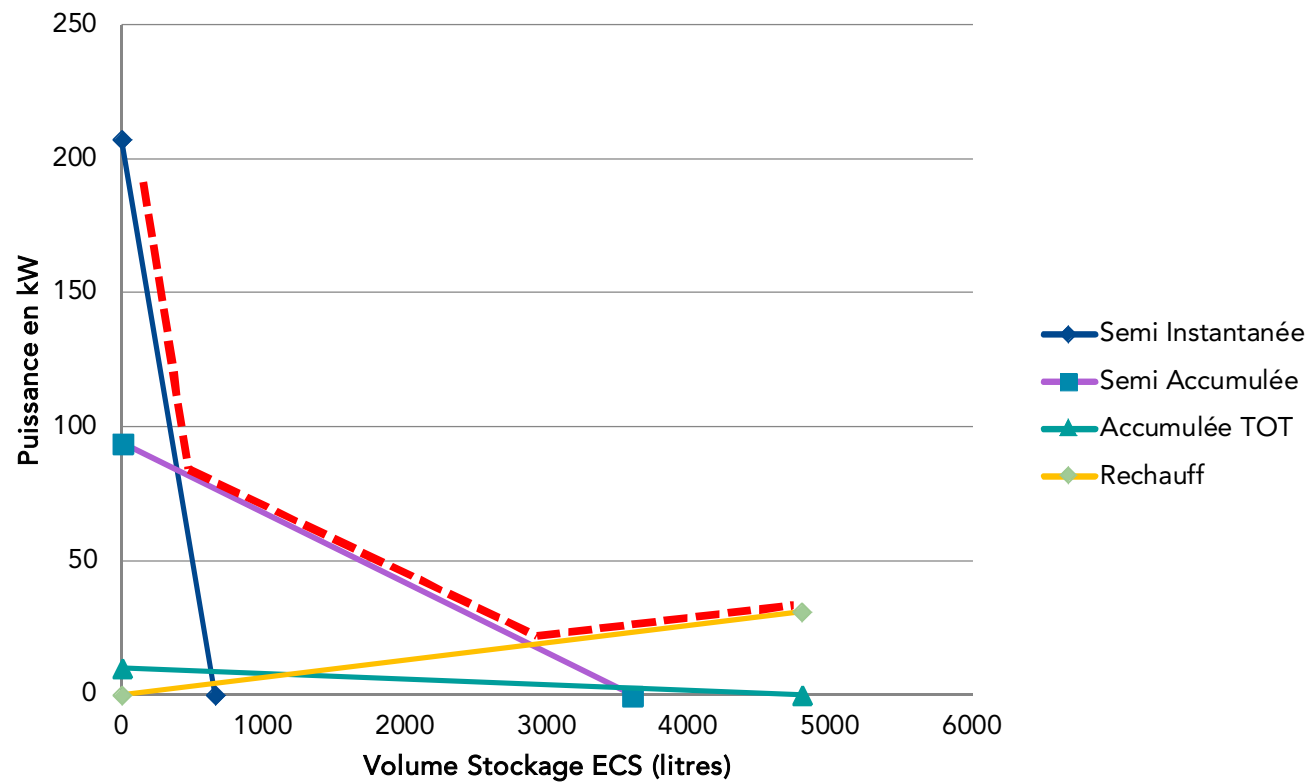
Consigne ECS (°C)

Temps pour produire cette quantité (h)

Quantité d'ECS déjà stockée (l)

Nota : $1,163 \cdot 10^{-3}$ = quantité d'énergie en kWh nécessaire pour élever la température d'1 litre d'eau de 1°C

Dimensionnement de la production ECS



On veillera à toujours rester au dessus de ces courbes !

Comparaison des différentes méthodes de dimensionnement pour un immeuble de 40 logt standards

50*N*s

Qmax = 660 litres
 Qj = 4800 litres
 S = 0,33
 Tph = 3h
 Qt_ph= 3600 litres

40*N*s

Qmax = 528 litres
 Qj = 4800 litres
 S = 0,33
 Tph = 3h
 Qt_ph= 3600 litres

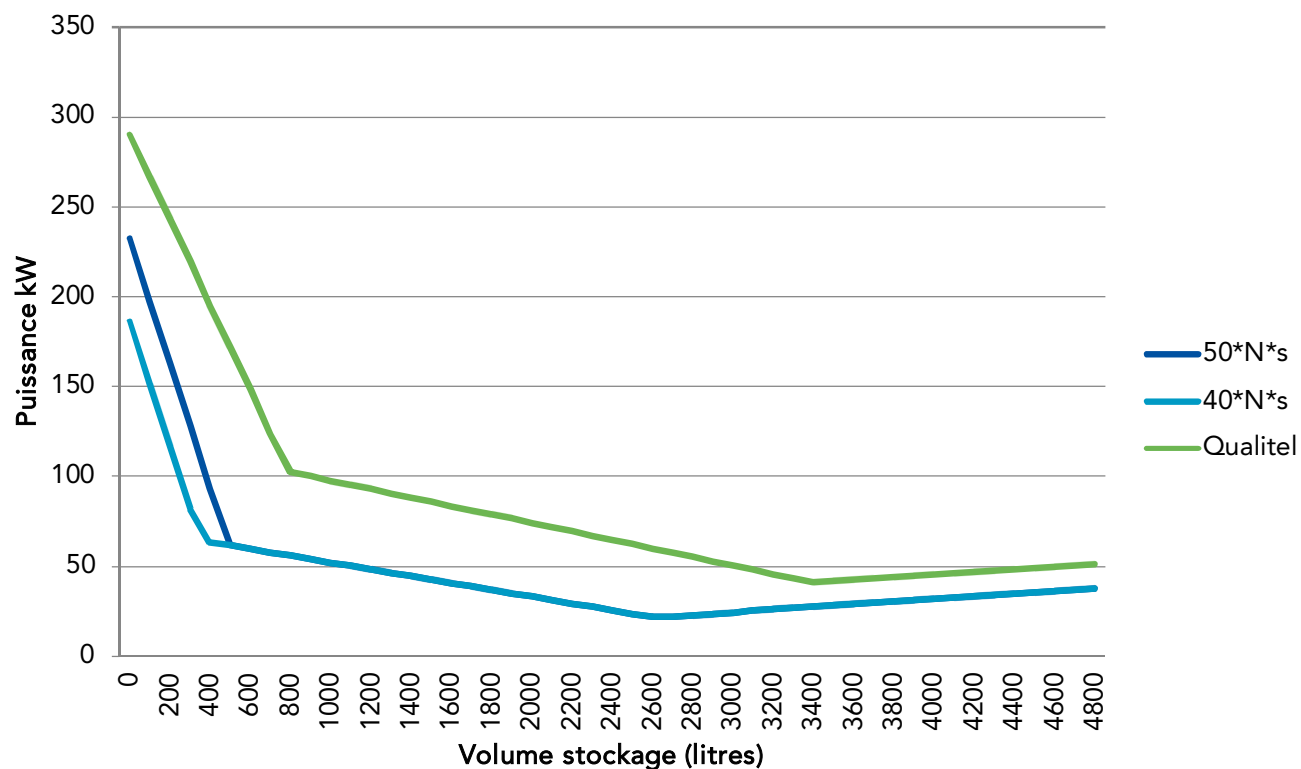
Qualitel

S1=0,35
 S2=0,52
 S3=0,64

Méthode	P_inst	Ps_inst 300 litres	Ps_acc 1000 litres
50*N*s	230 kW	126 kW	50 kW
40*N*s	185 kW	80 kW	50 kW
Qualitel	290 kW	219 kW	98 kW

Au global des résultats très différents

Couple volume-puissance en fonction de la méthode de dimensionnement
pour un immeuble de 40 logements standards



Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Généralités sur l'ECS

Dimensionnement d'une production d'eau chaude sanitaire

Impact de l'ECS sur le choix du générateur

Préconisations selon le type de raccordement de la chaudière

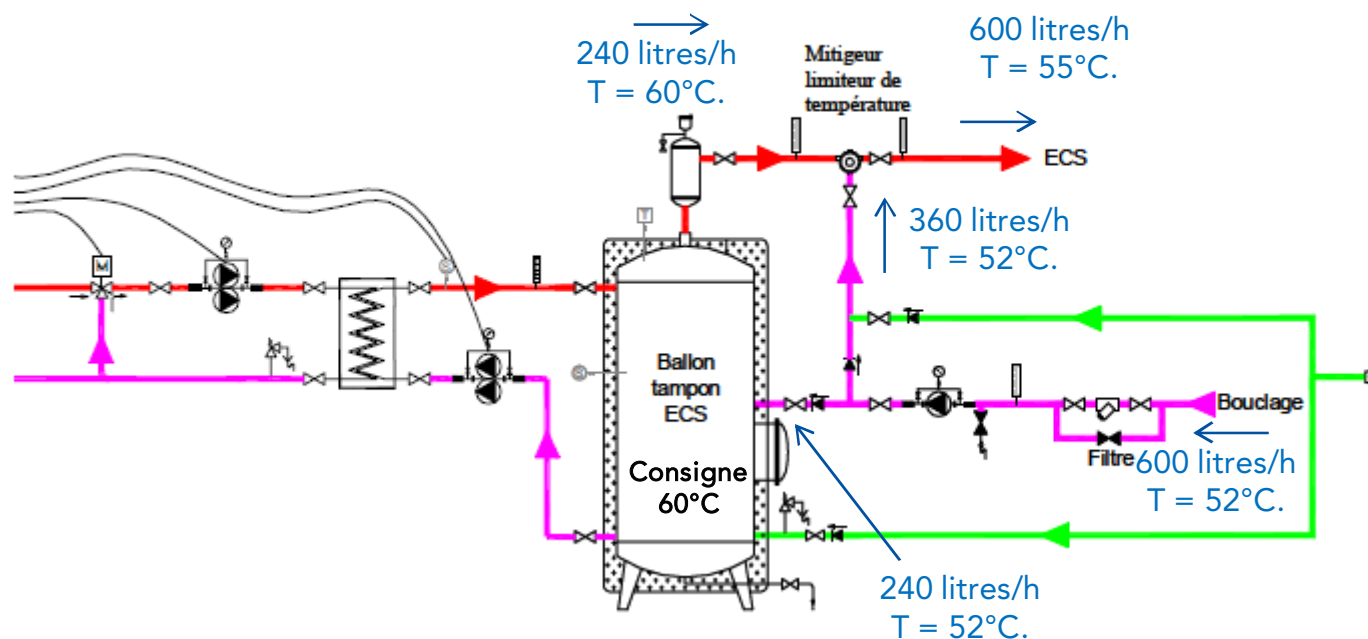
Le bouclage ECS est l'élément perturbateur

Rappels pour 40 logts std :

$Q_j = 4800$ litres

$Q_{ph} = 3600$ litres

$Q_{max} = 660$ litres



600 litres/h reviennent du bouclage à 52°C.

