

The background of the slide shows a large industrial facility, likely a water treatment plant. In the foreground, there are several large, orange and grey electrical control cabinets or motor units. Behind them, a complex network of pipes, valves, and gauges is visible, extending into the distance. The lighting is bright and even, highlighting the metallic surfaces and the organized layout of the equipment.

# PAC Hybride collective Schémas hydrauliques

Webinaire du 12 décembre 2024

**CEGIBAT**

L'expertise efficacité énergétique de GRDF

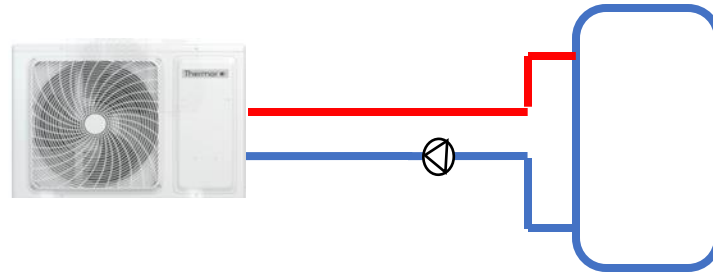
## Une PAC hybride c'est quoi ?



- **Combinaison d'une chaudière THPE, d'une « petite » PAC et d'une régulation commune,**
- **La PAC hybride peut selon les cas répondre à des besoins de chauffage, d'ECS, de froid,**
- **La PAC peut être mono ou bibloc**
- **La PAC peut selon le dimensionnement, la modulation, s'installer seule ou en cascade**
- **La ou les chaudières peuvent être existantes ou neuves**
- **La régulation permet de déterminer le mode de fonctionnement individualisé par technologie, ou simultané**

# De quoi a besoin la PAC hybride pour bien fonctionner ?

## PAC + ballon tampon



### Volume/Débit

Un volume/débit d'eau minimum à assurer au condenseur de la PAC afin d'éviter les courts cycles.

### Température d'eau « la plus froide possible »

Favoriser une température d'entrée au condenseur suffisamment « froide » pour condenser le FF et capter un maximum de calories.

### Puissance

La modulation est possible pour répondre aux faibles besoins thermiques avec davantage d'inertie pour les besoins plus conséquents.

## Chaudière THPE



Un débit minimum à assurer moins préjudiciable aux courts cycles de la chaudière.

Favoriser une température de retour du circuit de chauffage la plus basse possible pour capter l'énergie latente contenue dans les fumées.

Modulation possible pour répondre aux faibles comme aux besoins thermiques importants.

# Plusieurs raisons de choisir la PAC hybride

1. **Disponibilité** : Une offre fabricant déjà disponible et importante
2. **Dimensionnement optimisé** : répond aux exigences actuelles et à venir (réglementation, décret tertiaire, RE2020)
3. **Souplesse** : Quels que soient les besoins thermiques et le niveau de température, la PAC hybride s'adapte aux émetteurs en place
4. **Economique** :
  - a. Un investissement maîtrisé grâce au dimensionnement optimisé des deux technologies
  - b. possibilité de réguler le fonctionnement des deux technologies selon le coût des énergies.
5. **Ecologique** : Une couverture thermique en grande partie assurée par une énergie électrique peu carbonée une grande partie de l'année et une chaudière déjà compatible avec un gaz renouvelable produit sur le territoire français.
6. **Performance** : deux technologies performantes et éprouvées
7. **Flexibilité** : une solution qui pourra participer à réduire la pointe sur le réseau électrique en tension
8. **Facile à installer** : Un équipement qui s'implante facilement à condition de tenir compte de règles simples

# Les différents schémas de la PAC hybride collective

---

**01**  
—

ECS seule

**02**  
—

Chauffage seul

**03**  
—

Chauffage et ECS

**04**  
—

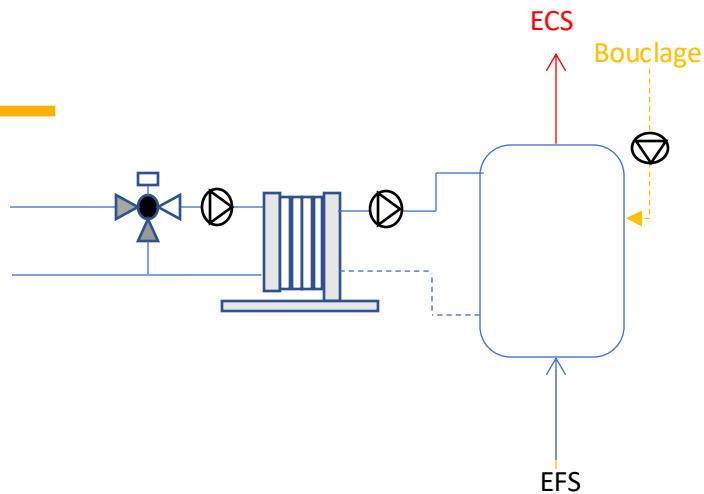
Cas particuliers

# 01

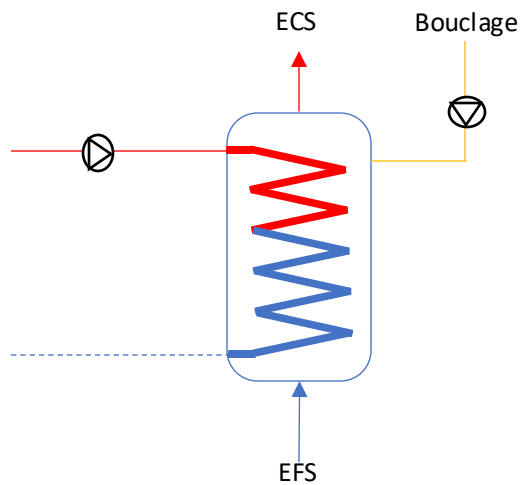
ECS seule



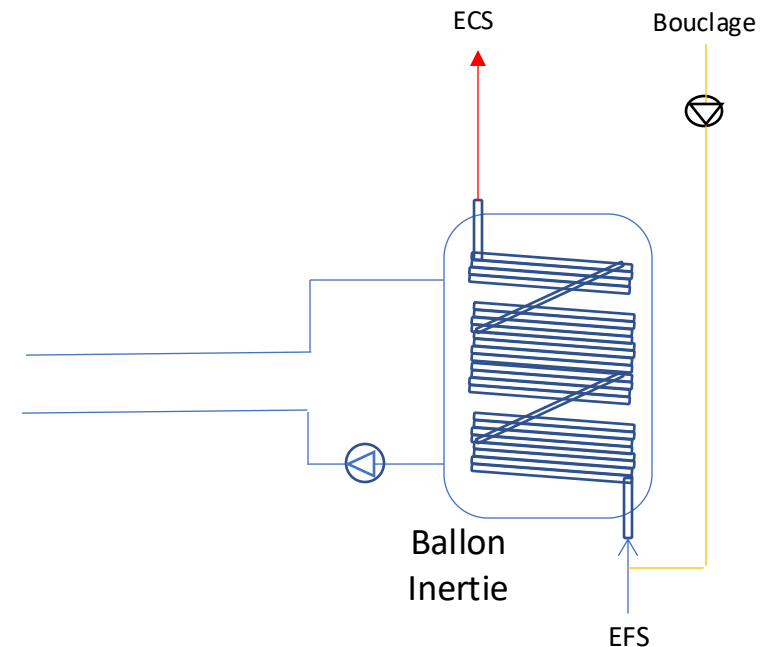
# Les différentes productions d'ECS



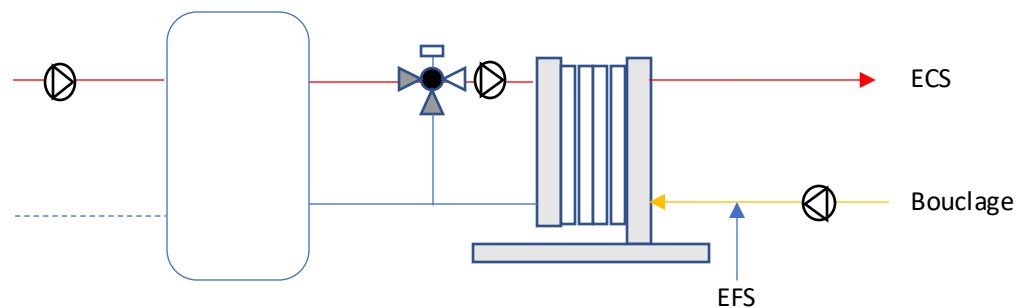
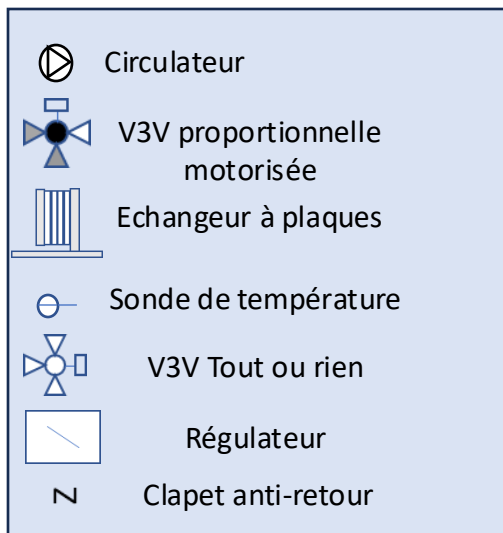
*ECS échangeur à plaques*



