Besoin de chauffage et de climatisation dans les bâtiments

Module 2.6
Réseau primaire

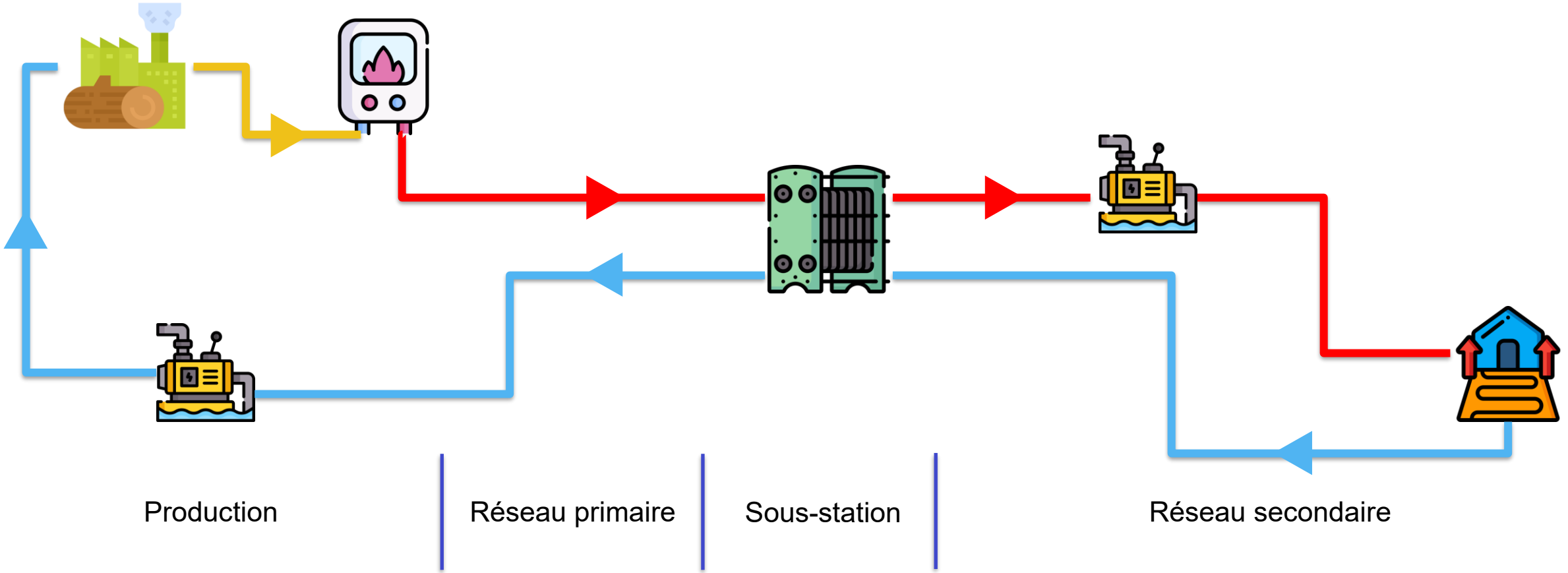
SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities
Erasmus+ KA220-HED Cooperation Partnerships in HE
Developing institution: Mines Paris – PSL
Auteur: Dr. Antoine Fabre
Date: Mars 2026
Version 1.0

SHaKE
Sharing Knowledge on Energy Communities



1. Introduction

Une fois le réseau secondaire et la sous-station conçus, il faut dimensionner le réseau primaire



2. Courbes de charges

Un réseau de chaleur est souvent implanté en milieu urbain et relié à différents types de bâtiments



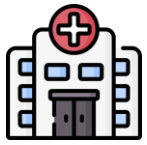
Ecoles



Bâtiments résidentiels



Bureaux



Hôpitaux

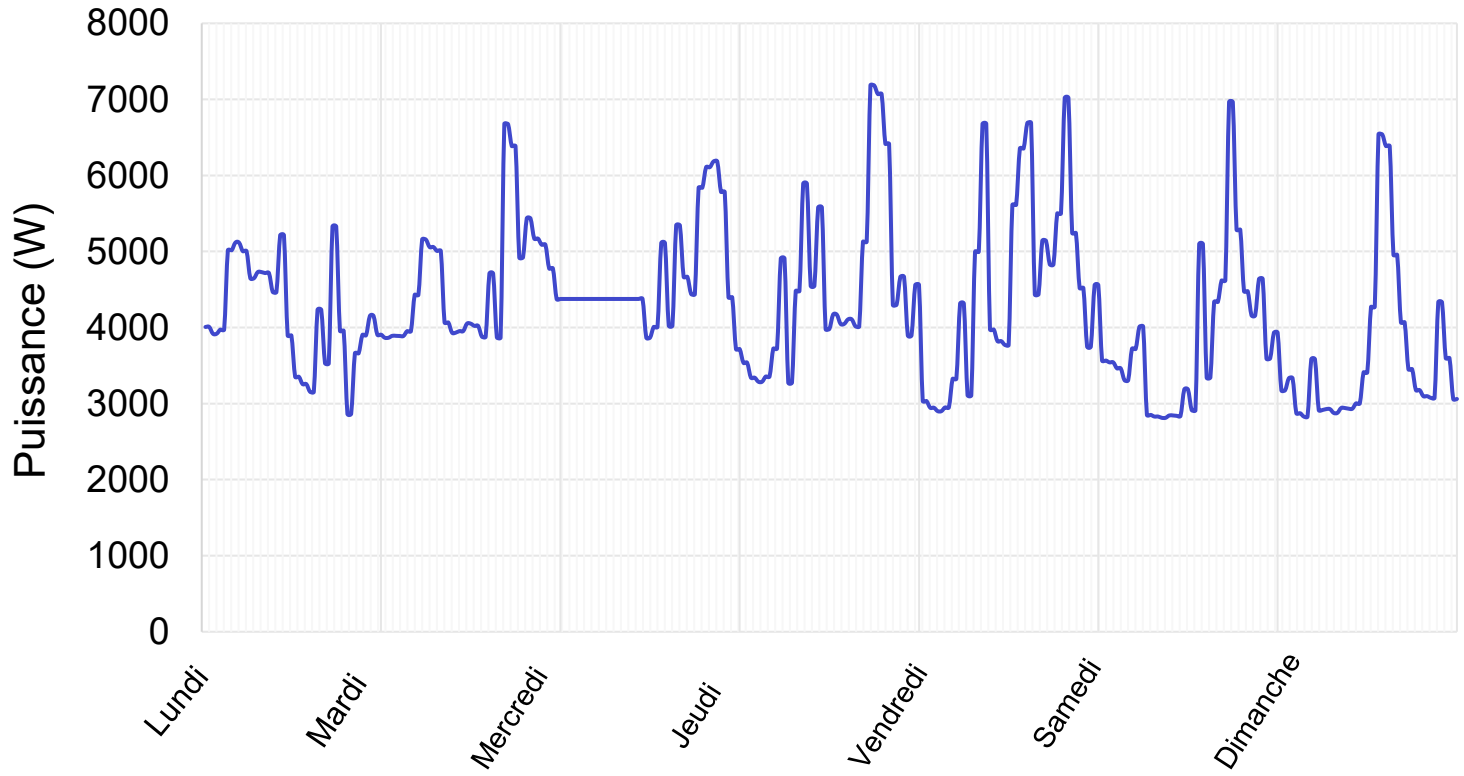


Commerces

Chaque type de bâtiment se distingue par ses horaires d'occupation, ses besoins en chauffage, etc.