Heureusement mon mitigeur en absorbe 360 litres.

Reste quand même 240 litres/heure qui reviennent dans mon ballon à 52°C

Plus le volume du ballon sera petit, plus le niveau de la sonde sera atteint rapidement, et déclenchera intempestivement la priorité ECS

Pour combattre les pertes de bouclage, la chaudière ne condensera pas

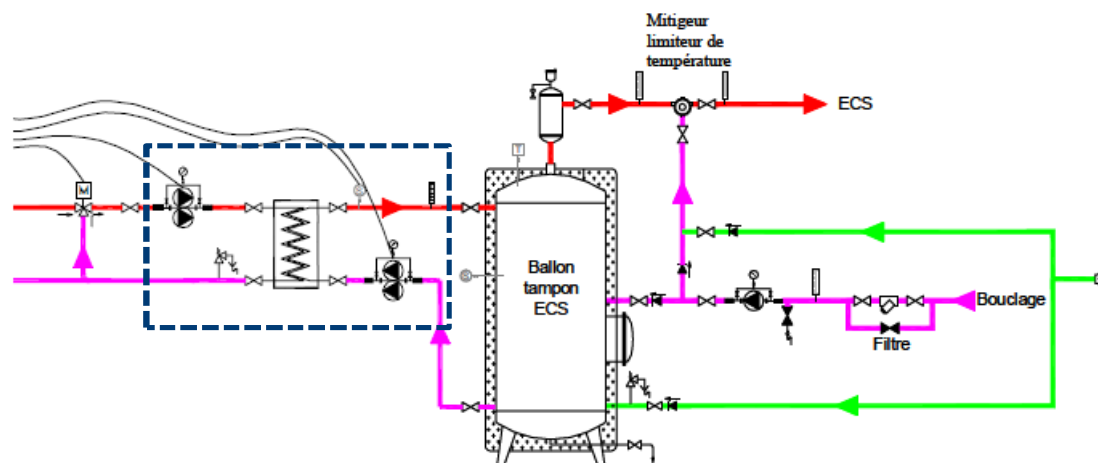
L'ECS est parfois un départ haute température 24h/24h ...

Gestion de la régulation des échangeurs à plaques

Deux cas peuvent générer un départ HT 24h/24 :

1 - Si aucune sonde ballon n'est raccordée à sa régulation, seule la sonde à la sortie secondaire de l'échangeur est active, et le circulateur secondaire de l'échangeur fonctionne en permanence pour l'irriguer. Comme le ballon est sans cesse refroidi par le bouclage ECS, un petit débit HT circule aussi en permanence côté primaire échangeur générant ainsi un départ HT 24h/24

2 - Face à un trop faible volume de stockage (<V10'), la sonde ballon est inefficace car le retour bouclage vient l'enclencher très fréquemment. La chaudière n'a pas le temps de descendre en température entre 2 cycles ECS, elle maintient un talon bas « naturel » à haute température équivalent à un départ HT 24h/24



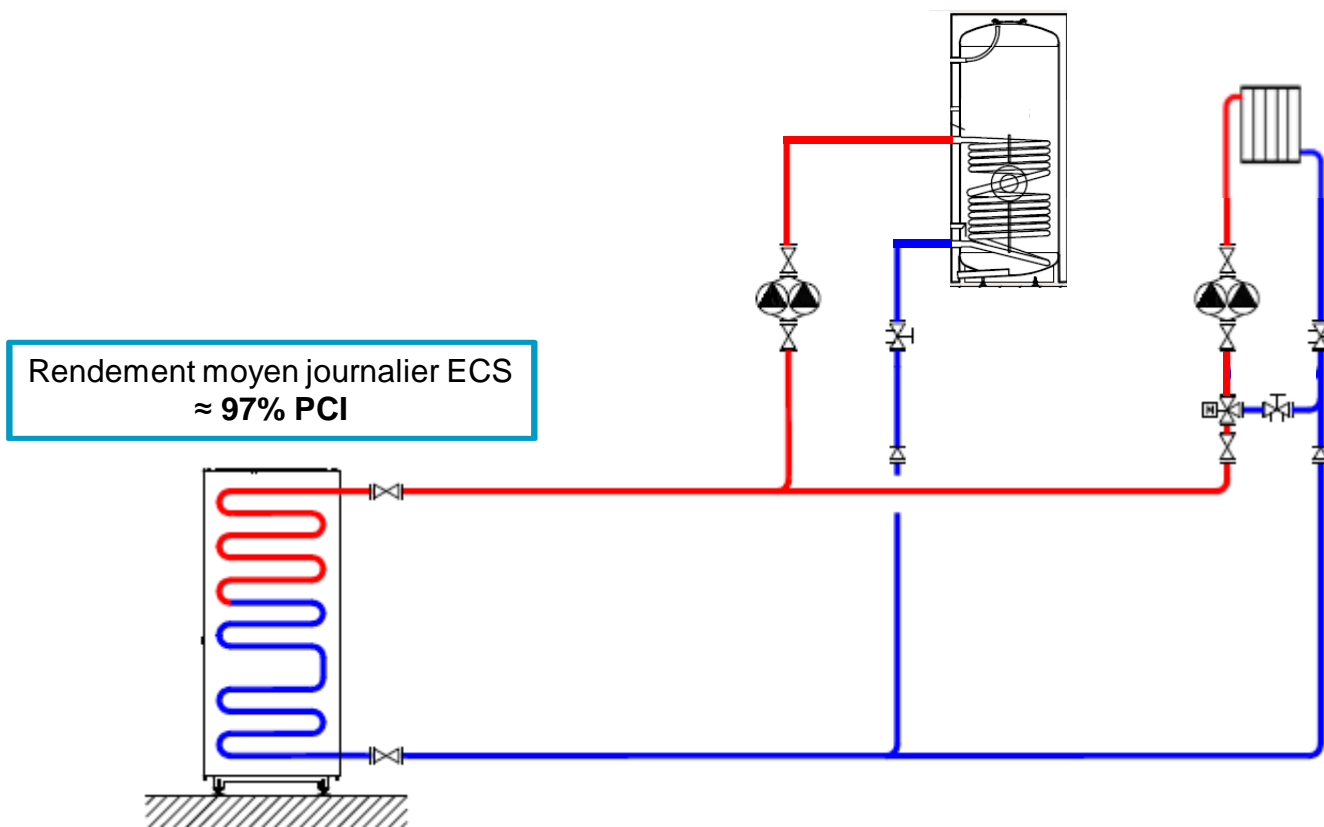
L'eau chaude sanitaire donne donc une nouvelle dimension au tableau de choix de chaudière

Type de fonctionnement de la prod. ECS	Température départ chaudière
Circulateur secondaire 24/24	HT 24/24
Circulateur secondaire ON/OFF = alternance entre mode ECS et chauffage	Alternance entre consigne ECS et consigne chauffage**

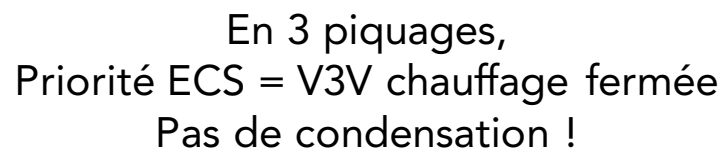
** Conseil = stocker V10' mini = dimensionnement semi-accumulé, car un ballon primaire ou secondaire trop petit génèrera des relances ECS intempestives au point de ne pouvoir condenser sur les phases chauffage



Pendant les phases de priorité ECS Le raccordement 2 piquages



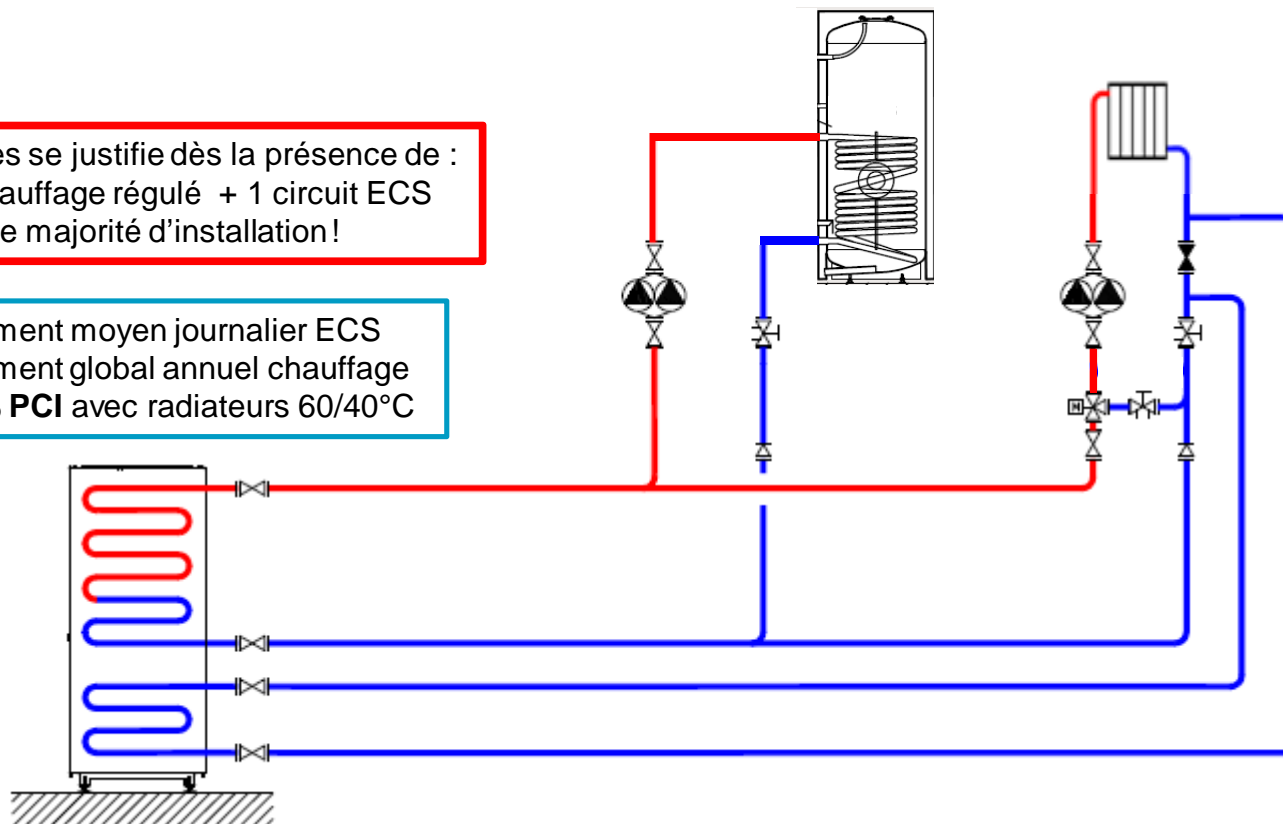
En 2 piquages,
Priorité ECS = V3V chauffage fermée
Pas de condensation !