*ECS échangeur intégré*



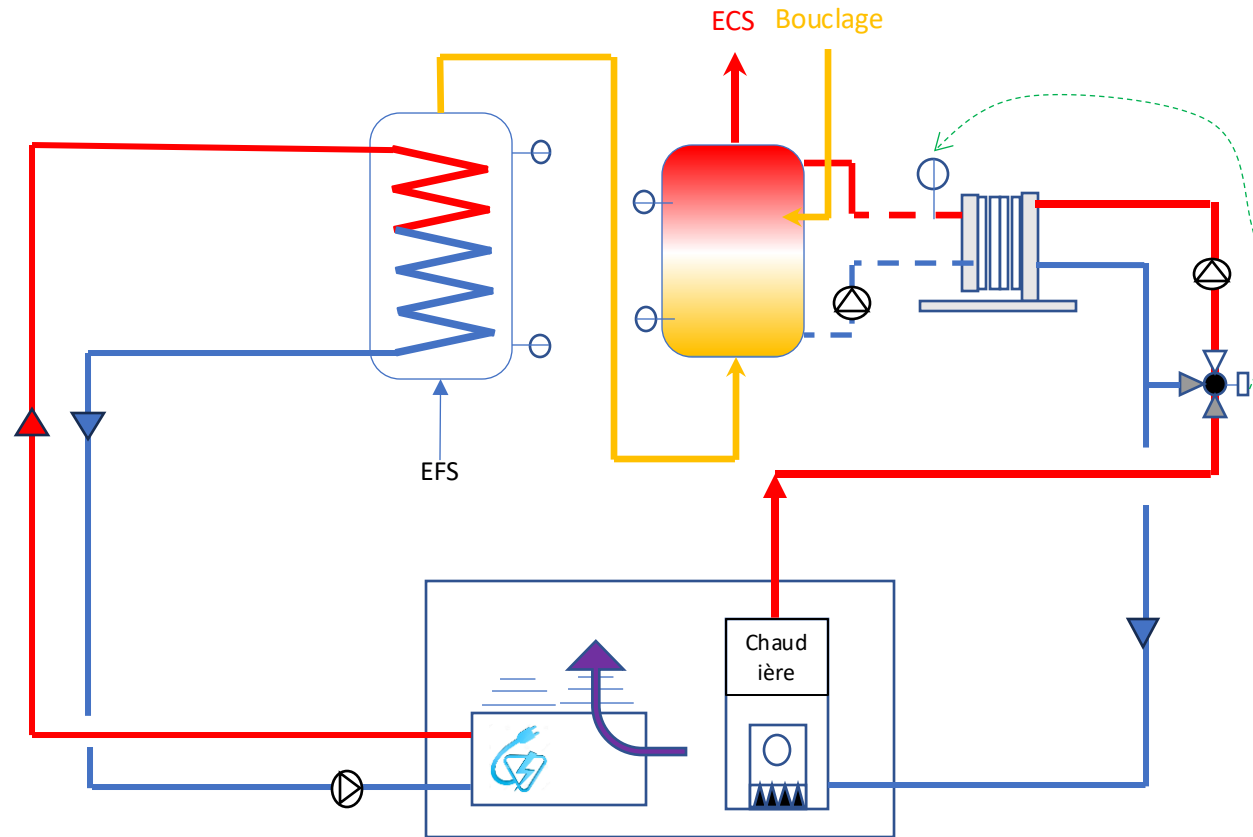
*ECS ballon échangeur*



*ECS stockage primaire*

# ECS seule, Préchauffage ECS, ballon échangeur intégré

1



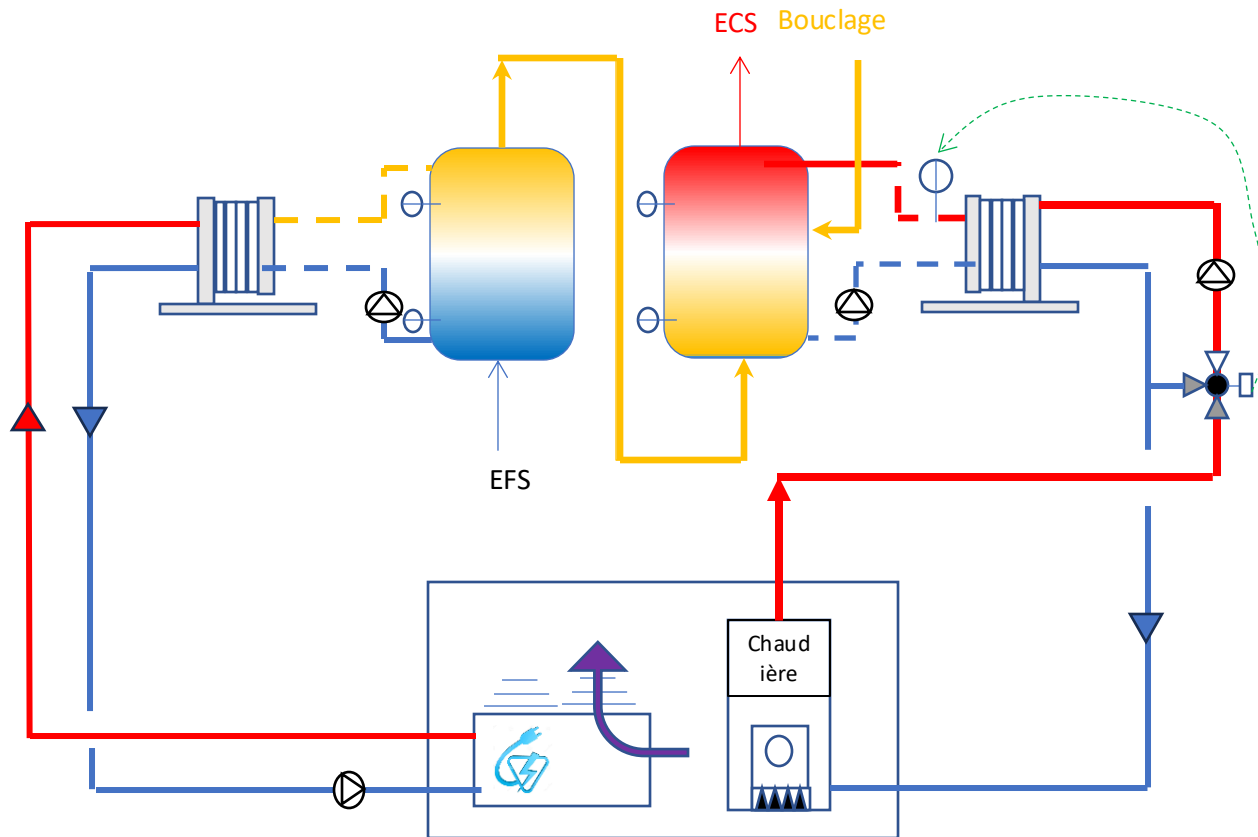
## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- PAC raccordée au plus froid de l'installation donc l'EFS pour profiter des performances de la PAC à basses températures.
- Préchauffage de l'EFS jusqu'à 40°C environ pour la même raison.
- Fort volume de ballon de préchauffage conseillé.
- Ballon échangeur pour simplicité hydraulique.
- 2 sondes sur chaque ballon ECS pour permettre de recharger entièrement les ballons (sonde du haut pour lancer le générateur, sonde du bas pour l'arrêter)



# ECS seule, Préchauffage ECS, Echangeur à plaque

2

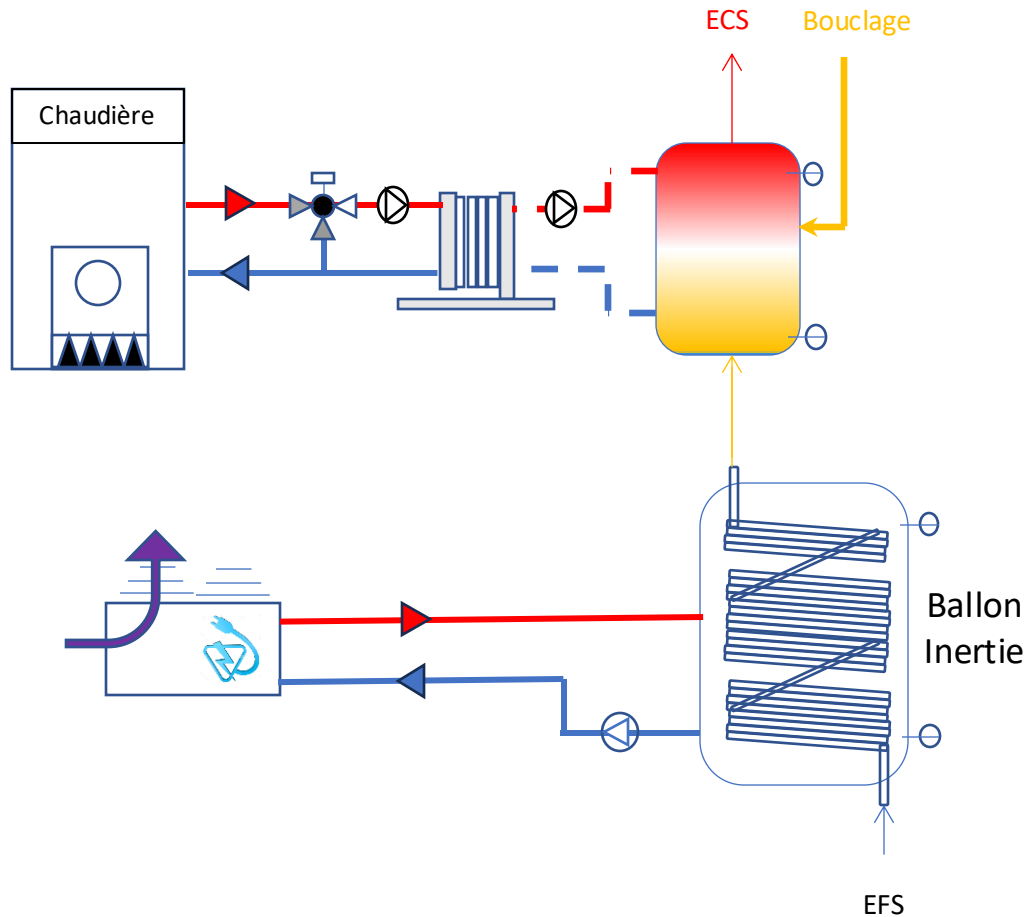


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- PAC raccordée au plus froid de l'installation donc l'EFS pour profiter des performances de la PAC à basses températures.
- Préchauffage de l'EFS jusqu'à 40°C environ pour la même raison.
- Fort volume de ballon de préchauffage conseillé.
- Nécessite un échangeur à plaque et une pompe de plus que le schéma n°1
- 2 sondes sur chaque ballon ECS pour permettre de recharger entièrement les ballons (sonde du haut pour lancer le générateur, sonde du bas pour l'arrêter)