2. Courbes de charges

Bâtiment résidentiel



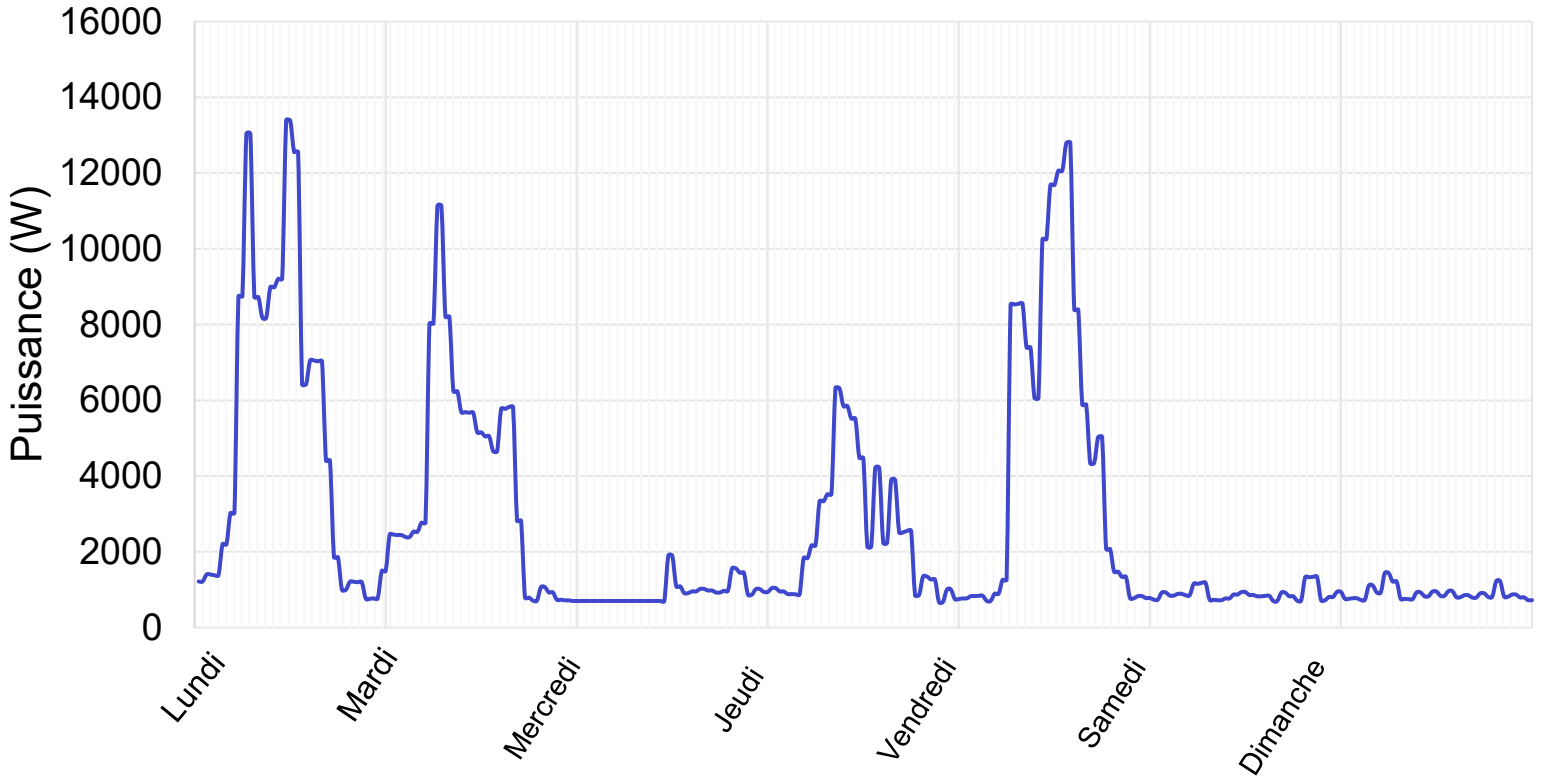
Principales caractéristiques

- Occupé tous les jours
- Consommation d'ECS non négligeable
- Pics de consommation le matin et le soir