Pendant les phases de priorité ECS Le raccordement 4 piquages

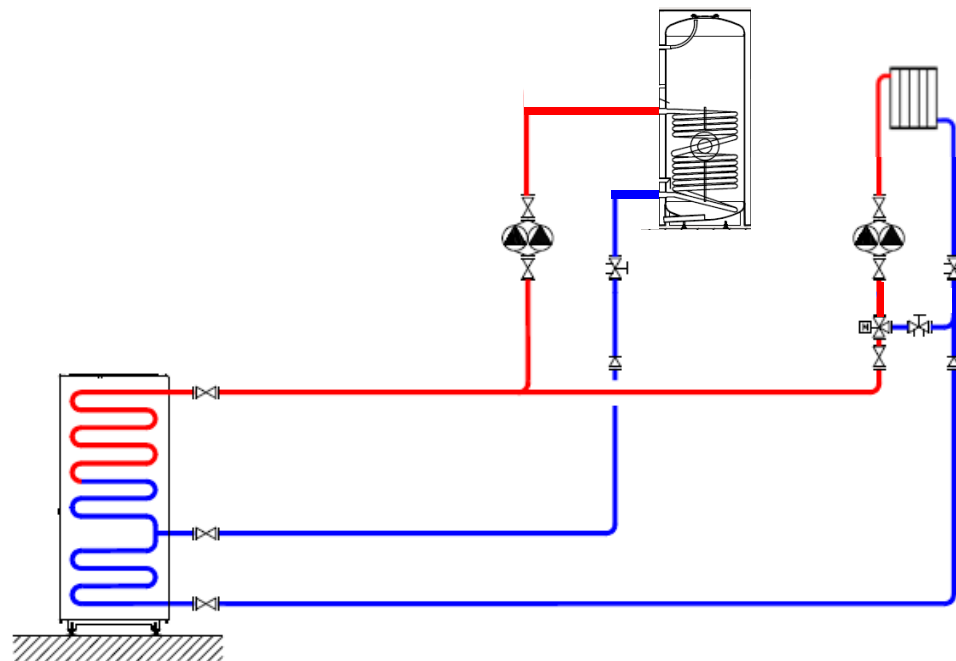
Le 4 piquages se justifie dès la présence de :
1 circuit chauffage régulé + 1 circuit ECS
= une majorité d'installation !

Rendement moyen journalier ECS
= Rendement global annuel chauffage
= **107,4% PCI** avec radiateurs 60/40°C



En 4 piquages,
Priorité ECS = V3V chauffage fermée
Condensation toujours optimale !

Pendant les phases de priorité ECS 2 choix de régulation possibles



Priorité ECS absolue

Fermeture V3V chauffage ou circulateur OFF
Puissance totale du générateur
dédiée au réchauffage de l'eau sanitaire
jusqu'à la consigne ECS

Priorité ECS glissante

Réchauffage eau sanitaire
= libération progressive puissance chaudière
= ouverture progressive V3V chauffage
Fonction chauffage anticipé

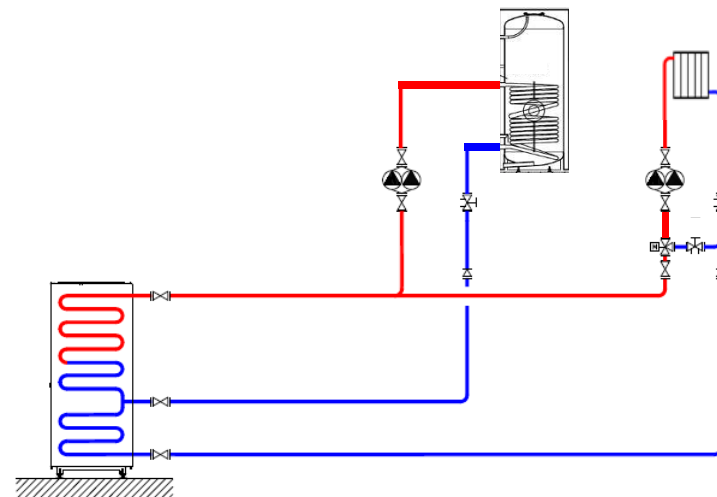
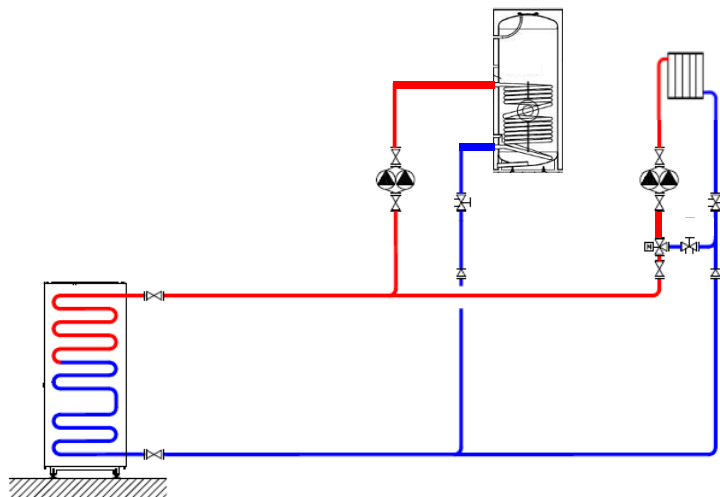
Choix recommandé

pour circuit chauffage direct sans V3V

Fonction chauffage anticipé

pour les bâtiments à faible inertie

Pendant les phases de priorité ECS Condensation possible en 2 ou 3 piquages ?



Priorité ECS glissante

Ouverture progressive V3V chauffage
Faible débit du retour chauffage BT°
Totalemment réchauffé par retour ECS HT°
Pas de condensation !

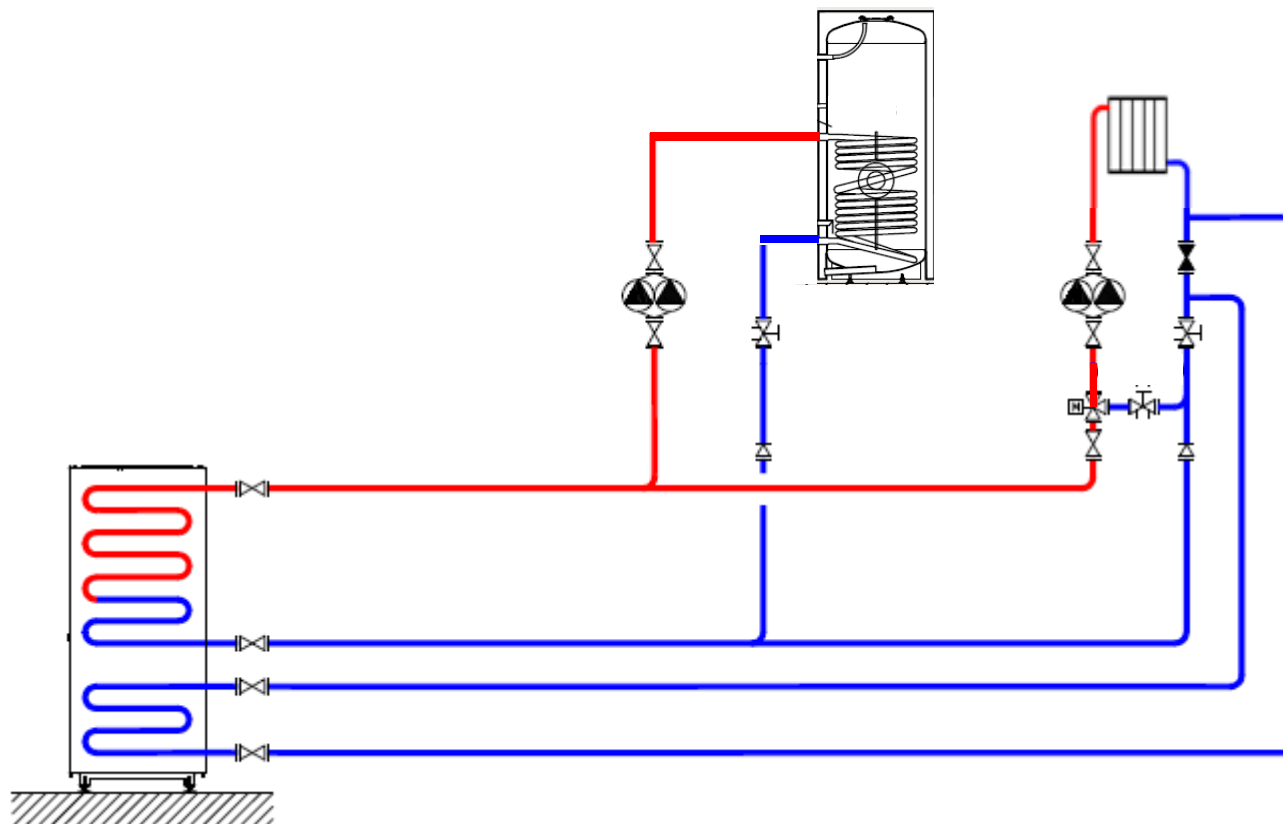
Priorité ECS glissante

Ouverture progressive V3V chauffage
Faible débit du retour chauffage BT°
Séparation des retours chauffage/ECS
Condensation minimale !

Priorité ECS absolue

Ouverture V3V chauffage nulle
Pas de condensation !

Pendant les phases de priorité ECS Condensation possible en 4 piquages ?



Priorité ECS absolue/glissante
Ouverture V3V chauffage nulle/progressive
Irrigation optimale du condenseur
Condensation maximale !

Soit comme tableau final = objectif performance

Type de fonctionnement de la prod. ECS	Type de circuits chauffage		
	Réglés à lois d'eau égales	Réglés à lois d'eau différentes	HT° cste + réglés
Circulateur 24/24 = HT°cste	3P<4P	3P<4P	3P<4P
Circulateur ON/OFF	SI : 3P<4P	SI : 3P<4P	
	SA : 2P<3P<4P	SA : 2P<3P<4P	3P<4P

Avec SI = Semi-Instantané / SA = Semi-Accumulé

Le choix du volume du ballon d'ECS, le temps de réchauffage de ce volume par rapport au bouclage, le volume d'eau de la chaudière ainsi que sa technologie (2, 3 ou 4 piquages) deviennent donc primordial pour faire le bon choix.

Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Généralités sur l'ECS

Dimensionnement d'une production d'eau chaude sanitaire

Impact de l'ECS sur le choix du générateur

Préconisations selon le type de raccordement de la chaudière

Conditions de garantie VARMAX

Raccordement en 2, 3, et 4 piquages simplifié

Respecter débit maximum condenseur = débit maximum échangeur principal = **P/10**

→ avec P = puissance utile nominale de la chaudière en Th/h

Aucun débit minimum à respecter dans le condenseur VARMAX

Une production ECS instantanée sans présence de ballon primaire est proscrite

→ une production ECS instantanée génère un vieillissement prématuré du générateur avec un nombre de cycle M/A très important

→ Le dimensionnement du ballon primaire doit permettre d'éviter un nombre de cycle M/A excessifs des générateurs



Optimisation fonctionnement/performance En 2 piquages

Adapté au raccordement d'un seul circuit chauffage régulé

→ plus le régime de température est bas, meilleure sera la performance

Plusieurs circuits chauffage peuvent être raccordés au condenseur, mais dans ce cas, il est préférable qu'ils aient une loi d'eau identique, ou proche l'une de l'autre

→ dans le cas contraire, privilégier alors le raccordement 3 piquages

→ idem en présence d'un circuit chauffage et d'une

production ECS



Optimisation fonctionnement/performance En 2 piquages

Adapté au raccordement d'un seul circuit chauffage régulé

→ plus le régime de température est bas, meilleure sera la performance

Plusieurs circuits chauffage peuvent être raccordés au condenseur, mais dans ce cas, il est préférable qu'ils aient une loi d'eau identique, ou proche l'une de l'autre

→ dans le cas contraire, privilégier alors le raccordement 3 piquages

→ idem en présence d'un circuit chauffage et d'une

production ECS



Optimisation fonctionnement/performance En 3 piquages

Un ou plusieurs circuits chauffage peuvent être raccordés au condenseur

→ le débit qui traverse le condenseur est < aux débits nominaux des circuits s'ils ont une loi d'eau différente et qu'ils sont équipés de V3V

Raccorder au condenseur si possible le ou les circuits qui présentent les lois d'eau les plus basses

→ préférer un circuit plancher chauffant à un circuit radiateurs

En présence uniquement de circuits chauffage régulés avec des lois d'eau proches, vérifier que le raccordement en 2 piquages n'ait pas une performance supérieure au 3 piquages

→ Surtout si à $T^{\circ}\text{ext. de réf.} = \text{la température de retour des circuits} < \text{au point de rosée } 55^{\circ}\text{C} + \text{la différence des } T^{\circ}\text{retour } (\Delta T^{\circ} \text{ retour}) \text{ est proche de } 10^{\circ}\text{C}$

→ Ex : $60/40^{\circ}\text{C}$ et $40/30^{\circ}\text{C}$: $T^{\circ}\text{retour} < 55^{\circ}\text{C}$ et $\Delta T^{\circ} \text{ retour} = 10^{\circ}\text{C}$

Puissance des circuits raccordés au condenseur > Puissance de récupération du condenseur

→ > 15 % de la Puissance nominale utile de la chaudière ou des chaudières auxquelles il est raccordé

→ dans le cas contraire, le raccordement 2 piquages est tout aussi performant

En présence d'une production ECS, privilégier un volume de ballon primaire ou secondaire correspondant au minimum au stockage d'énergie du débit de pointe 10 minutes

→ permet d'éviter des relances et remontés en T° intempestives de la chaudière

à condensation

Optimisation fonctionnement/performance En 3 piquages

Un ou plusieurs circuits chauffage peuvent être raccordés au condenseur

→ le débit qui traverse le condenseur est < aux débits nominaux des circuits s'ils ont une loi d'eau différente et qu'ils sont équipés de V3V

Raccorder au condenseur si possible le ou les circuits qui présentent les lois d'eau les plus basses

→ préférer un circuit plancher chauffant à un circuit radiateurs

En présence uniquement de circuits chauffage régulés avec des lois d'eau proches, vérifier que le raccordement en 2 piquages n'ait pas une performance supérieure au 3 piquages

→ Surtout si à $T^{\circ}\text{ext. de réf.} = \text{la température de retour des circuits} < \text{au point de rosée } 55^{\circ}\text{C} + \text{la différence des } T^{\circ}\text{retour } (\Delta T^{\circ} \text{ retour}) \text{ est proche de } 10^{\circ}\text{C}$

→ Ex : $60/40^{\circ}\text{C}$ et $40/30^{\circ}\text{C}$: $T^{\circ}\text{retour} < 55^{\circ}\text{C}$ et $\Delta T^{\circ} \text{ retour} = 10^{\circ}\text{C}$

Puissance des circuits raccordés au condenseur > Puissance de récupération du condenseur

→ > 15 % de la Puissance nominale utile de la chaudière ou des chaudières auxquelles il est raccordé

→ dans le cas contraire, le raccordement 2 piquages est tout aussi performant

En présence d'une production ECS, privilégier un volume de ballon primaire ou secondaire correspondant au minimum au stockage d'énergie du débit de pointe 10 minutes

→ permet d'éviter des relances et remontés en T° intempestives de la chaudière

à condensation

Optimisation fonctionnement/performance En 4 piquages simplifié

Un seul circuit doit être raccordé au condenseur

→ en 4 piquages la performance est améliorée car le débit qui alimente le condenseur est important = débit nominal du circuit !

Raccorder au condenseur si possible le circuit qui présente la loi d'eau la plus basse

→ préférer un circuit plancher chauffant à un circuit radiateurs

Puissance du circuit raccordé au condenseur > Puissance de récupération du condenseur

→ > 15 % de la Puissance nominale utile de la chaudière

Raccorder le circuit le plus demandeur en temps de fonctionnement

→ permet d'irriguer le plus souvent le condenseur et récupérer un maximum de calories

→ préférer un circuit Nord à un circuit Sud

En présence d'une production ECS, privilégier un volume de ballon primaire ou secondaire correspondant au minimum au stockage d'énergie du débit de pointe 10 minutes

→ permet d'éviter des relances et remontés en T° intempestives de la chaudière

→ Pas d'impact sur le rendement contrairement au 3 piquages, seules les

à condensation

pertes de l'échangeur principal augmentent

Optimisation fonctionnement/performance En 4 piquages simplifié

Un seul circuit doit être raccordé au condenseur

→ en 4 piquages la performance est améliorée car le débit qui alimente le condenseur est important = débit nominal du circuit !

Raccorder au condenseur si possible le circuit qui présente la loi d'eau la plus basse

→ préférer un circuit plancher chauffant à un circuit radiateurs

Puissance du circuit raccordé au condenseur > Puissance de récupération du condenseur

→ > 15 % de la Puissance nominale utile de la chaudière

Raccorder le circuit le plus demandeur en temps de fonctionnement

→ permet d'irriguer le plus souvent le condenseur et récupérer un maximum de calories

→ préférer un circuit Nord à un circuit Sud

En présence d'une production ECS, privilégier un volume de ballon primaire ou secondaire correspondant au minimum au stockage d'énergie du débit de pointe 10 minutes

à condensation

pertes de l'échangeur principal augmentent

→ permet d'éviter des relances et remontés en T° intempestives de la chaudière

→ Pas d'impact sur le rendement contrairement au 3 piquages, seules les

Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Impact de la surpuissance

Détermination de la puissance du générateur

Choix du nombre de générateur et de leur régulation

Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ?

Surpuissance de relance

Surpuissance de relance se calcule à partir d'un facteur de surpuissance selon les normes NF EN12831 et NF ENP52-612/CN :

Facteur de surpuissance pour un bâtiment non résidentiel.

Temps de relance h	f_{RH} W/m ²								
	Chute prévue de la température intérieure lors du ralenti ¹⁾								
	2 K			3 K			4 K		
	Inertie du bâtiment			Inertie du bâtiment			Inertie du bâtiment		
	Faible	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Forte
1	18	23	25	27	30	27	36	27	31
2	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16
¹⁾ Dans des bâtiments bien isolés et étanches à l'air, une chute prévue de température intérieure lors du ralenti supérieure de 2 K à 3 K n'est pas très vraisemblable. Elle dépend des conditions climatiques et de l'inertie thermique du bâtiment.									

Ces quelques W/m² conduisent a des surpuissance parfois énorme de la puissance chauffage (jusqu'à x2)

Etudier au cas par cas si cette surpuissance est nécessaire.

Surpuissance de relance pour notre immeuble de 40 logt standards de 70m²

Surpuissance de relance se calcule à partir d'un facteur de surpuissance selon les normes NF EN12831 et NF ENP52-612/CN :

Facteur de surpuissance pour un bâtiment résidentiel.

Temps de relance h	f_{RH} W/m ²								
	Chute prévue de température ¹⁾								
	2K			3K			4K		
	Inertie du bâtiment			Inertie du bâtiment			Inertie du bâtiment		
	Faible	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Forte
1	13	13	11	19	19	15	25	23	16
2	9	10	9	14	15	12	18	17	12
3	7	8	7	11	11	9	14	12	9
4	6	6	6	8	9	8	10	9	8

1) Les valeurs ci-dessus correspondent à un bâtiment bien isolé et étanche à l'air mais où la ventilation est maintenue en inoccupation. La régulation est basée sur la température d'air intérieure, ce qui ne permet pas de prendre en compte les effets de l'inertie sur le confort en début de période d'occupation.

P chauffage = 72 kW (rappel)