# ECS seule, Préchauffage ECS, Ballon avec échangeur intégré, circulation de l'eau froide dans l'échangeur

3

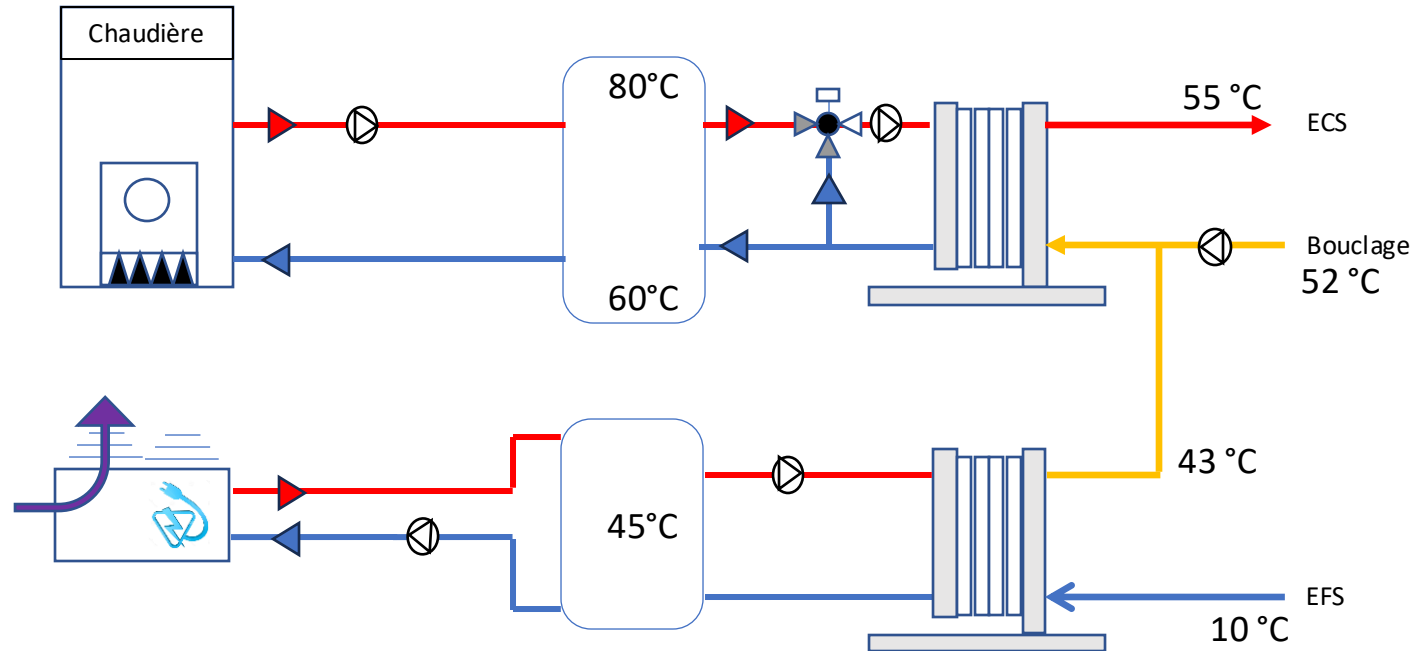


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- PAC raccordée au plus froid de l'installation donc l'EFS pour profiter des performances de la PAC à basses températures.
- Ballon échangeur de type solaire donc avec une grande surface d'échange.
- Eau poussée par l'eau de ville.
- La solution la plus simple à mettre en œuvre.
- 2 sondes sur chaque ballon ECS pour permettre de recharger entièrement les ballons (sonde du haut pour lancer le générateur, sonde du bas pour l'arrêter)

# ECS seule, Préchauffage ECS, stockage primaire

4

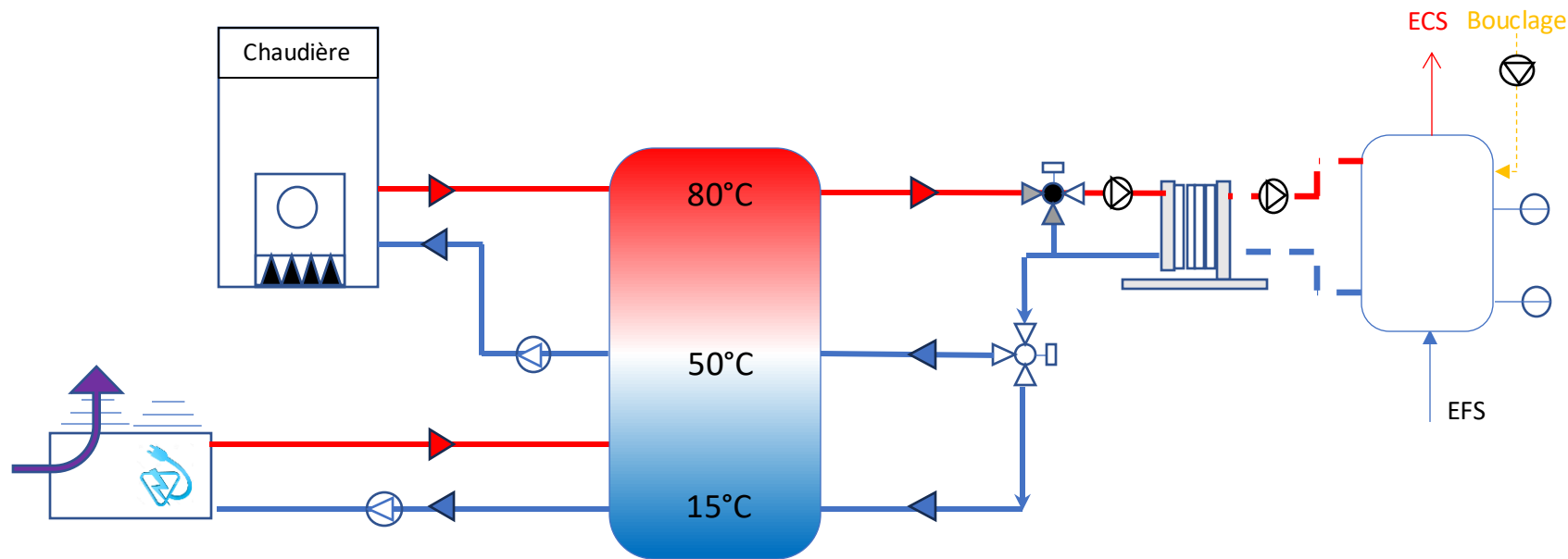


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- PAC raccordée au plus froid de l'installation donc l'EFS pour profiter des performances de la PAC à basses températures.
- Préchauffage via un échangeur à plaque dédié.
- Deux échangeurs pour ne pas obliger la PAC à travailler à des températures élevées.
- Solution en stockage primaire, sans stockage ECS pour une production instantanée de celle-ci.

# PAC hybride, ECS seule, ballon d'énergie

5



## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Ballon d'énergie dont le volume doit permettre une stratification homogène des températures.
- Fort nombre de plaques sur l'échangeur ECS de manière à revenir vers le ballon d'énergie le plus froid possible
- Vanne trois voies pour orienter le débit de retour de l'échangeur ECS
  - Vers le bas du ballon si retour  $\approx 15^\circ\text{C}$  (cas du puisage d'ECS qui refroidit le bas de ballon)
  - Vers le milieu du ballon si retour  $\approx 50^\circ\text{C}$  (Cas du fonctionnement en mode bouclage ECS seul pour combattre les pertes thermiques de bouclage)

# Une bonne intégration en eau chaude sanitaire

---

**La PAC fonctionne en mode préchauffage de l'eau chaude sanitaire, là où se situe la température la plus froide d'une production d'ECS.**