2. Courbes de charges



Ecole



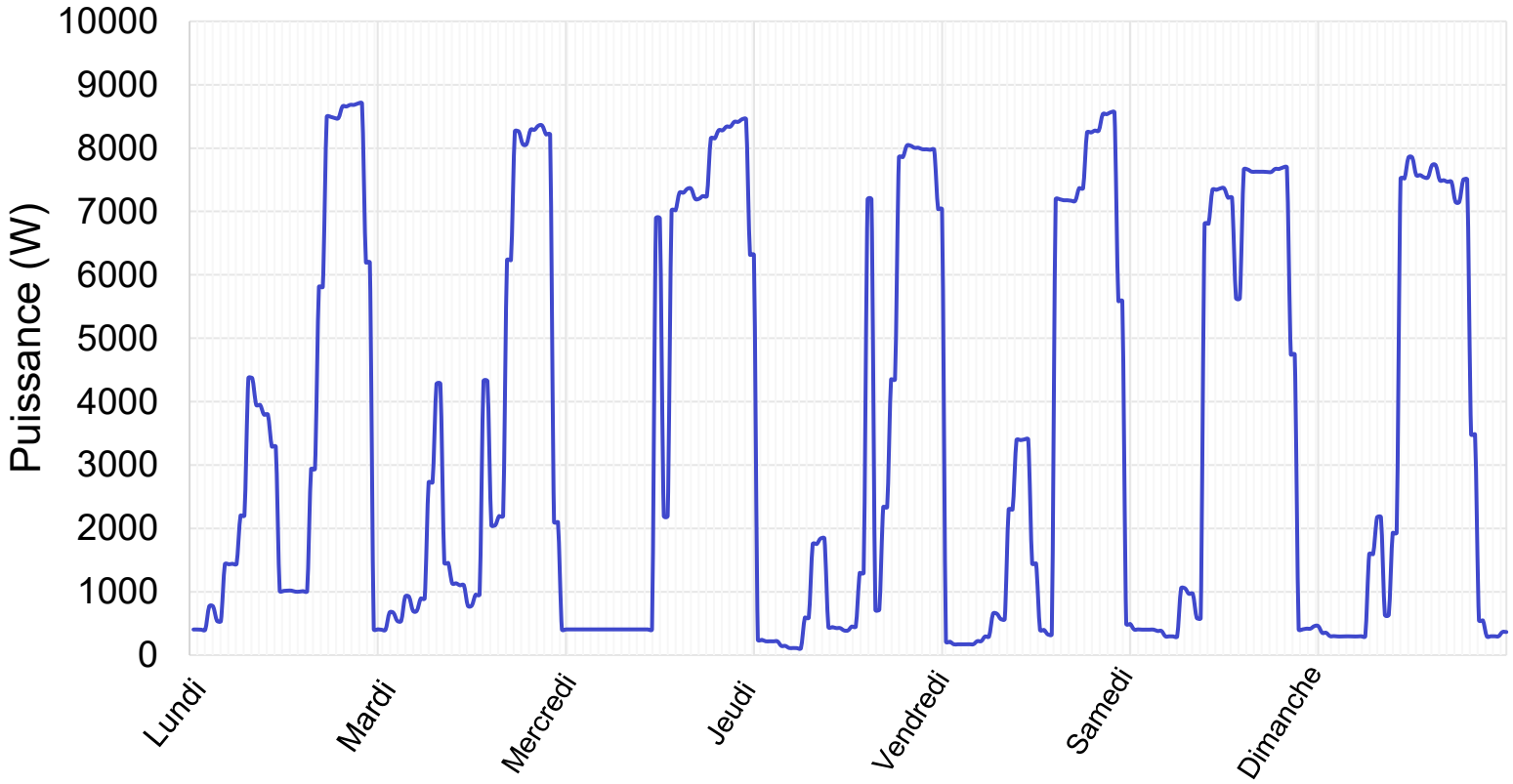
Principales caractéristiques

- Inoccupé le week-end
- Inoccupé la nuit
- Pic matinal du au ralenti de nuit

2. Courbes de charges



Gymnase

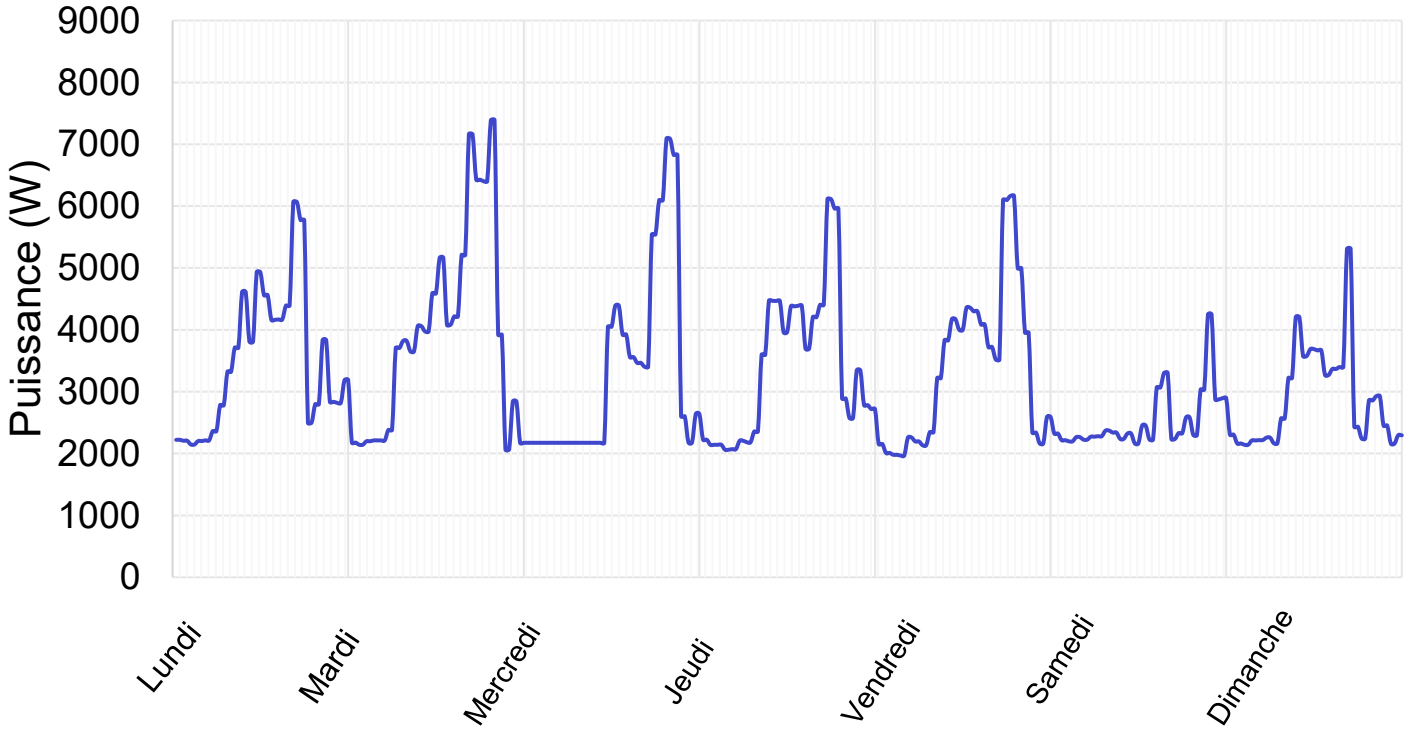


Principales caractéristiques

- Inoccupé la nuit
- Pics de consommation le matin et en début d'après-midi
- Consommation d'ECS importante