Surface : 40*70m² shab = 2800 m²; bâtiment avec une forte inertie

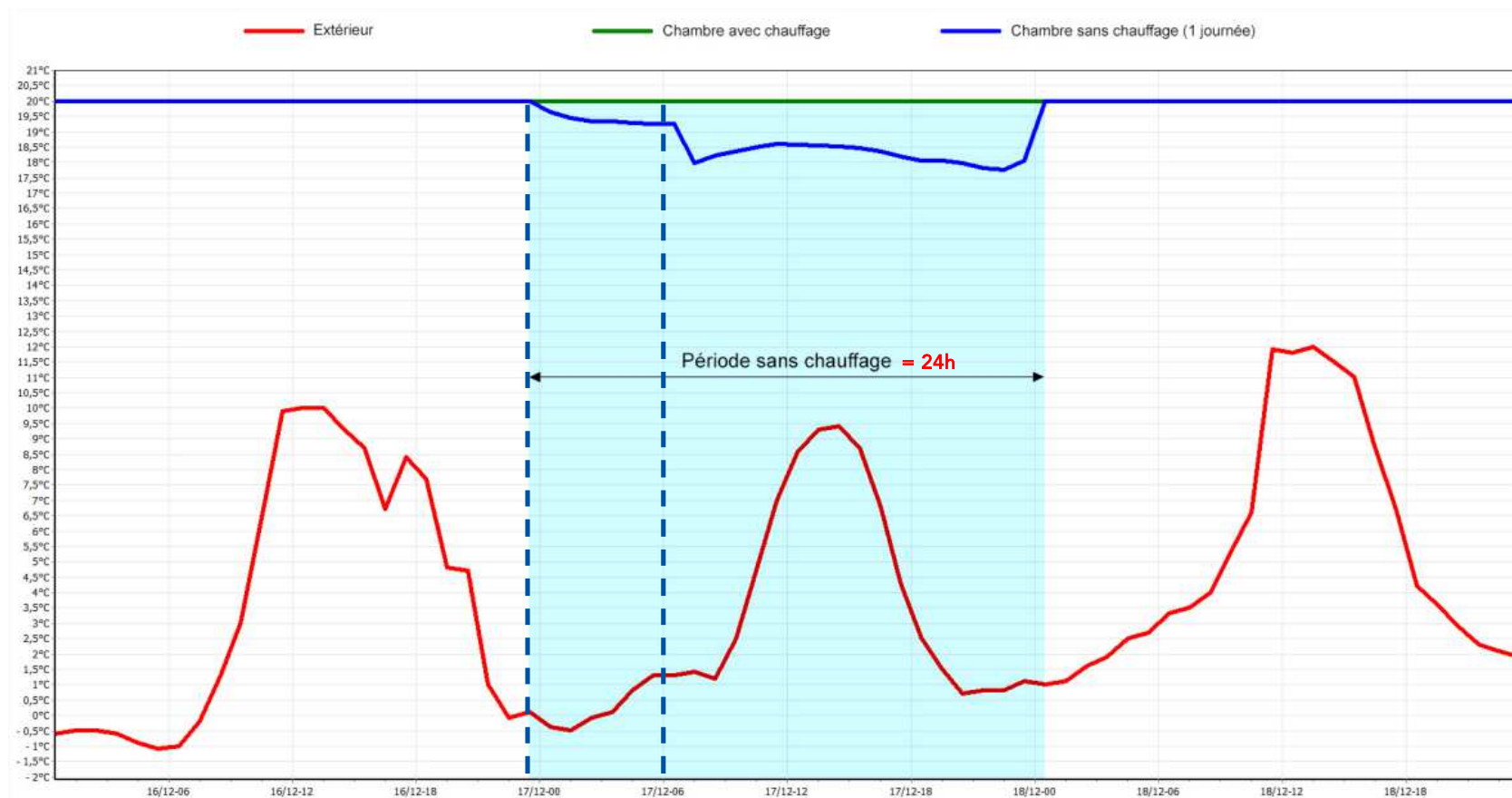
Une relance de 2K en deux heures conduit à jouter 9W/m² soit une surpuissance de 25,2 kW

+ 35% de surpuissance !! À ajouter à la puissance chauffage !

Faut il prendre en compte une surpuissance de relance dans le neuf ?

Simulation dynamique sur un immeuble neuf forte inertie

Chute T° ambiante / coupure chauffage 24h



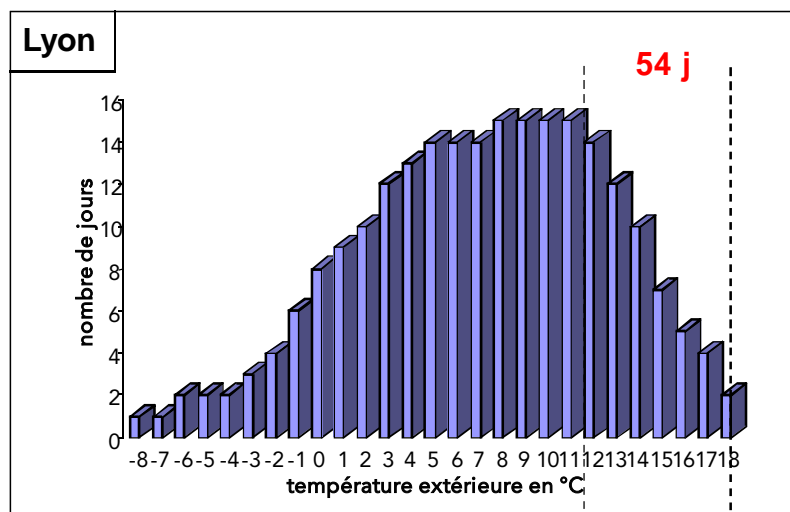
Chute de 0,7°C en 8 heures (de nuit)

→ Abaissement 2 à 4°C => surpuissance à la relance à ne pas prendre en compte !

Limiter la surpuissance des chaudières

10 % de surpuissance

54 jours = 23 % des jours sans modulation

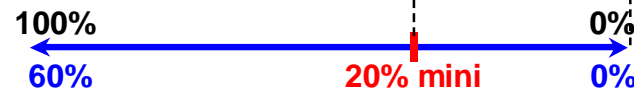
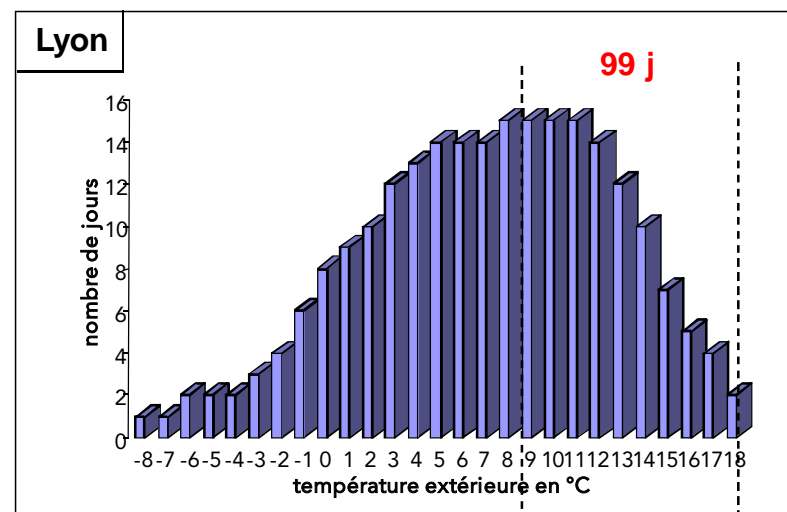


Besoins bâtiment

Modulation brûleur

2/3 de surpuissance

99 jours = 43 % des jours sans modulation



Limiter les cycles Marche-Arrêt du brûleur,
c'est réduire les pics de pollution et les pertes par préventilation.

Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Impact de la surpuissance

Détermination de la puissance du générateur

Choix du nombre de générateur et de leur régulation

Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ?

Quelle puissance globale retenir pour un immeuble de 40 logt standards NEUF

Puissance de chauffage : 90 kW

(selon NF EN 12831 et NF P52-612/CN)

Puissance ECS :

230 kW en instantanée

126 kW avec un ballon de 300 litres (semi instantané)

50 kW avec un ballon de 1000 litres (semi accumulé)

Mode ECS	P chauffage	P ECS _ Volume (l)	P globale
Instantané	90 kW	230 kW	?? kW
Semi inst	90 kW	126 kW _ 300 litres	?? kW
Semi Acc	90 kW	50 kW _ 1000 litres	?? kW

Définition de la puissance ECS moyenne horaire P_{EC}

$$P_{EC} = \frac{\text{Besoins_Journalier_ECS (kWh)}}{24} + \text{pertes de stockage et de distribution (kW)}$$

$$P_{EC} = \frac{\text{Besoins_Journalier_ECS (kWh)}}{24} + PHr + PHd$$

PEC = 16,1kW pour notre immeuble de 40 logt standards

Besoin journalier : 4800 litres à 60°C

Besoin journalier en kWh : $1,16 \times 4800 \times (60-10) / 1000 = 278,4$ kWh

Perte de stockage : 0,5 kW (hypothèse)

Perte de bouclage ou de distribution : 4 kW (hypothèse)

Puissance globale à prendre en compte

Bâtiment Tertiaire : $P_{\text{chaudière}} = \text{Max}(P_{\text{ECS}}; P_{\text{ch}} + P_{\text{EC}})$

Bâtiment résidentiel : $P_{\text{chaudière}} = \text{Max}(P_{\text{ecs}}; P_{\text{ch}} + \text{Max}(P_{\text{EC}}; N \times 0,5))$

Avec N = nb de logts standard équivalent T3

Cas de notre immeuble de 40 logts standards avec :

$P_{\text{EC}} = 16,1 \text{ kW}$

$N \times 0,5 = 20 \text{ kW}$

Et $P_{\text{chaudière}} = \text{Max}(P_{\text{ecs}}; P_{\text{ch}} + 20)$

Mode ECS	P chauffage	P ECS	P globale = Pchaudière
Instantané	90 kW	230 kW	230 kW
Semi inst	90 kW	126 kW	126 kW
Semi Acc	90 kW	50 kW	90+20 = 110 kW

Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Impact de la surpuissance

Détermination de la puissance du générateur

Choix du nombre de générateur et de leur régulation

Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ?

Choix du bon nombre de chaudière 1 de 120 kW ou 2 de 60 kW ?