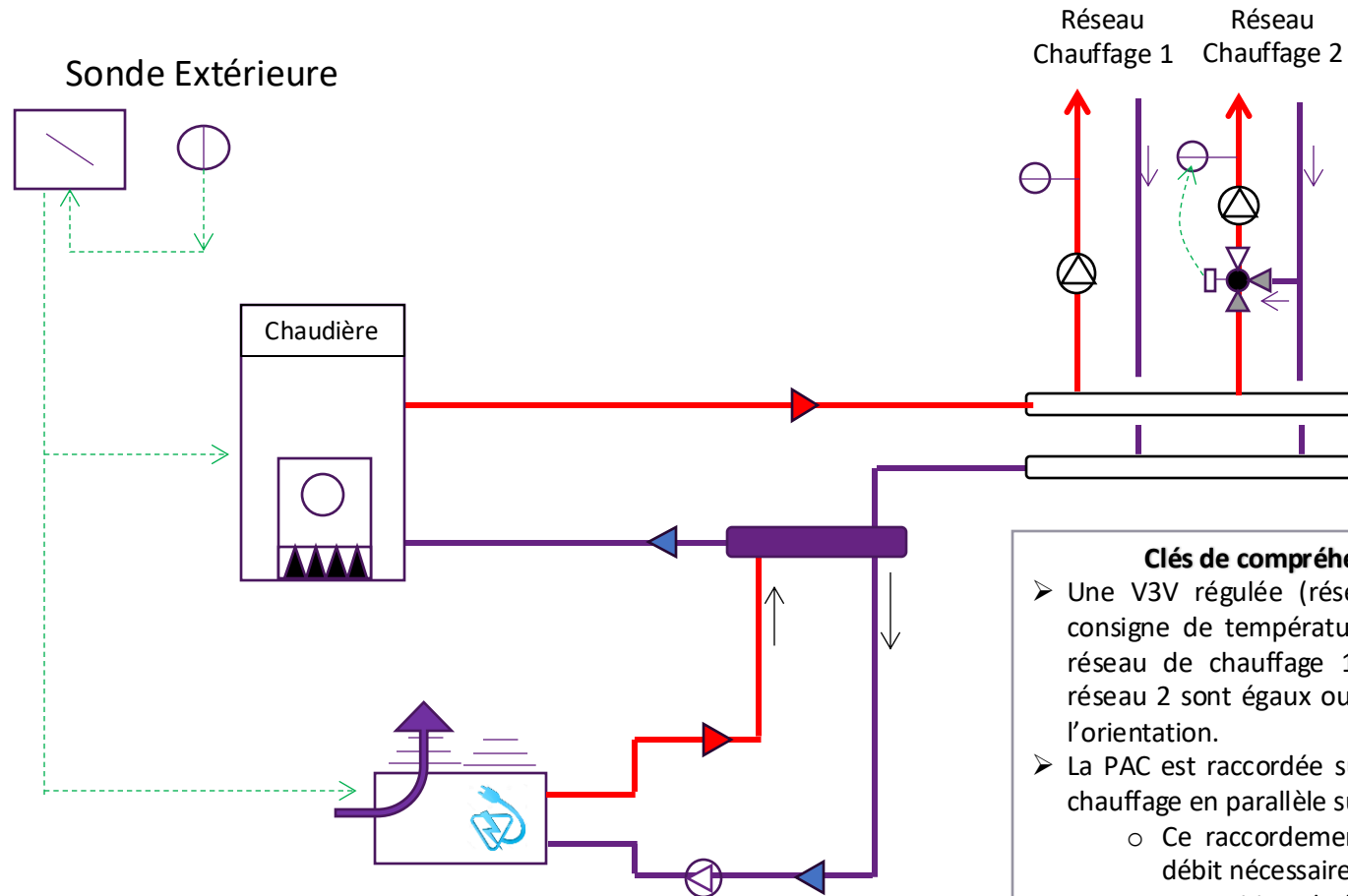
# 02



## Chauffage seul

# Chauffage seul, hybridation totale, deux réseaux de chauffage régulés

6

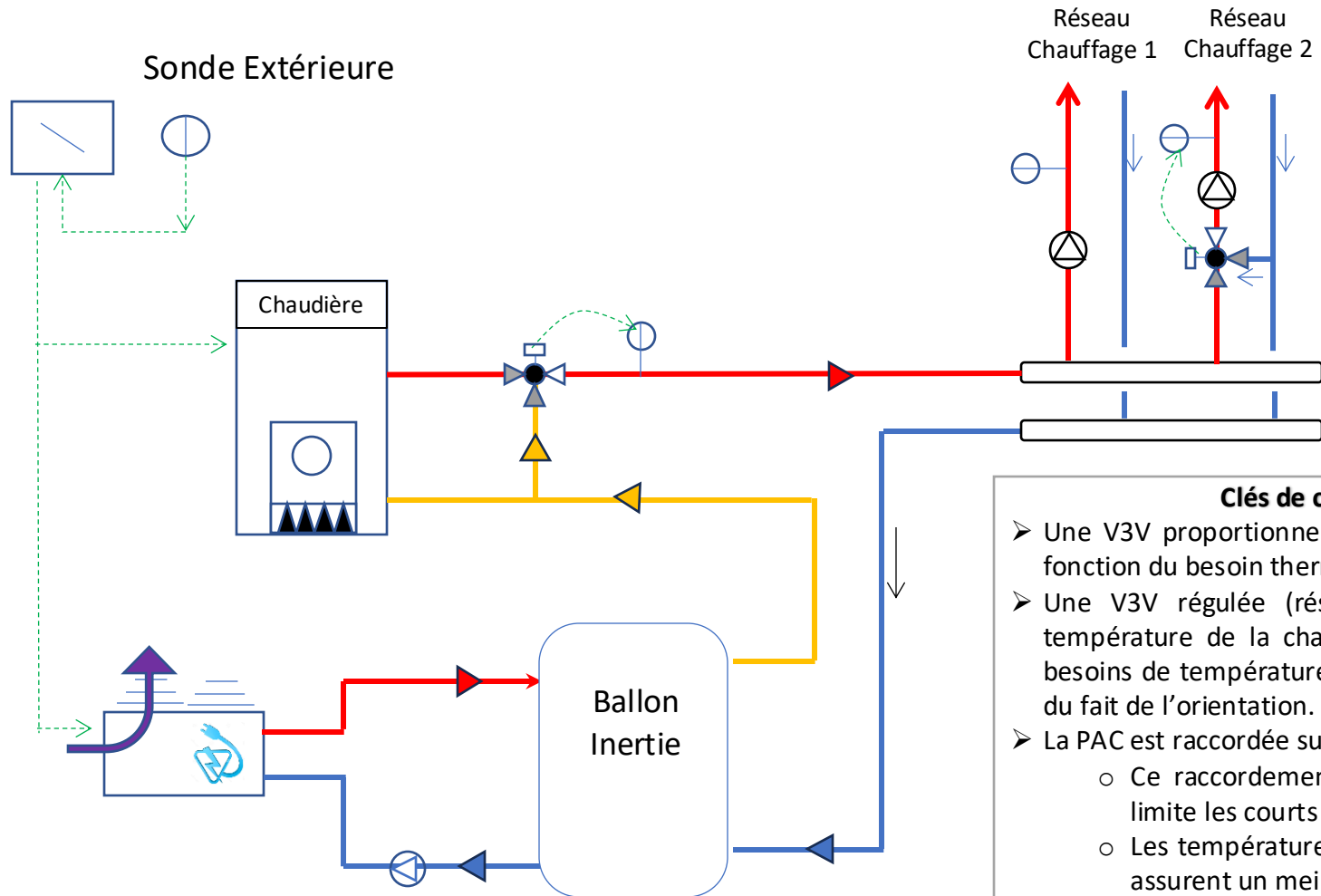


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Une V3V régulée (réseau de chauffage 2) suffisante. La consigne de température de la chaudière est calée sur le réseau de chauffage 1. Les besoins de température du réseau 2 sont égaux ou plus faibles par exemple du fait de l'orientation.
- La PAC est raccordée sur le collecteur sur le réseau retour chauffage en parallèle sur circuit de chauffage.
  - Ce raccordement permet à la PAC de prélever le débit nécessaire à son bon fonctionnement.
  - La position de la PAC lui permet de bénéficier des températures froides issues du retour chauffage (après échange).

# Chauffage seul, hybridation totale, 2 réseaux de chauffage régulés, ballon d'inertie 4 piquages

7



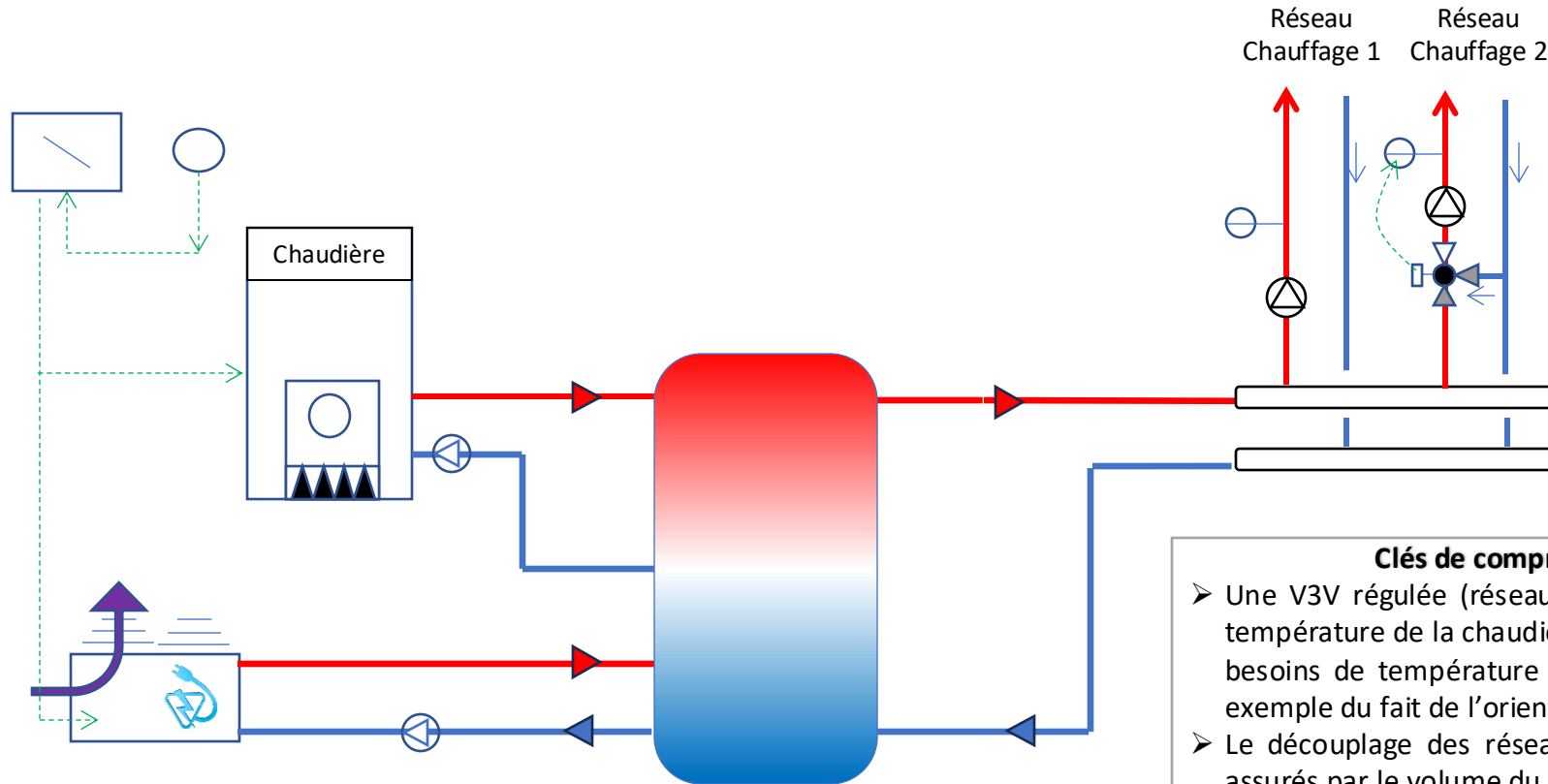
## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Une V3V proportionnelle (proche chaudière) qui oriente le débit d'eau en fonction du besoin thermique mesuré en aval de celle-ci,
- Une V3V régulée (réseau de chauffage 2) suffisante. La consigne de température de la chaudière est calée sur le réseau de chauffage 1. Les besoins de température du réseau 2 sont égaux ou plus faibles par exemple du fait de l'orientation.
- La PAC est raccordée sur un ballon d'inertie sur le réseau retour chauffage.
  - Ce raccordement permet à la PAC d'avoir un volume tampon qui limite les courts cycles.
  - Les températures froides issues du retour chauffage (après échange) assurent un meilleur COP à la PAC.