2. Courbes de charges

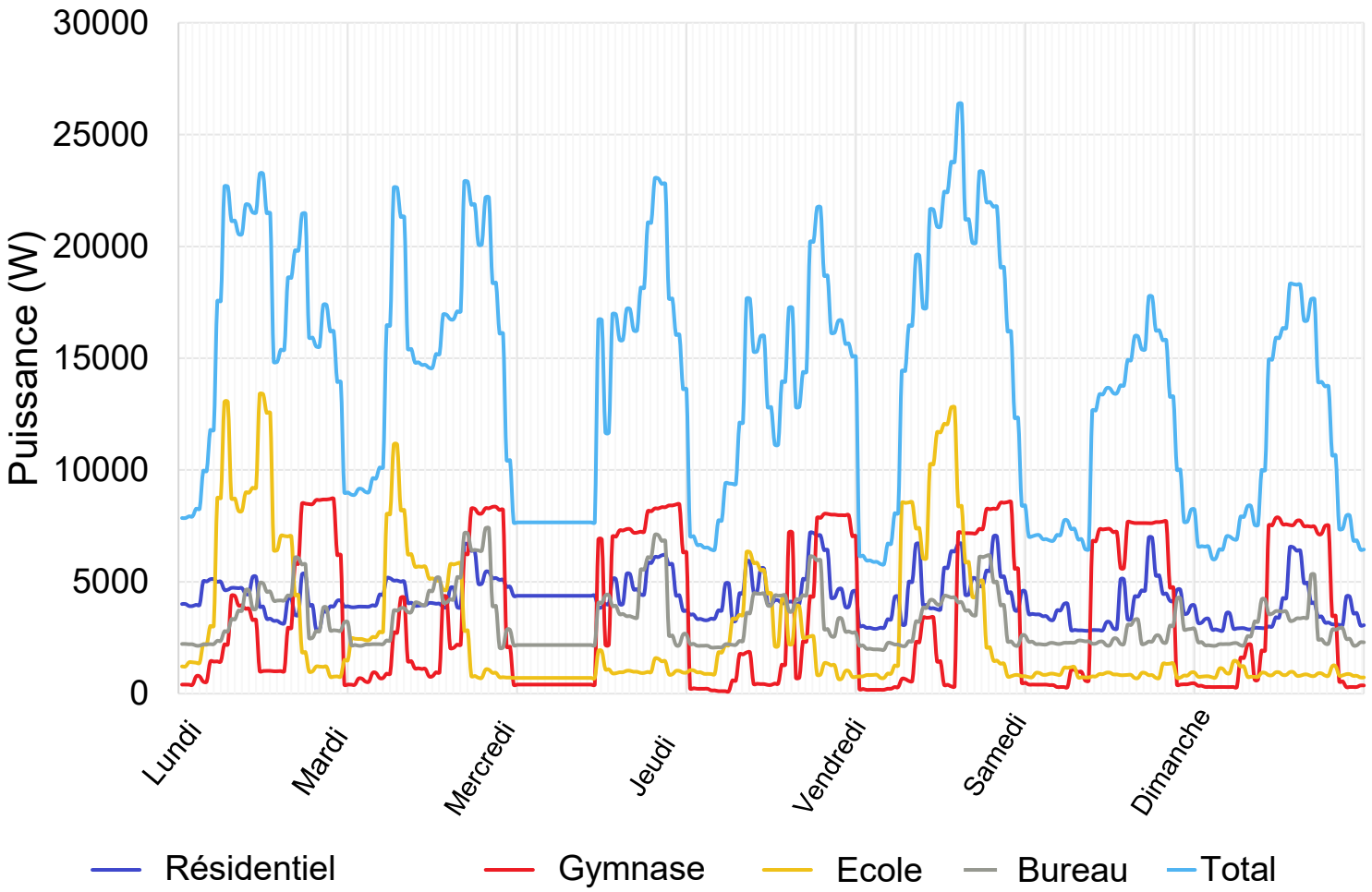
Bureau



Principales caractéristiques

- Inoccupé le week-end
- Inoccupé la nuit
- Pic matinal du au ralenti de nuit

2. Courbes de charges

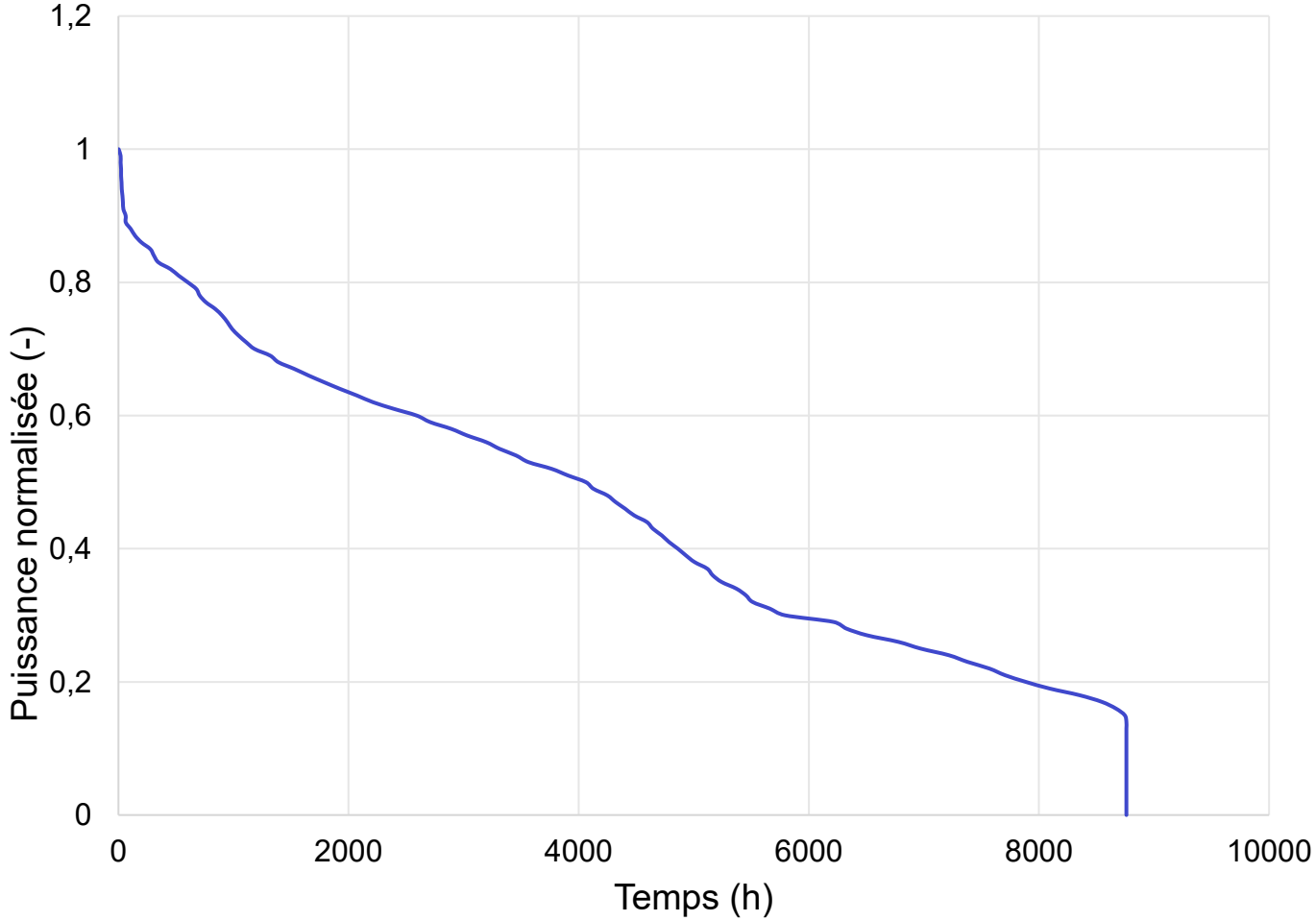


Facteur de simultanéité

$$\max P_{tot} < \sum_i \max P_i$$

$$S = \frac{\max P_{tot}}{\sum_i \max P_i}$$