Rappel des puissance de notre immeuble de 40 logt standards en SA

Mode ECS	P chauffage	P ECS	P globale
Semi Acc	90 kW	50 kW	90+20 = 110 kW

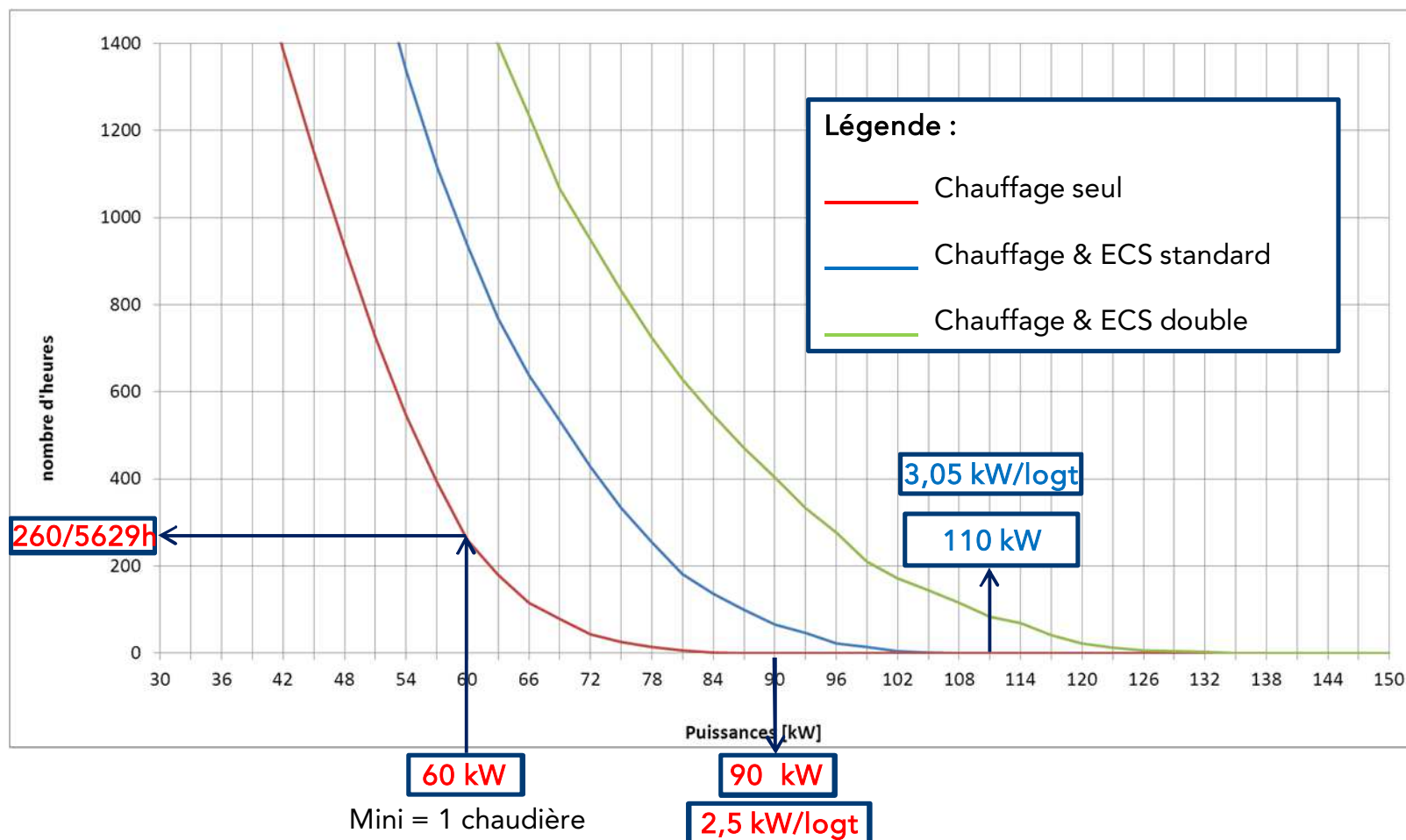
Combien de chaudière dans ce cas ?

La plage mini de modulation de la chaudière est à considérer

L'utilisation de la monotone des puissances peut aider à faire le bon choix

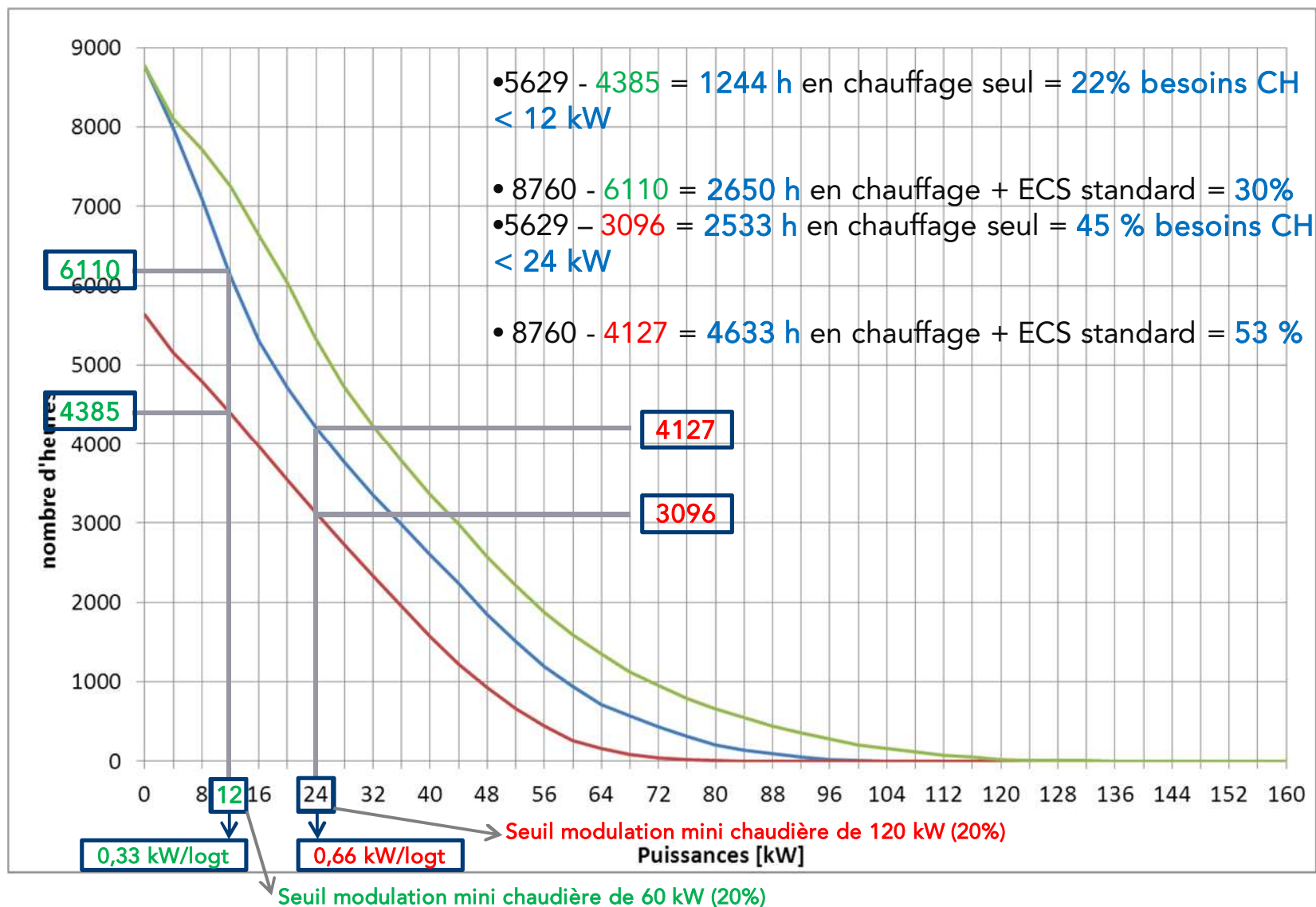


Choix du bon nombre de chaudière 1 de 120 kW ou 2 de 60 kW ?



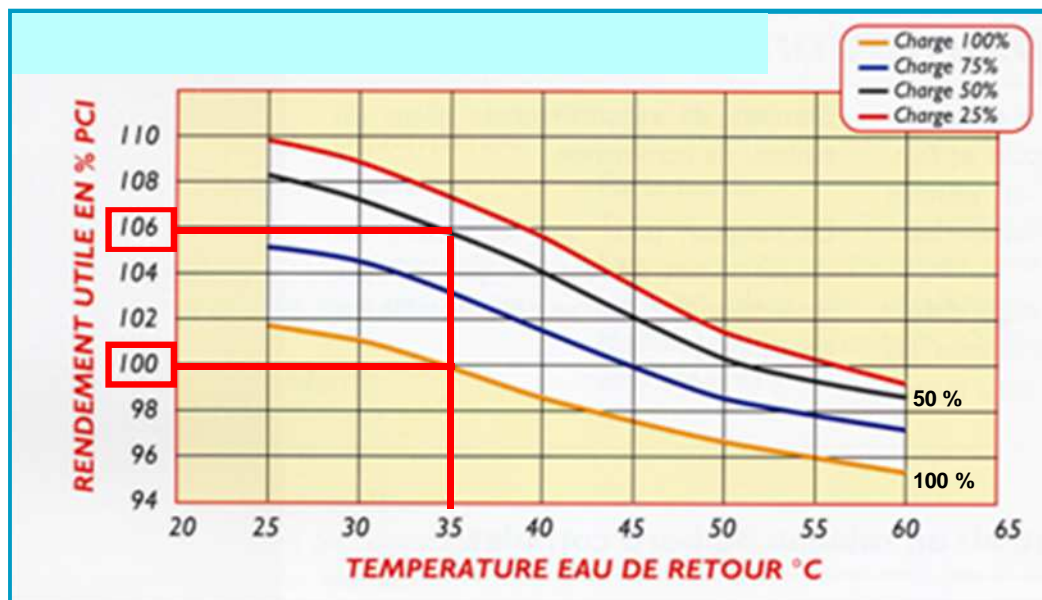
Une seule chaudière de 60 kW peut satisfaire **95%** du besoin de chauffage annuel
et satisfait la totalité des besoins ECS (50 kW) durant l'été

Choix du bon nombre de chaudière 1 de 120 kW ou 2 de 60 kW ?



Deux chaudières de 60 kW permettent de limiter les cycles M/A jusqu'à 22% du temps

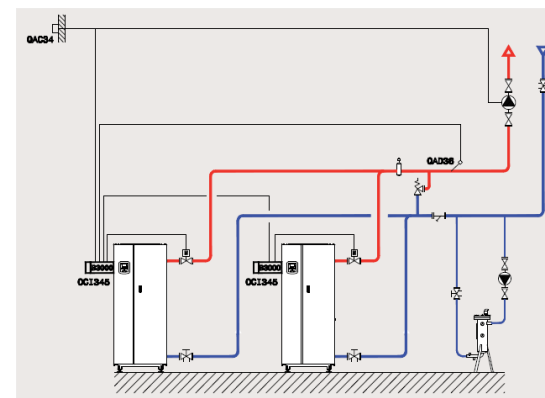
Cascade de chaudières à condensation



Hypothèses :

50 % de besoins en puissance

$T^{\circ}\text{retour} = 35^{\circ}\text{C}$



Soit 50% sur chaque chaudière = cascade parallèle ? ➔ **2 chaudières à 50% = 106% PCI**

Soit 1 chaudière à 100% = cascade hiérarchique ? ➔ **1 chaudière à 100% = 100% PCI**

Privilégiez le taux de charge de la chaudière le plus faible

**Privilégiez une régulation des chaudières en cascade
parallèle**

Cascade de chaudières à condensation

Dans le cas d'une production simultanée de chauffage et d'ECS avec deux chaudières à condensation, il est recommandé de :

- **les faire fonctionner simultanément en période de chauffe (= cascade parallèle) afin de**
 - **de profiter d'une surface de condensation maximale**
 - **de les faire travailler au taux de charge le plus bas possible**
= gain jusqu'à 6% / cascade hiérarchique
- **dimensionner la production ECS en jouant sur le volume de stockage pour adapter la puissance et Ne faire fonctionner éventuellement qu'une seule chaudière en été**