# Chauffage seul, hybridation totale, deux réseaux de chauffage régulés, ballon d'énergie

8



## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Une V3V régulée (réseau de chauffage 2) suffisante. La consigne de température de la chaudière est calée sur le réseau de chauffage 1. Les besoins de température du réseau 2 sont égaux ou plus faibles par exemple du fait de l'orientation.
- Le découplage des réseaux hydrauliques ainsi que le tampon sont assurés par le volume du ballon d'énergie. Du fait de la stratification et des régimes de température, la PAC sera raccordée sur les piquages situés en partie basse et la chaudière sur les piquages du dessus.
- Le dimensionnement du ballon d'énergie doit être tel qu'il assure une bonne stratification.
- Une loi d'eau s'applique aux deux systèmes.

# Une bonne intégration en chauffage seul

**1) Eviter de passer sous le débit seuil minimum de la PAC pour prolonger son temps de fonctionnement.**

**2) Rester sur des températures d'entrée dans la PAC les plus froides possibles**

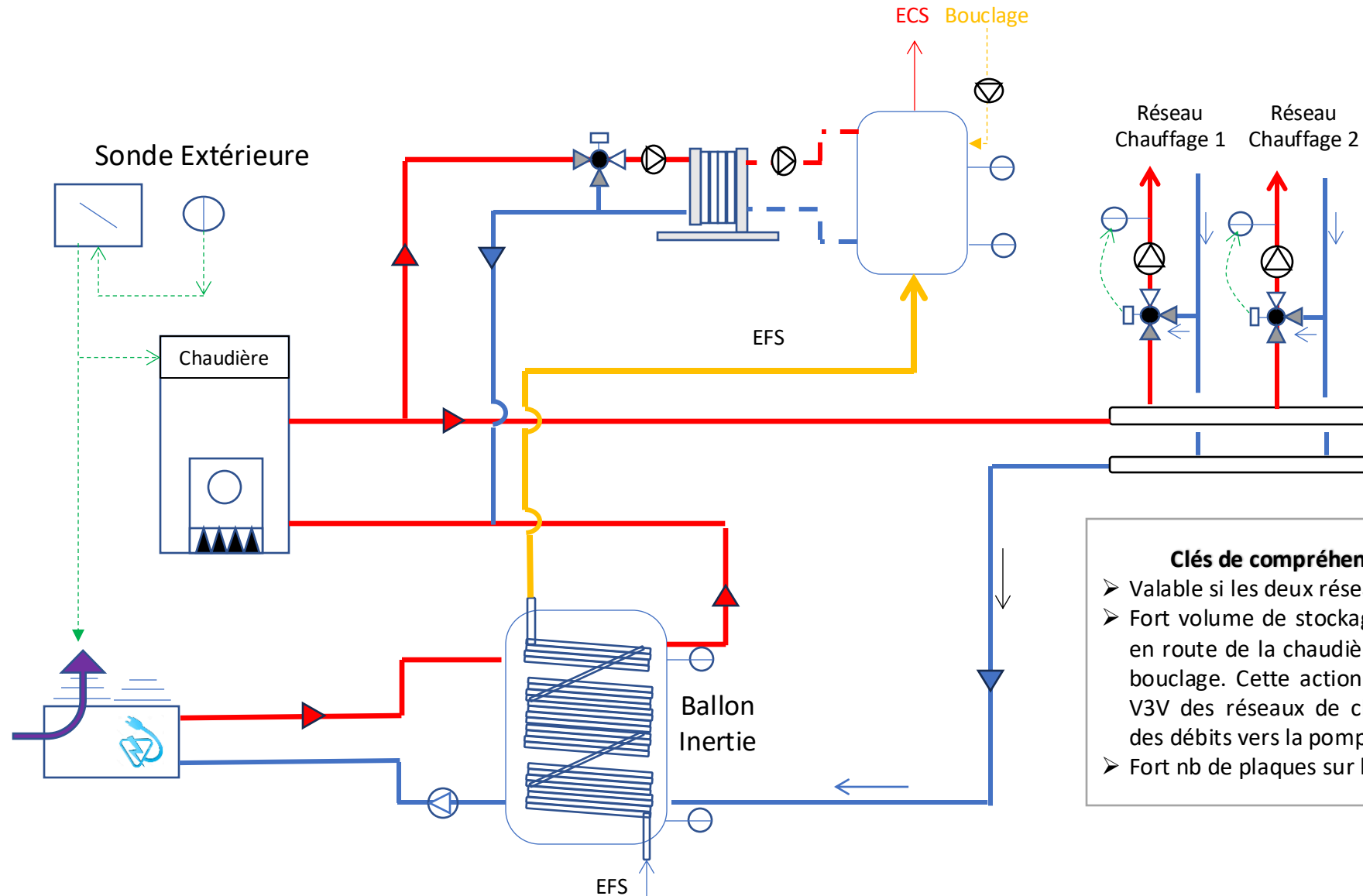
# 03



## Chauffage et ECS

# Chauffage et ECS, hybridation totale, deux réseaux régulés, eau froide circulant dans le serpentin du ballon

9

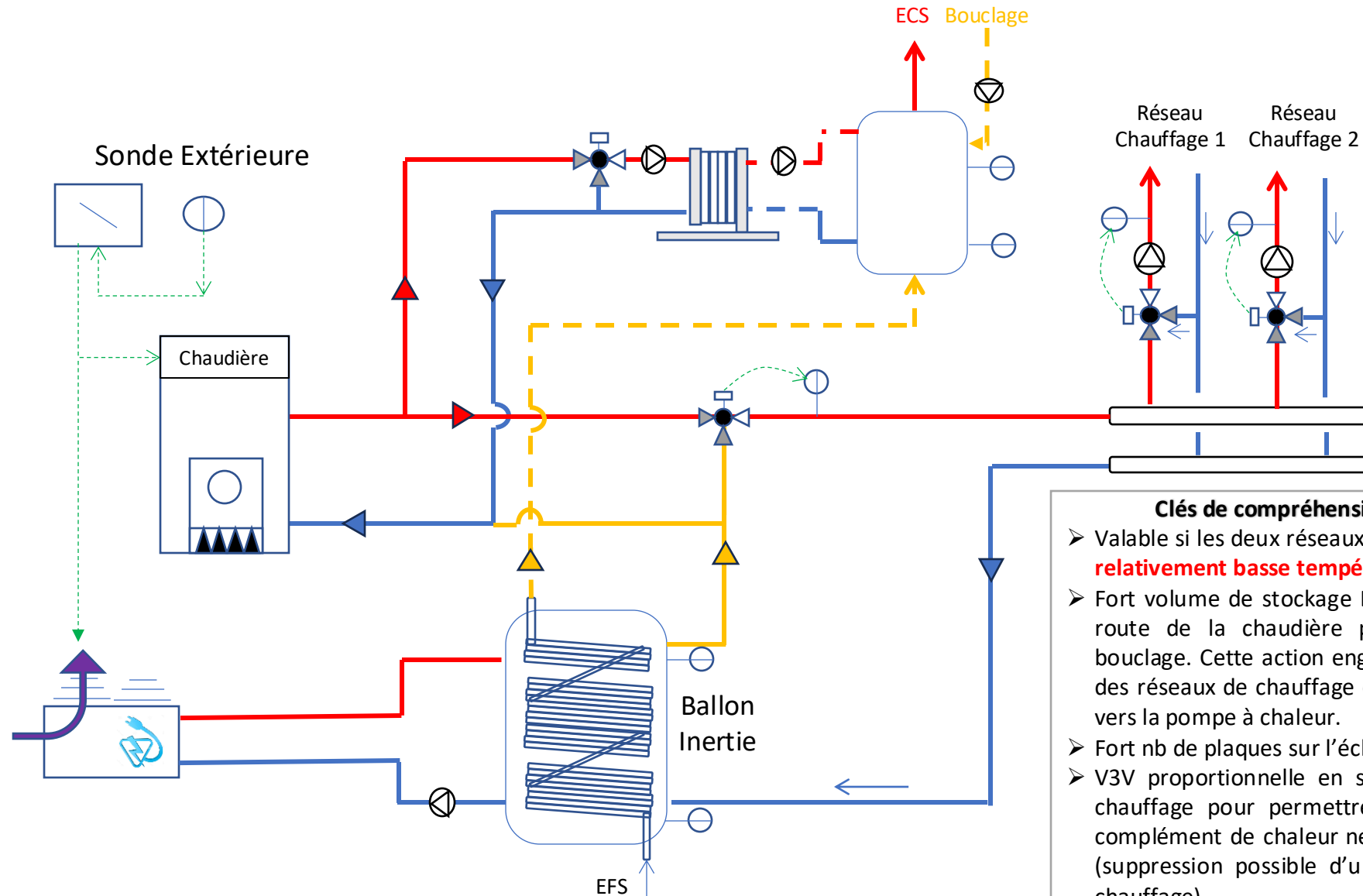


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Valable si les deux réseaux de chauffage sont régulés.
- Fort volume de stockage ECS pour éviter trop de mise en route de la chaudière pour combattre les pertes de bouclage. Cette action engendrera une fermeture des V3V des réseaux de chauffage donc une forte baisse des débits vers la pompe à chaleur et donc son arrêt.
- Fort nb de plaques sur l'échangeur ECS.

# Chauffage et ECS, hybridation totale, deux réseaux régulés, appoint de chaleur par la chaudière

10