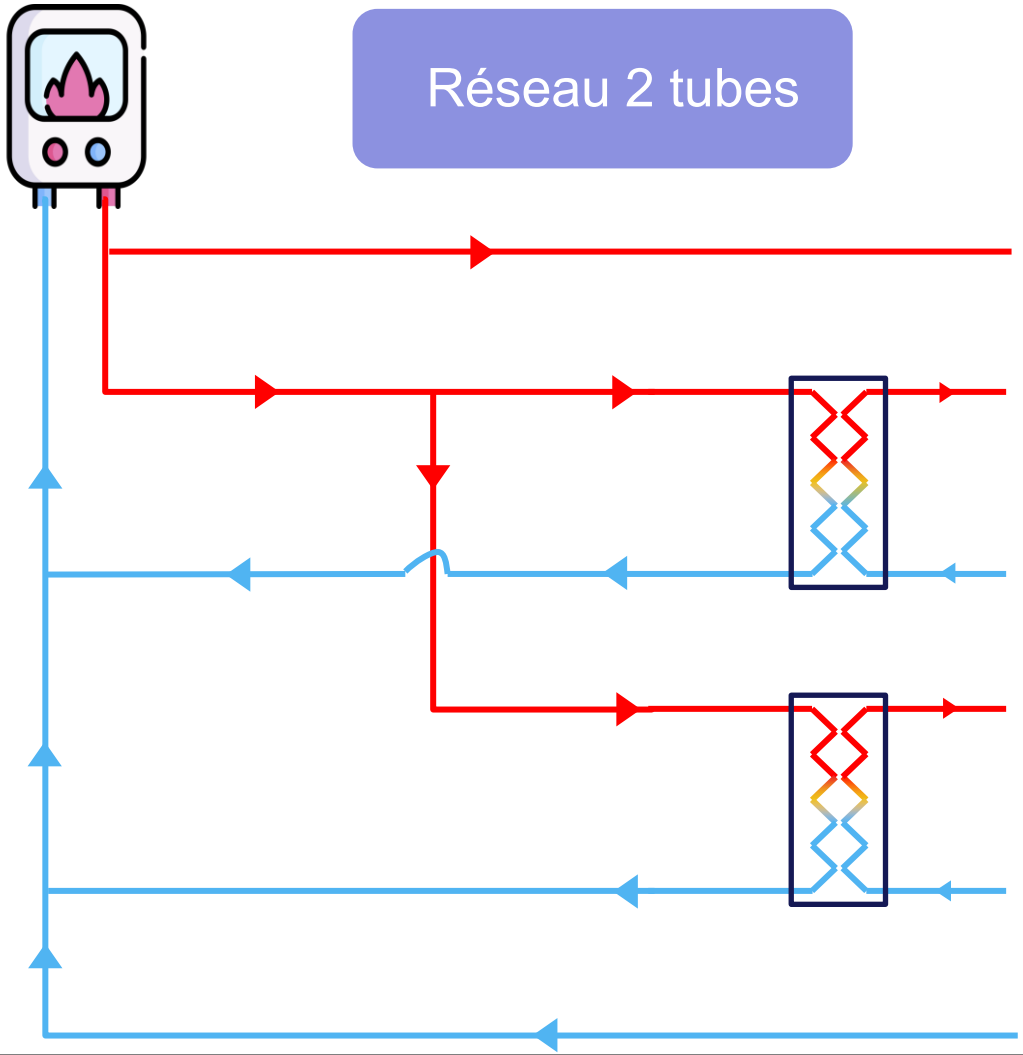
2. Courbes de charges



La courbe de charge thermique correspond au nombre d'heures de fonctionnement à une puissance supérieure ou égale à une valeur donnée.

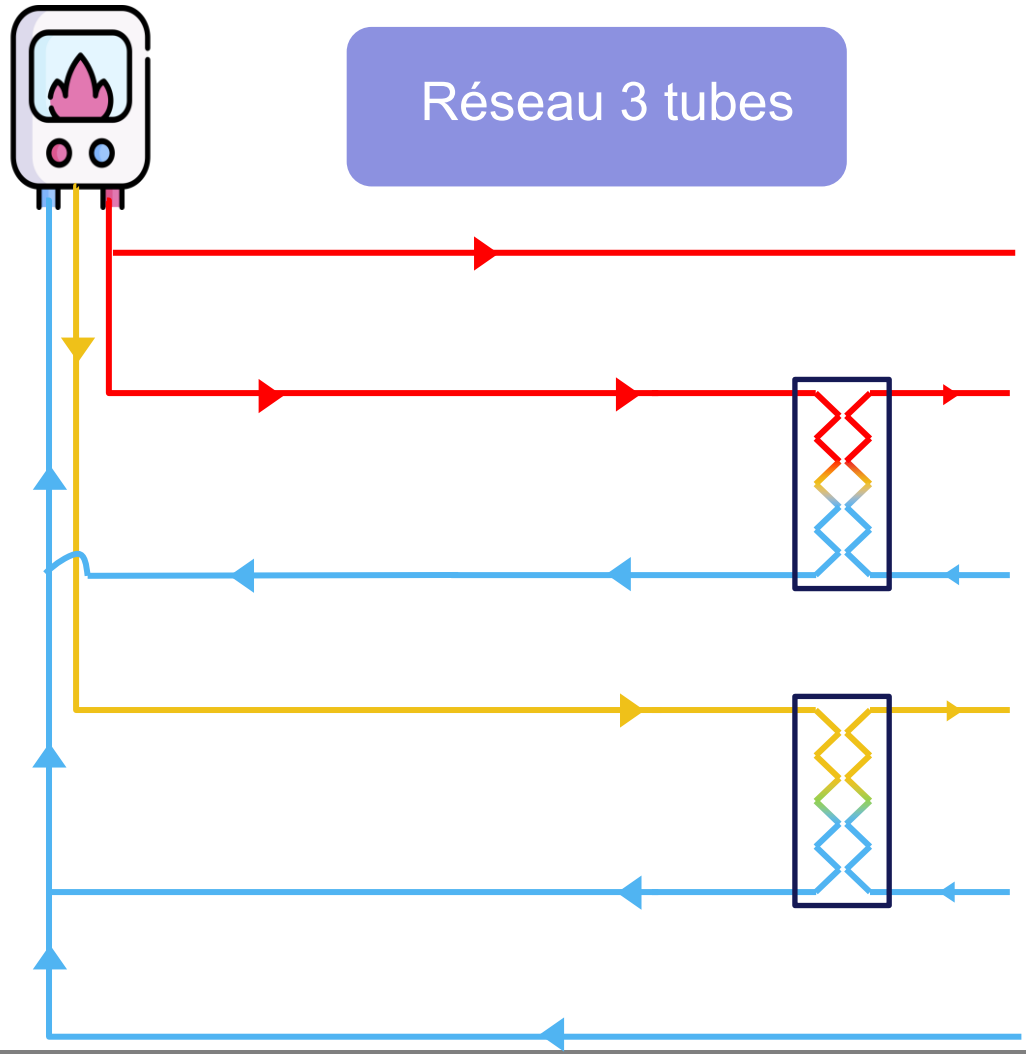
Elle peut être calculée à partir des demandes de puissance horaires mesurées.