Sommaire

Chauffage

Eau chaude sanitaire

Sélection du générateur
et optimisation de son
fonctionnement

Impact de la surpuissance

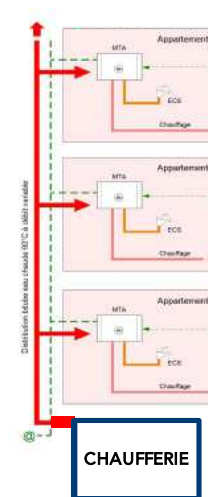
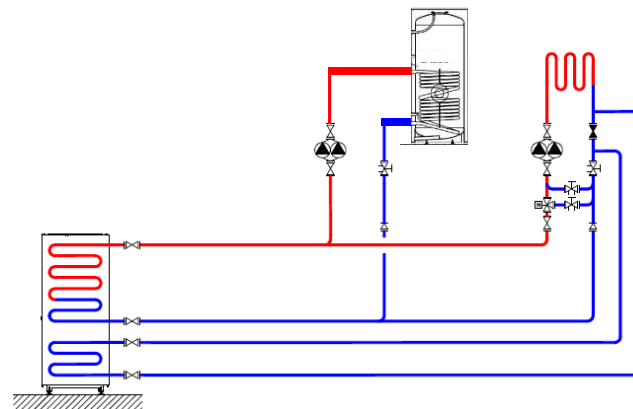
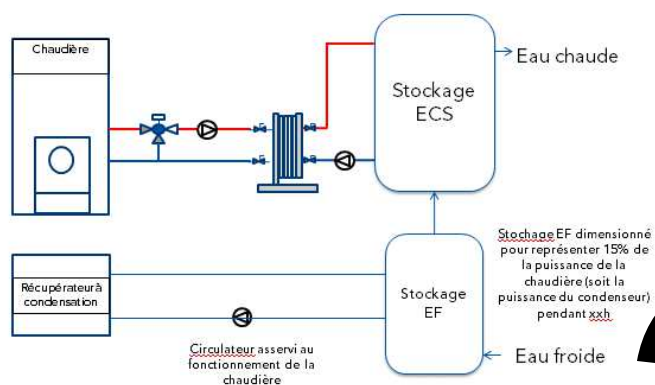
Détermination de la puissance du générateur

Choix du nombre de générateur et de leur régulation

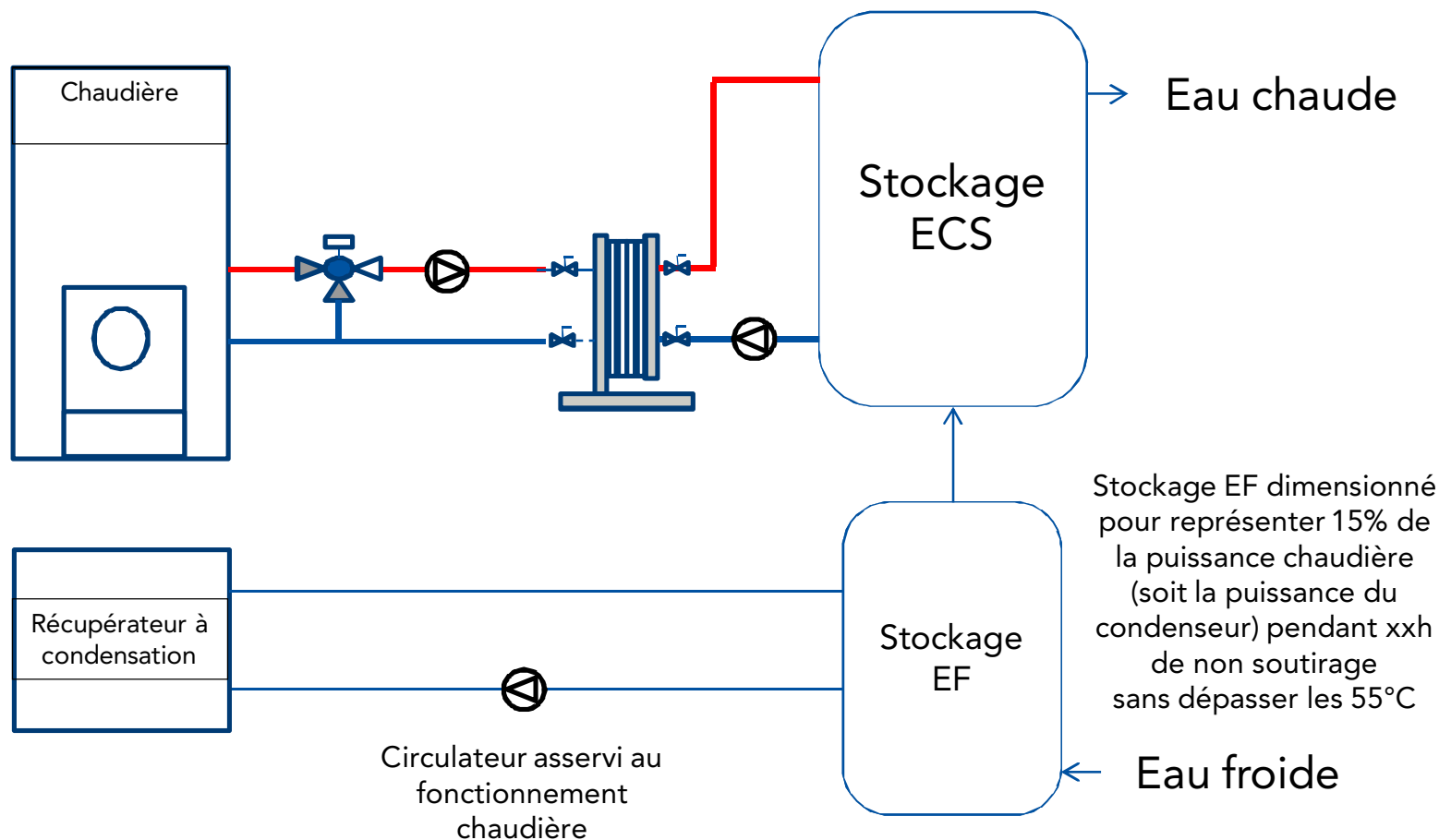
Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ?

Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ? Quelles sont les vôtres ?

L'ECS devenant prépondérante par rapport au chauffage, quelle solution pour rendre son installation performante face à l'ECS ??

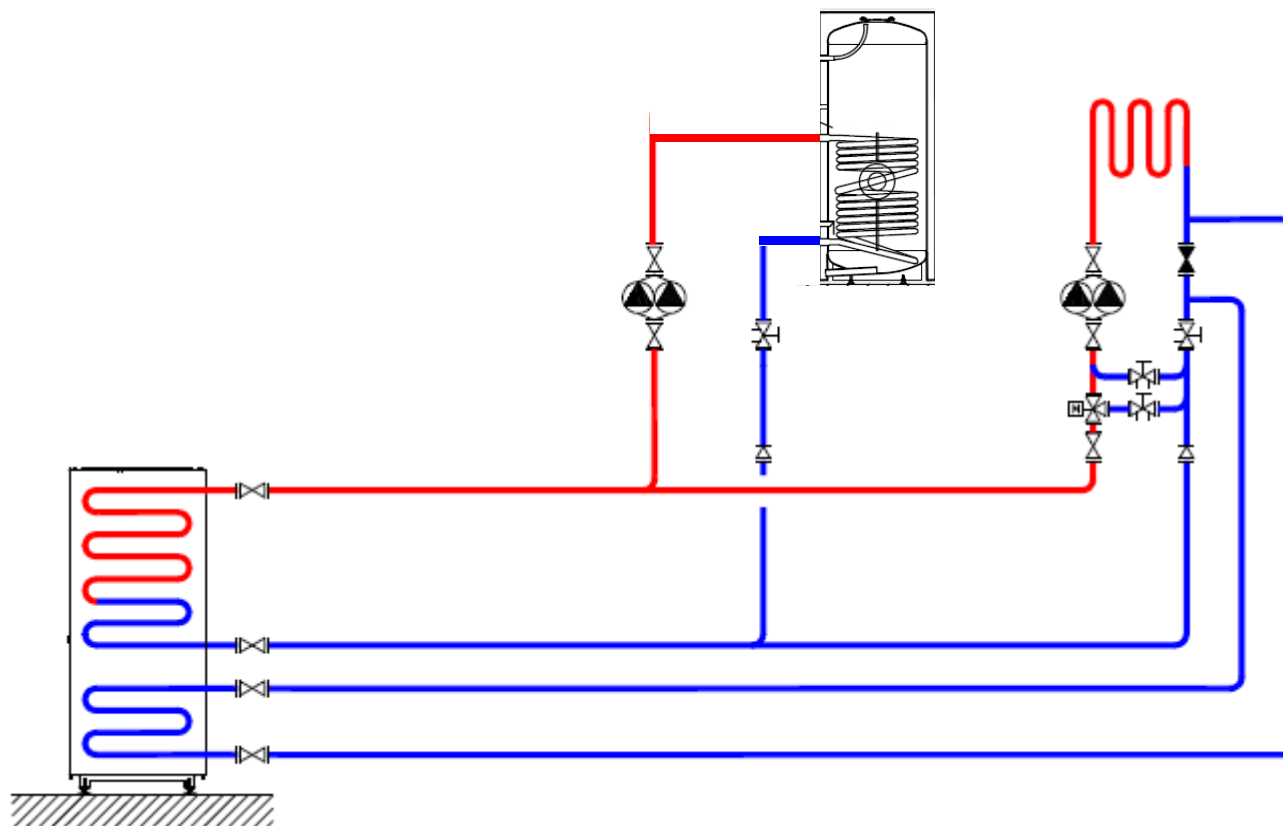


Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ? Le préchauffage de l'ECS



Condensation continue par préchauffage de l'ECS !

Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ? Le raccordement 4 piquages ?



Contrairement au 2/3 piquages,
en 4 piquages,
performance optimale non dégradée par l'ECS

!

Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ? L'accumulateur gaz à condensation

Séparation des besoins
ECS et chauffage :
optimisation de la
performance chauffage !

Schéma avec
Chaudières dédiées possible

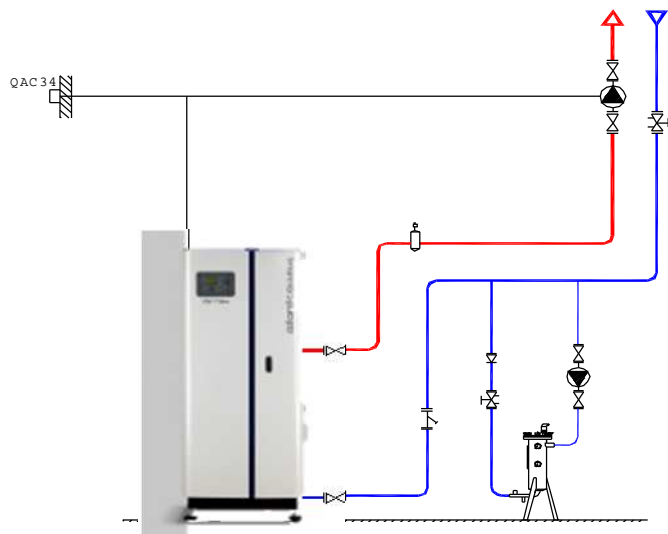


Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ?