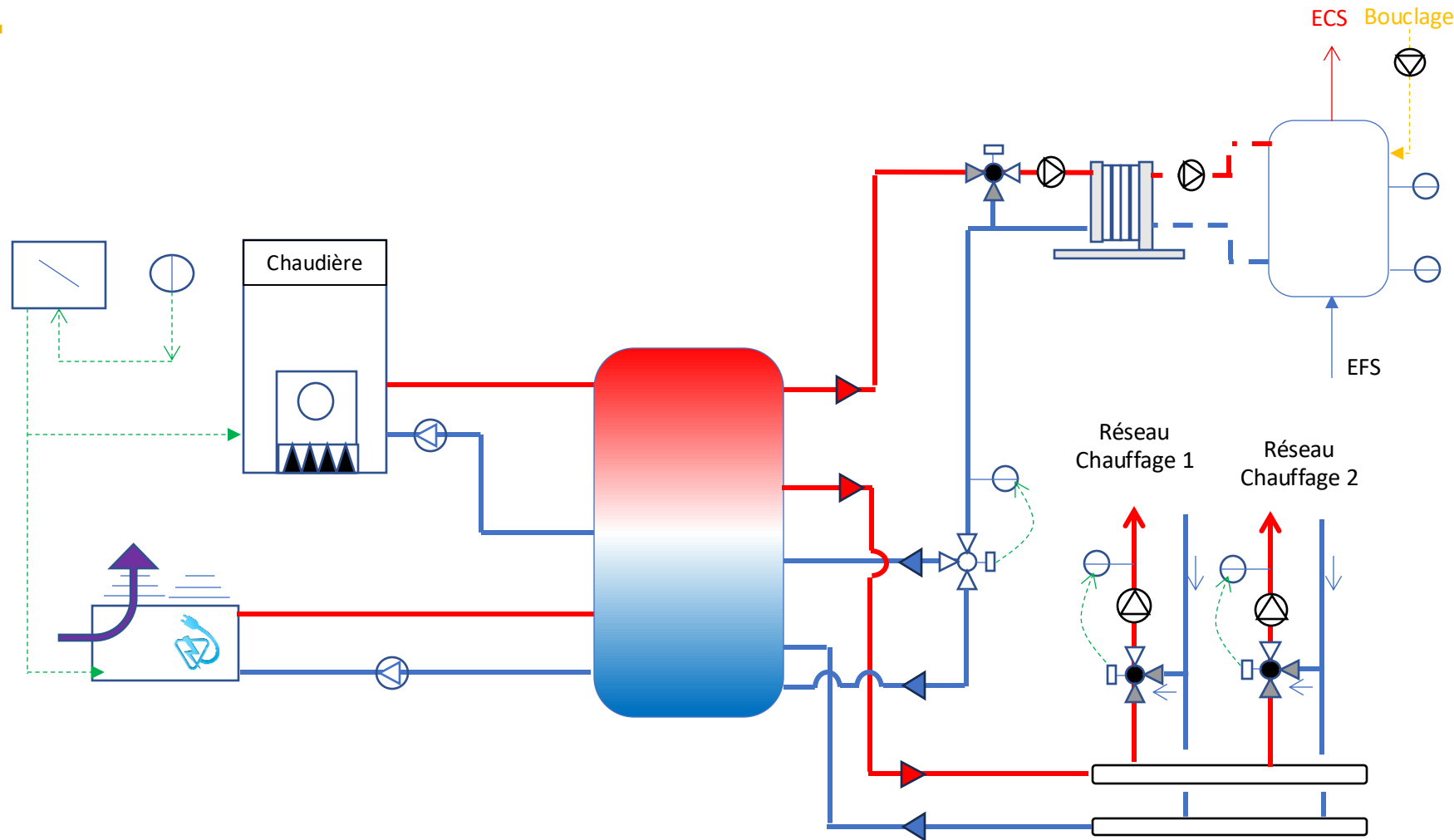


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Valable si les deux réseaux de chauffage sont régulés (**donc relativement basse température**).
- Fort volume de stockage ECS pour éviter trop de mise en route de la chaudière pour combattre les pertes de bouclage. Cette action engendrera une fermeture des V3V des réseaux de chauffage donc une forte baisse des débits vers la pompe à chaleur.
- Fort nb de plaques sur l'échangeur ECS.
- V3V proportionnelle en sortie de PAC sur le réseau de chauffage pour permettre à la chaudière d'apporter le complément de chaleur nécessaire et suivre les lois d'eau. (suppression possible d'une V3V sur un des réseaux de chauffage)

# Chauffage et ECS, hybridation totale, deux réseaux régulés, ballon d'énergie

11



## Clés de compréhension du schéma ci-dessus

- Ballon d'énergie dont le volume doit permettre une stratification des températures.
- Fort nombre de plaques sur l'échangeur ECS de manière à revenir vers le ballon d'énergie le plus froid possible
- Vanne trois voies pour orienter le débit de retour de l'échangeur ECS
  - Vers le bas du ballon si retour  $\approx 15^{\circ}\text{C}$  (production d'ECS en puisant de l'eau froide en bas du ballon ECS pour la chauffer à  $60^{\circ}\text{C}$ )
  - Vers le milieu du ballon si retour  $\approx 50^{\circ}\text{C}$  (mise en route du mode ECS pour combattre les pertes de bouclage)
- Valable si les deux réseaux de chauffage sont régulés.
- Attention de bien mettre en œuvre l'ordre des piquages sur le ballon d'énergie.

# Une bonne intégration en chauffage et ECS

---

**Un bon dimensionnement du ballon d'ECS terminal pour éviter de trop perturber le fonctionnement de la PAC avec des retours chauds**