3. Réseau primaire



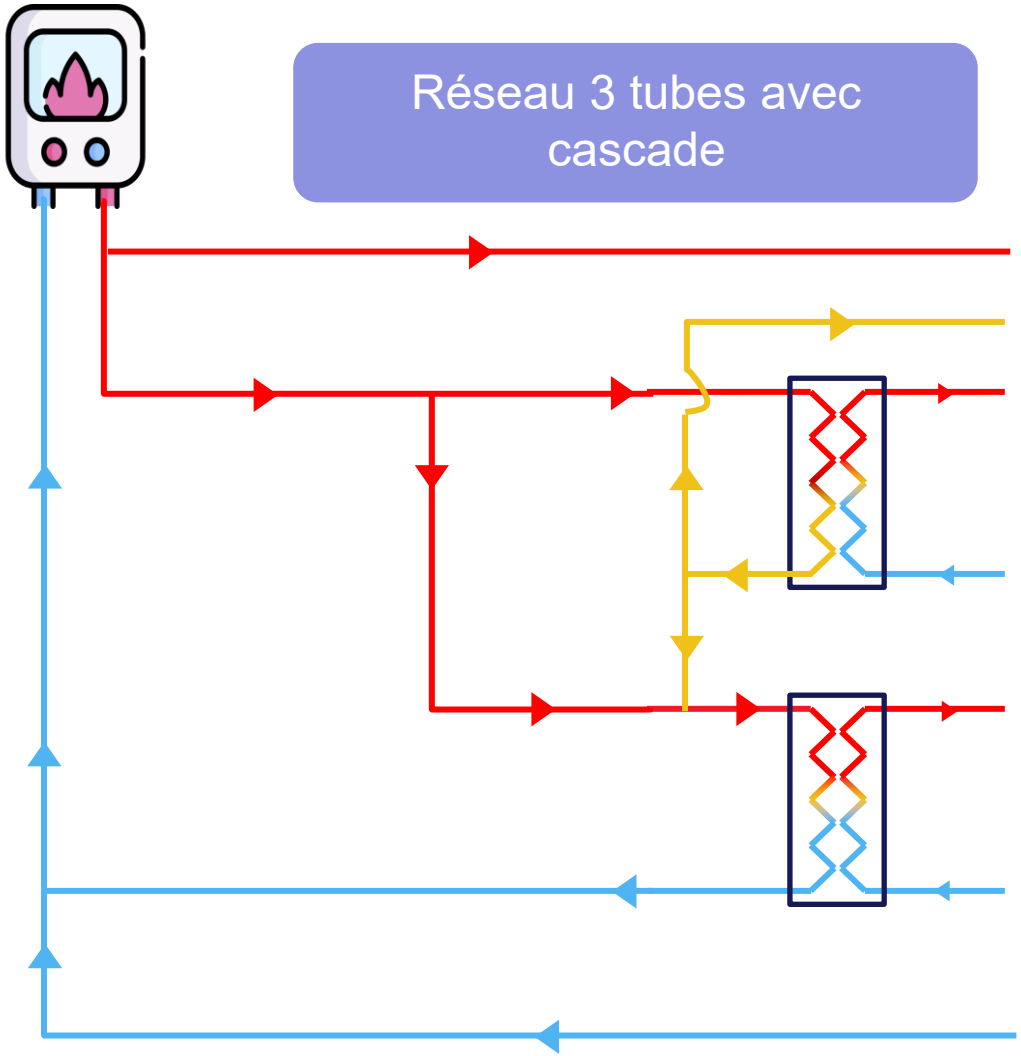
- Deux tuyaux sont installés en parallèle, l'un pour l'alimentation en eau chaude et l'autre pour le retour d'eau froide
- La configuration la plus courante, simple et économique
- La température d'alimentation est réglée de manière à atteindre la température maximale requise du côté secondaire