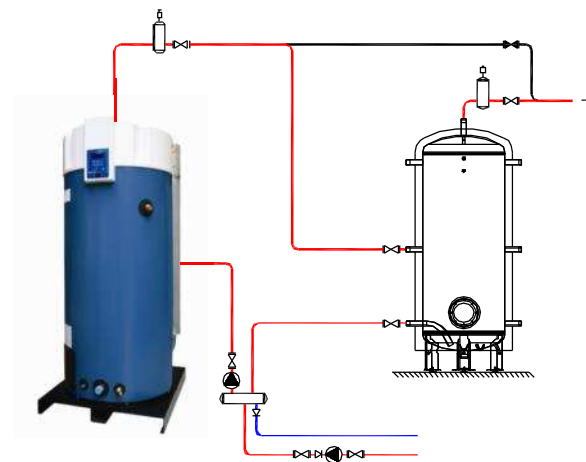
Dissocier la production de chauffage et d'ECS

➔ **1^{er} cas : Chaudière dédiée au chauffage + Accumulateur ECS à condensation gaz**

**Rendement global annuel
chauffage jusqu'à 110% PCI**



**Rendement global annuel
ECS < 100% PCI**

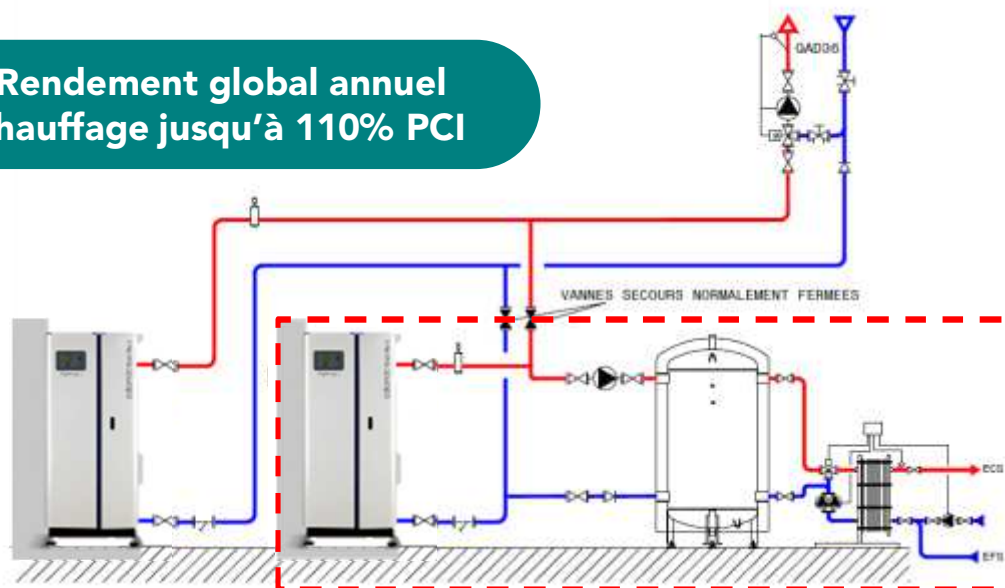


Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ?

Dissocier la production de chauffage et d'ECS

➔ **2^{ème} cas : 1 chaudière dédiée chauffage + 1 chaudière dédiée ECS + secours possible**

**Rendement global annuel
chauffage jusqu'à 110% PCI**

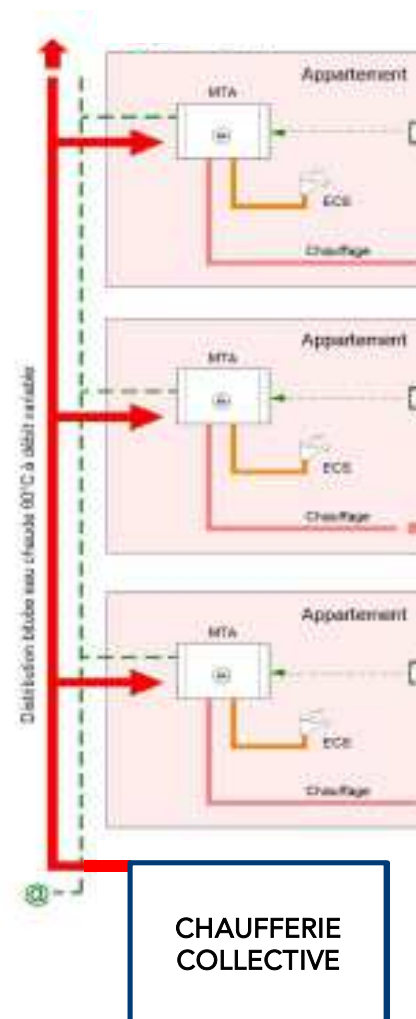


**Rendement global annuel
ECS < 100% PCI**

Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ?

Le Module Thermique d'Appartement

Retours BT° des MTA
jusqu'à 25°C
pendant les phases
de production ECS !



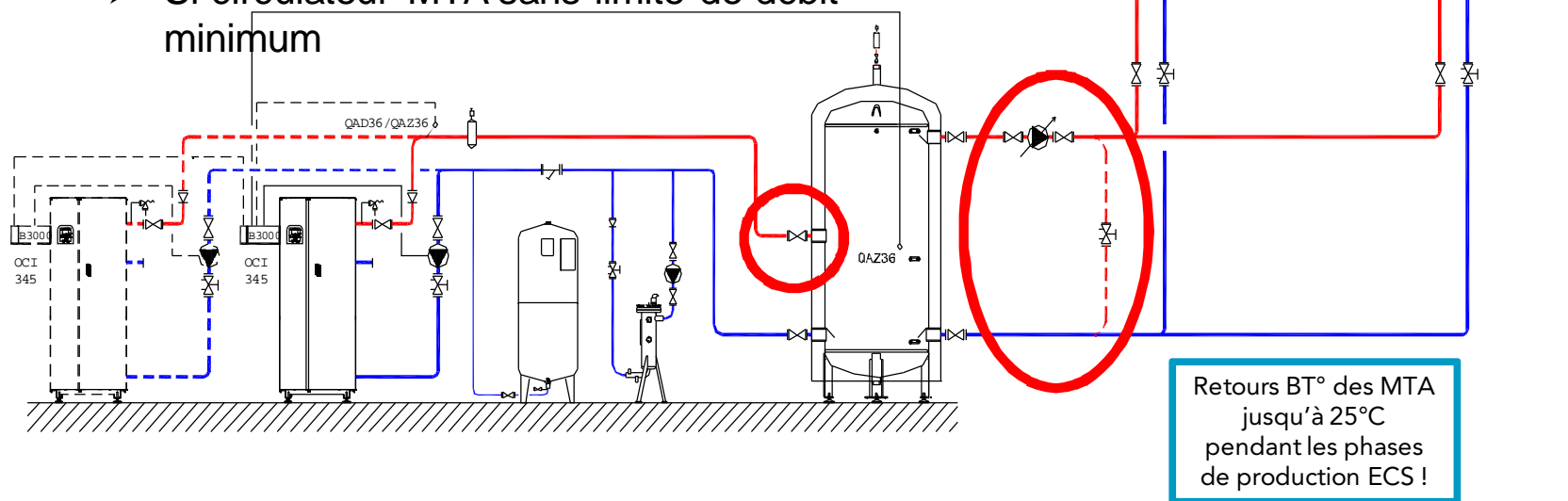
Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ?

Le Module Thermique d'Appartement

- **Schéma MTA avec chaudière 2 piquages**

- ✓ **Performance optimale**

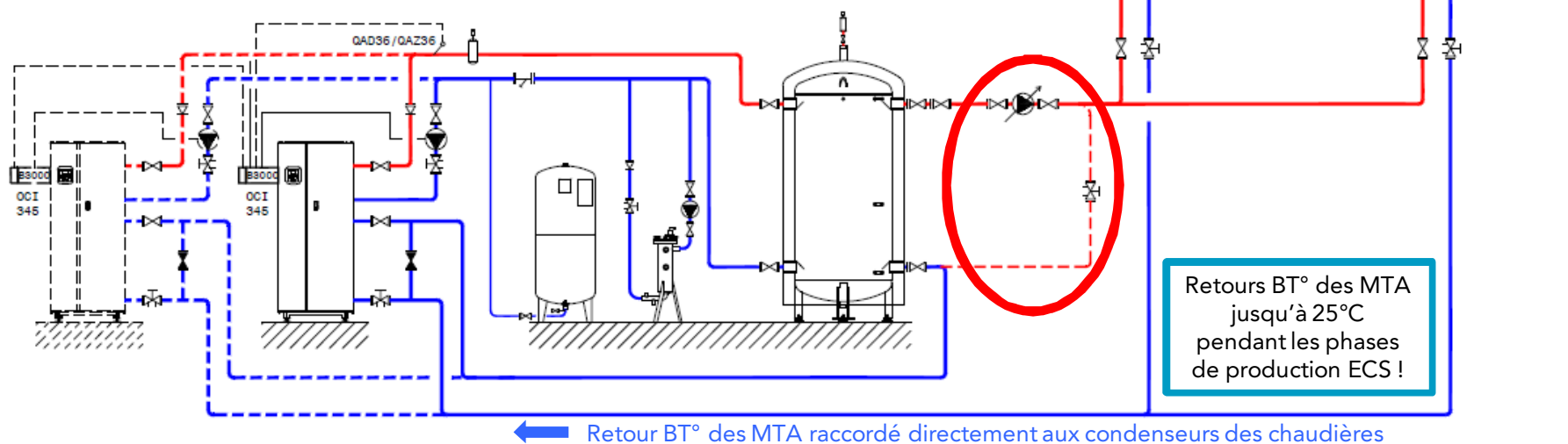
- Si surdimensionnement ballon tampon et stratification maîtrisée
 - Si arrivée primaire = milieu de cuve
 - Si circulateur MTA sans limite de débit minimum



Réflexion = les solutions performantes face à l'ECS ? Le Module Thermique d'Appartement

• Schéma MTA avec chaudière 4 piquages

- ✓ **Performance optimale** sans risquer de réchauffer la T° retour des MTA
- ✓ Suppression sonde + **diminution volume ballon tampon** + arrivée primaire standard
- ✓ **Diminution puissance chaudières**



Merci de votre
attention

Place aux questions ...

Olivier BROGGI

Cegibat GRDF
Responsable Efficacité Energétique secteur
Tertiaire

Hervé SEBASTIA

Service Marketing ATLANTIC
Expert en Solutions Thermiques
Collectives

Merci de votre attention

Place aux questions ...

Olivier BROGGI

Cegibat GRDF
Responsable Efficacité Energétique secteur
Tertiaire

Hervé SEBASTIA

Service Marketing ATLANTIC
Expert en Solutions Thermiques
Collectives