# 04

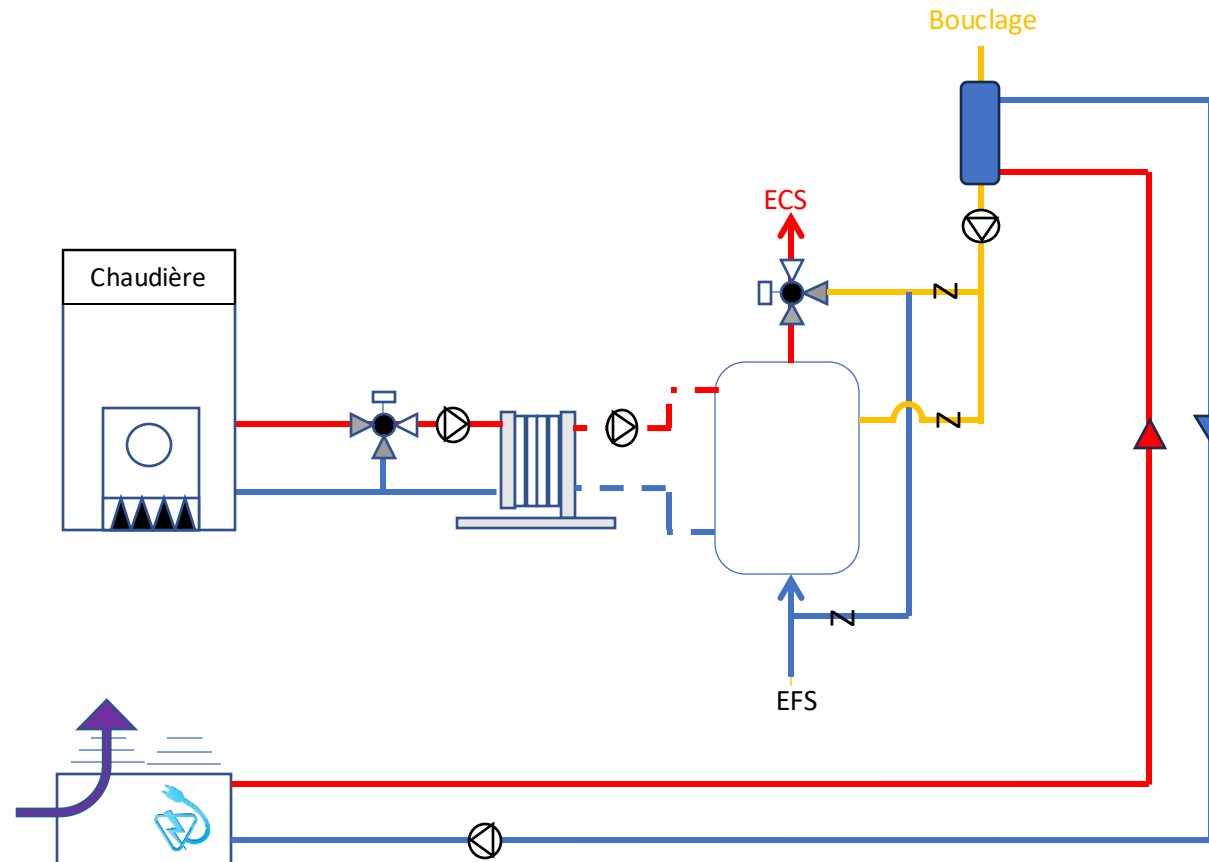


## Cas particuliers



# PAC sur bouclage, production d'ECS par échangeur à plaques

12

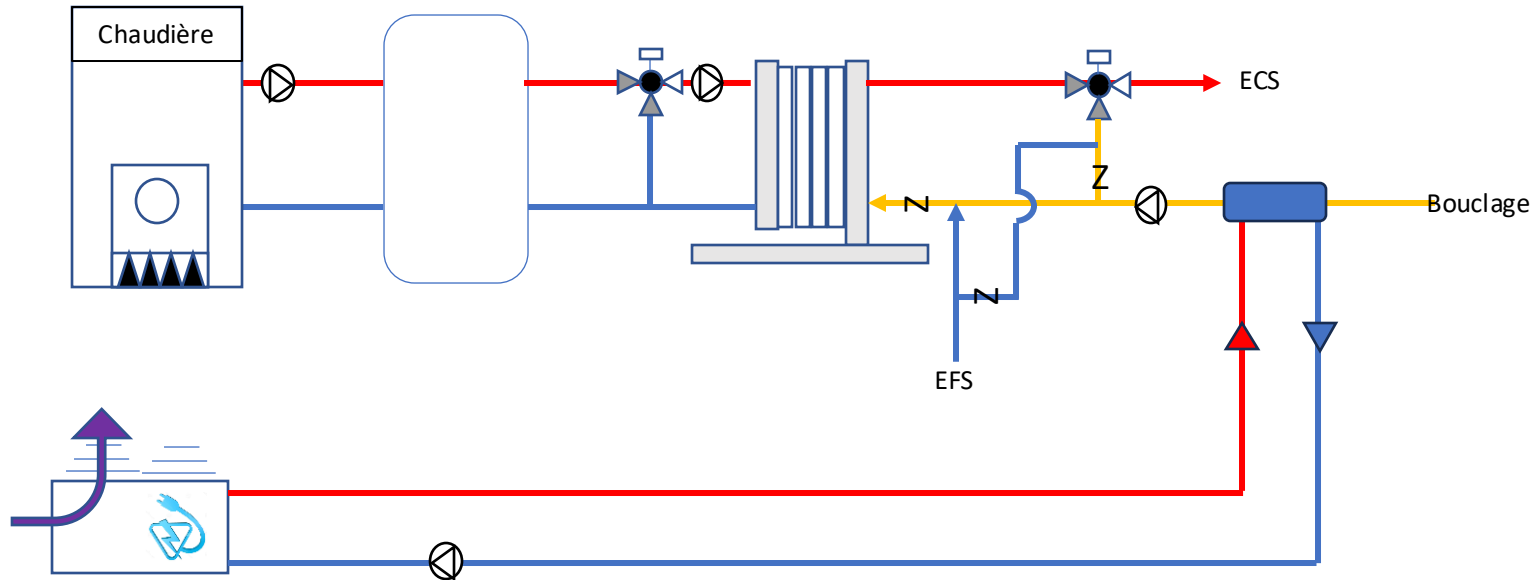


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Nécessite une PAC haute température.
- La PAC ici est mise en œuvre pour permettre en tous points du réseau de bouclage une température supérieure à 50°C et éviter les risques légionnelles (arrêté du 30/11/2005).
  - Intérêt n°1 : le débit de circulation est permanent
  - Intérêt n°2 : La PAC ne doit combattre « que » les déperditions du réseau de bouclage donc avec une réhausse de température de l'ordre de quelques degrés.
- Sur le départ ECS, une vanne 3 voies proportionnelle permet d'orienter l'eau en provenance du bouclage,
  - soit vers le ballon pour être réchauffée,
  - soit vers les points de puisage,
- Sur le circuit primaire, une vanne 3 voies proportionnelle permet d'éviter l'envoi d'ECS trop chaude vers l'échangeur.

# PAC sur bouclage, ECS avec stockage primaire

13

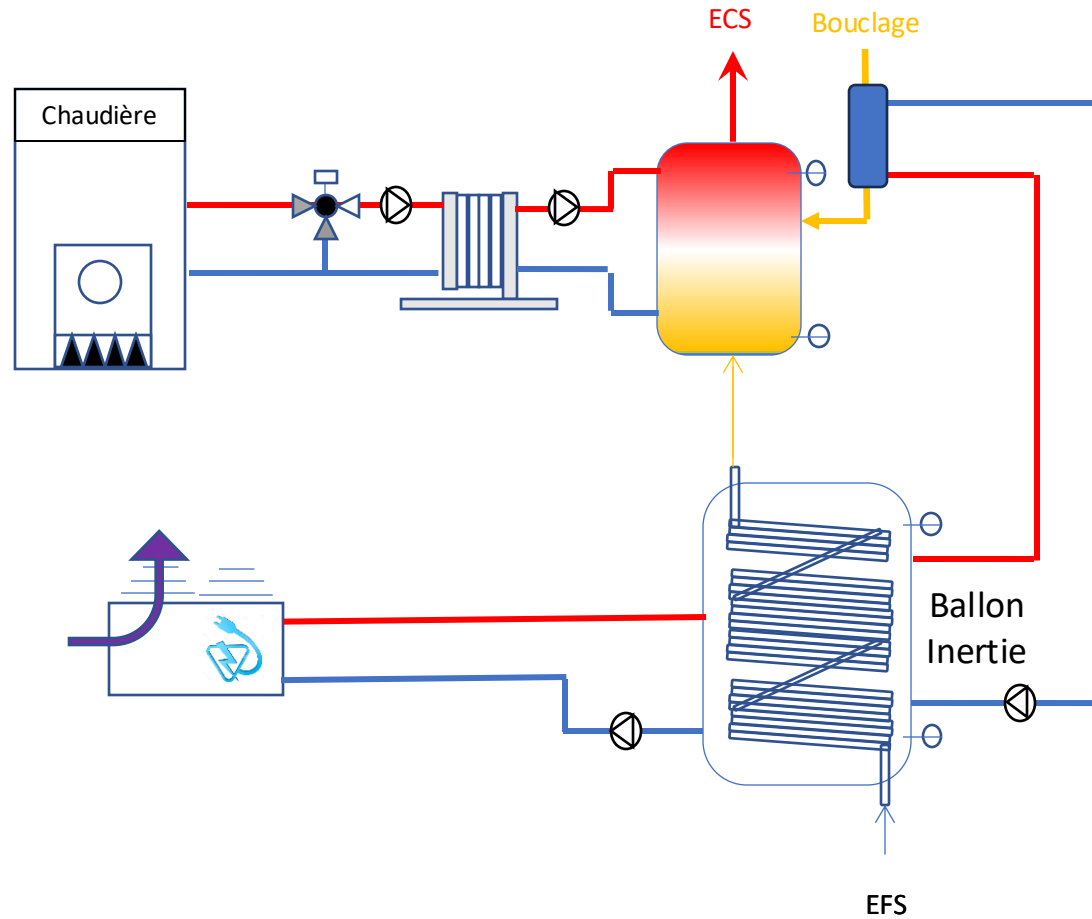


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Nécessite une PAC haute température.
- La PAC ici est mise en œuvre pour permettre en tous points du réseau de bouclage une température supérieure à 50°C et éviter les risques légionnelles (arrêté du 30/11/2005).
  - Intérêt n°1 : le débit de circulation est permanent
  - Intérêt n°2 : La PAC ne doit combattre « que » les déperditions du réseau de bouclage donc avec une réhausse de température de l'ordre de quelques degrés.
- Sur le départ ECS, une vanne 3 voies proportionnelle permet d'orienter l'eau en provenance du bouclage,
  - soit vers l'échangeur à plaques pour être réchauffée,
  - soit vers les points de puisage,
- Sur le circuit primaire, un ballon de stockage technique va permettre d'avoir un volume d'eau chaude sanitaire disponible ce qui permettra de dimensionner de manière moins importante la chaudière et de limiter ses marches-arret pour de faibles puisages.
- L'alimentation en EFS se fait en amont de l'échangeur et de la vanne 3 voies pour avoir la bonne température de puisage.