3. Réseau primaire



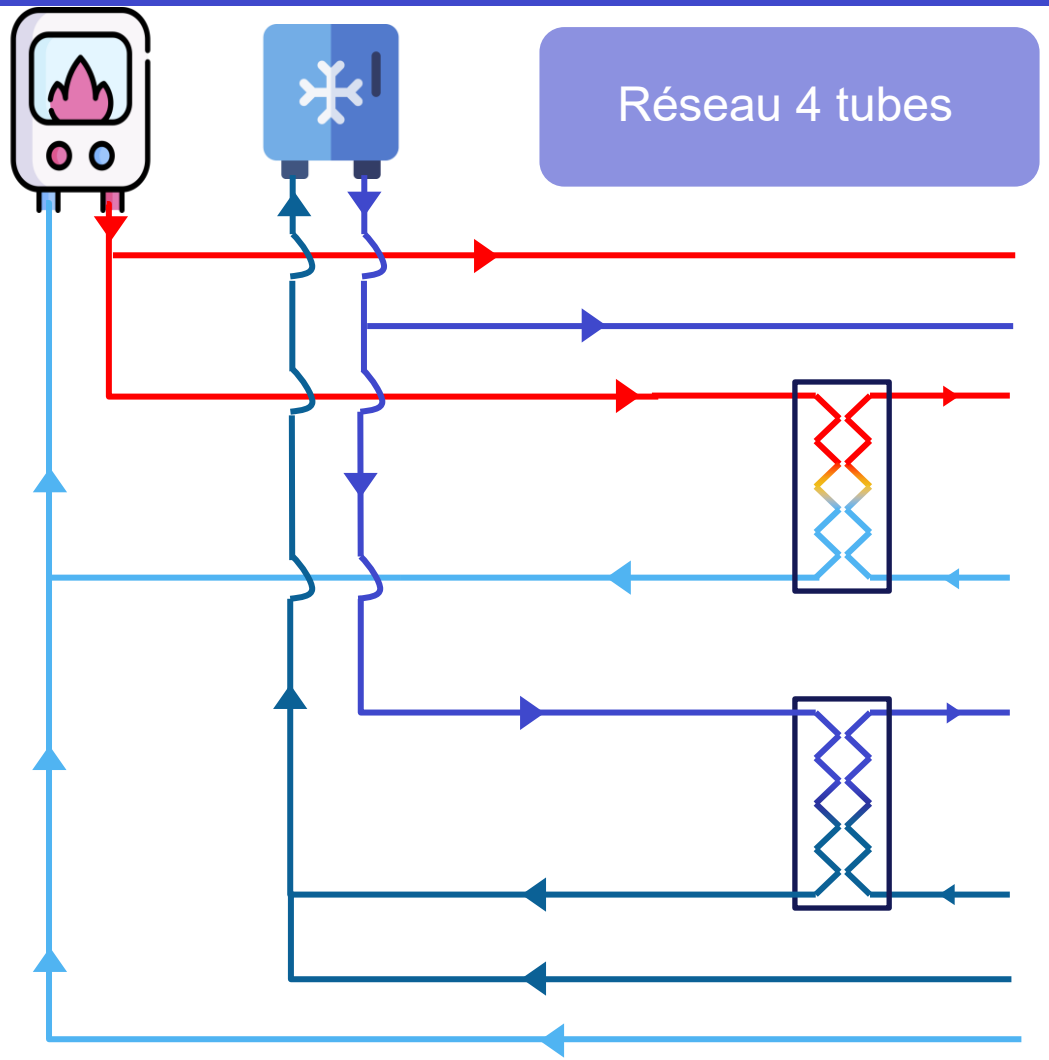
- Trois conduites sont disposées en parallèle : deux pour l'alimentation à différentes températures et une pour le retour froid.
- Coût d'installation le plus élevé.
- La température d'alimentation chaude est réglée pour atteindre la température la plus élevée requise côté secondaire.
- La température d'alimentation moyenne est réglée pour atteindre la température la plus basse requise côté secondaire (eau chaude sanitaire ou plancher chauffant).
- Les pertes thermiques sont réduites en été.

3. Réseau primaire



- Deux conduites sont installées en parallèle, l'une pour l'alimentation en eau chaude et l'autre pour le retour d'eau froide.
- La température d'alimentation est réglée de manière à atteindre la température maximale requise du côté secondaire.
- La conduite de retour provenant de la sous-station à haute température est utilisée pour alimenter les sous-stations nécessitant une température plus basse.
- Les pertes thermiques sont réduites.
- La température de retour est réduite.

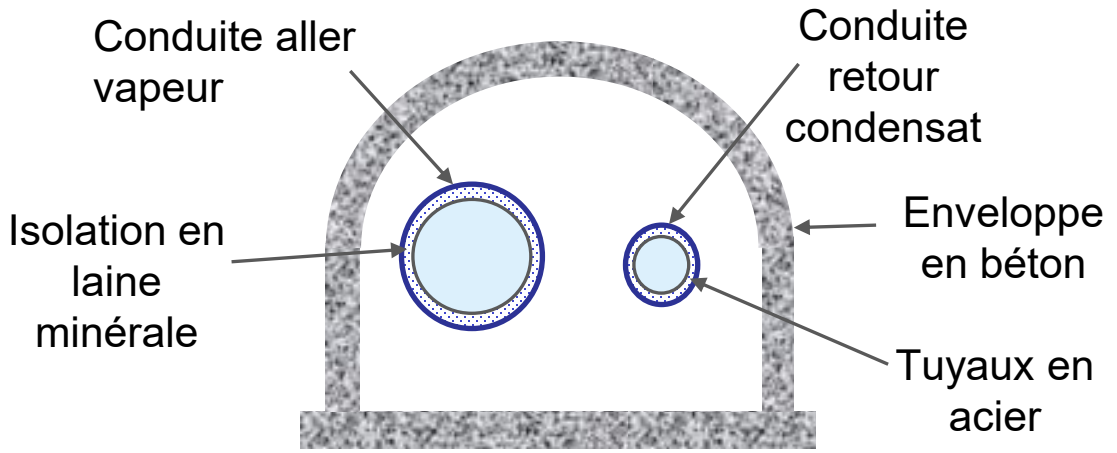
3. Réseau primaire



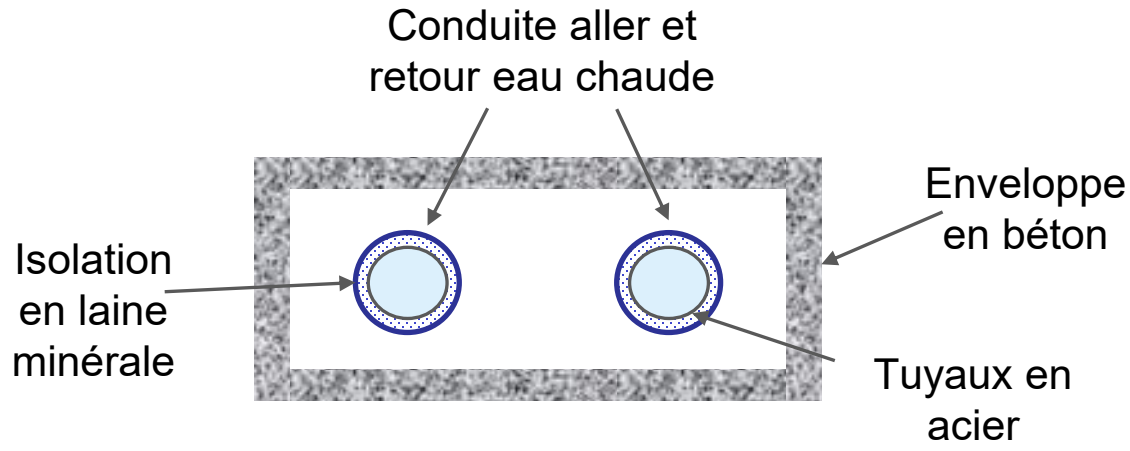
- Quatre conduites sont disposées en parallèle
- Deux pour les besoins en chauffage (départ chaud / retour froid)
- Deux pour les besoins en refroidissement (départ froid / retour chaud)
- Permet également d'assurer simultanément le refroidissement des locaux
- La température de départ est réglée de manière à atteindre la température la plus élevée ou la plus basse requise côté secondaire