# Préchauffage ECS et PAC sur bouclage

14

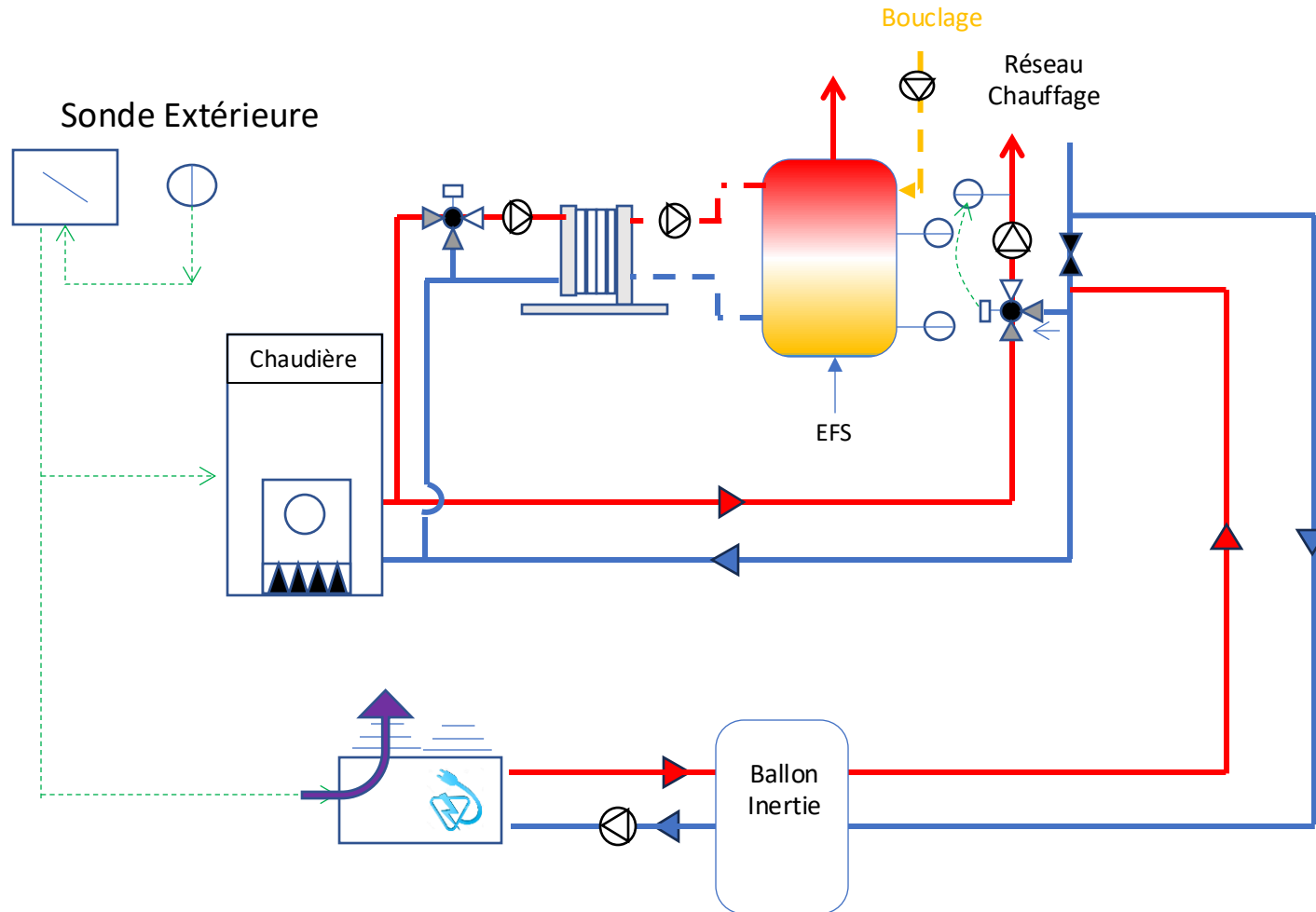


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- PAC pour assurer à la fois le préchauffage de l'eau chaude sanitaire ET la compensation des pertes de bouclage.
- Nécessite une PAC avec de bons COP sur des températures de 50 à 55°C voir 60°C par toutes températures extérieures.
- Débit de bouclage constant

# Hybridation à débit constant, un réseau de chauffage régulé

15

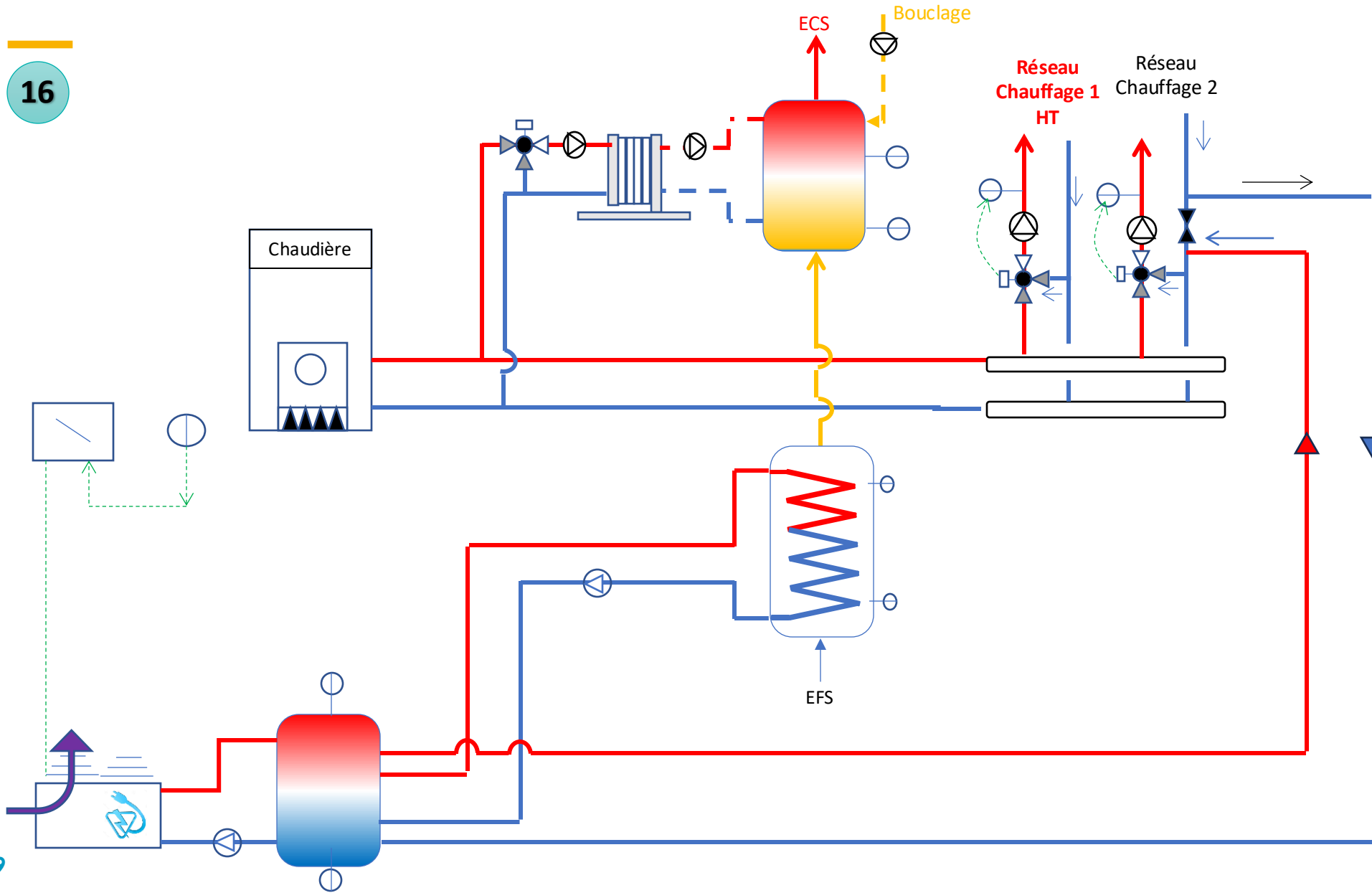


## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Ici l'hybridation est réalisée que sur le retour du circuit de chauffage en amont de la vanne 3 voies. Ainsi tout le débit de retour passe dans le ballon d'inertie.
- Le choix a été fait de ne pas hybrider l'ECS
- La PAC est raccordée sur un ballon d'inertie qui a plusieurs fonctions :
  - découpler les réseaux primaire PAC et chauffage
  - Éviter les courts cycles de la PAC.
  - Avoir une capacité tampon pour le circuit chauffage
- Une loi d'eau unique permet de fixer la température de départ en fonction de la température extérieure

# Hybridation partielle à débit constant, un réseau HT et un réseau régulé, préchauffage ECS avec ballon à serpentin

16



## Clés de compréhension du schéma ci-contre

- Hybridation seulement du réseau régulé.
- Débit constant d'hybridation (avant V3V)
- Préchauffage ECS avec ballon échangeur (simplicité)
- 2 ballons à installer en chaufferie (espace disponible)

# Conclusion : une PAC hybride s'adapte à tous types de configurations hydrauliques

- ❑ **Plus l'écart de température entre la source froide et le fluide à chauffer est important plus le COP sera affecté**
  - En ECS, la PAC pourra être raccordée pour réaliser le préchauffage de l'eau chaude sanitaire avec un COP intéressant
  - En chauffage la PAC sera raccordée sur le retour « froid » en veillant à assurer un débit minimum vers la PAC afin de bénéficier d'un fort taux de couverture et d'un meilleur COP,
- ❑ **En chauffage et ECS, le volume d'eau du ballon de la PAC doit être conséquent pour ne pas perturber son fonctionnement.**
- ❑ **Une hybridation partielle des circuits sera privilégiée dans certains cas,**
  - En chauffage, une hybridation d'une partie des circuits de chauffage puisque certains réseaux exigent une température élevée toute l'année,
  - En ECS, en fonction des technologies la PAC hybride peut également assurer le maintien en température du bouclage ECS
- ❑ **La simplicité du schéma hydraulique limitera l'investissement et les risques d'erreur au moment du montage.**
  - Le ballon avec échangeur immergé est une solution qui permet d'éviter de multiplier les circulateurs, et de simplifier la régulation,
- ❑ **Une analyse fonctionnelle devra toujours être réalisée pour adapter la régulation en balayant les différents scénarios de fonctionnement.**

To be continued

---

**Académie PAC hybride  
à venir !!!**

[cegibat@grdf.fr](mailto:cegibat@grdf.fr)