3. Réseau primaire

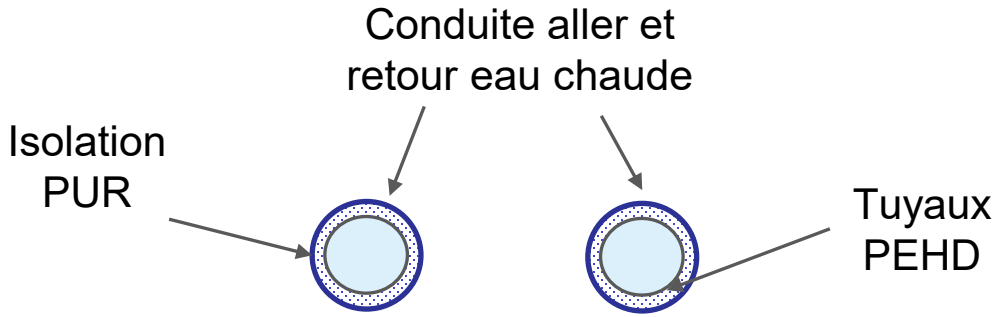
1ère génération



2éme génération

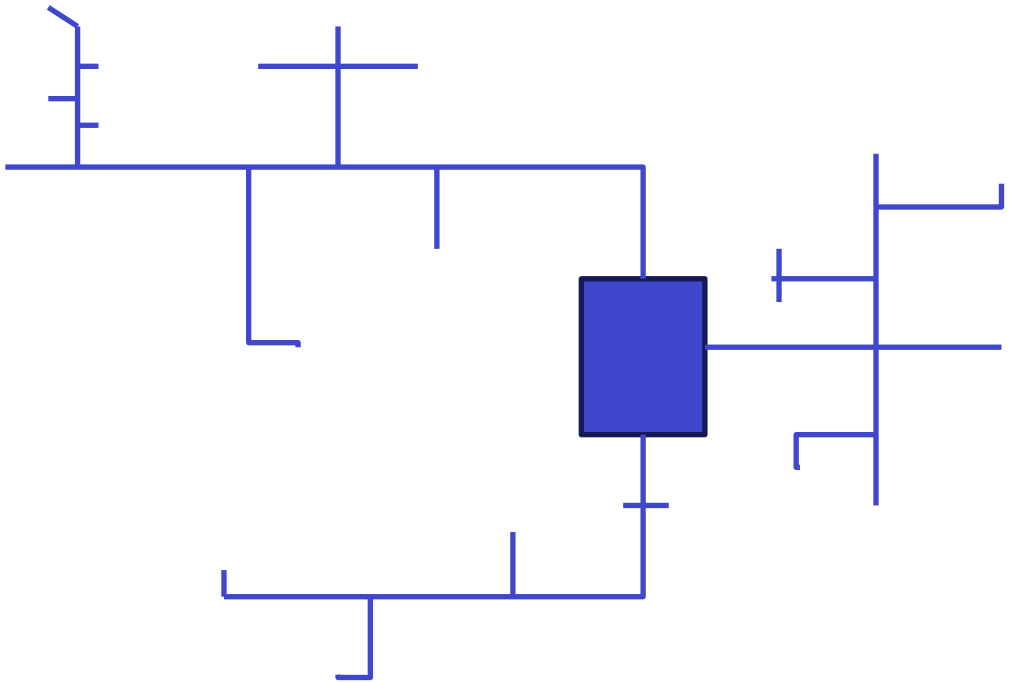


3éme génération



3. Réseau primaire

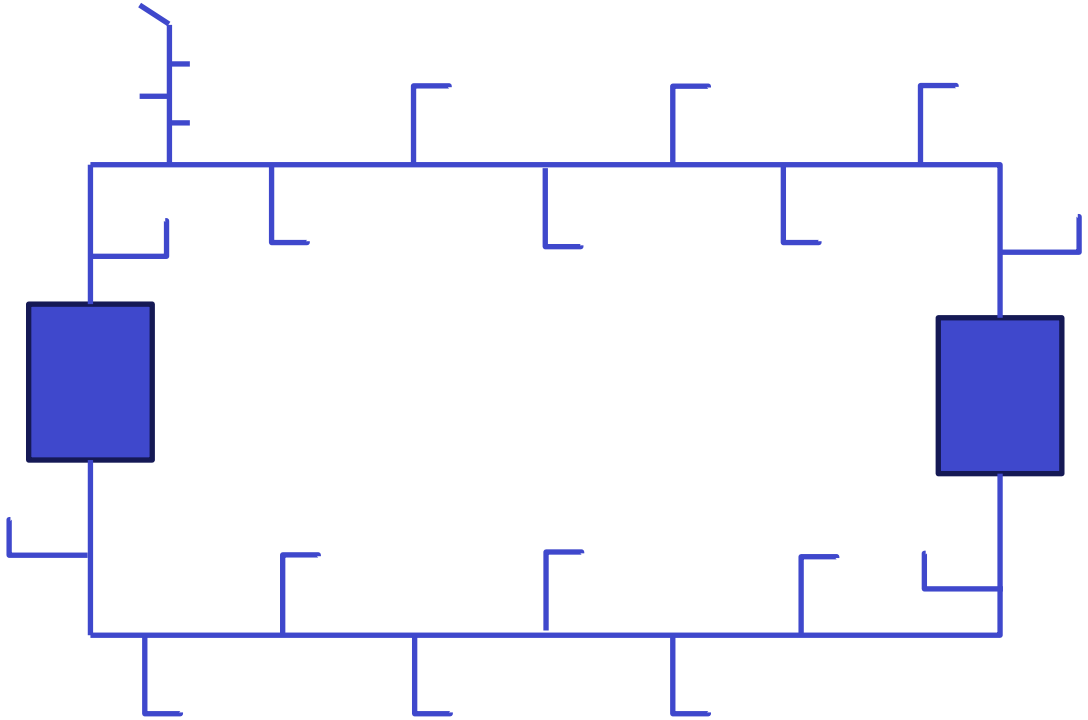
Structure de réseau radiale



- Coût d'investissement le plus faible
- Une seule centrale de production de chaleur
- Longueur de canalisations la plus courte
- La configuration la plus courante
- Ne convient pas aux réseaux étendus (pertes de chaleur)

3. Réseau primaire

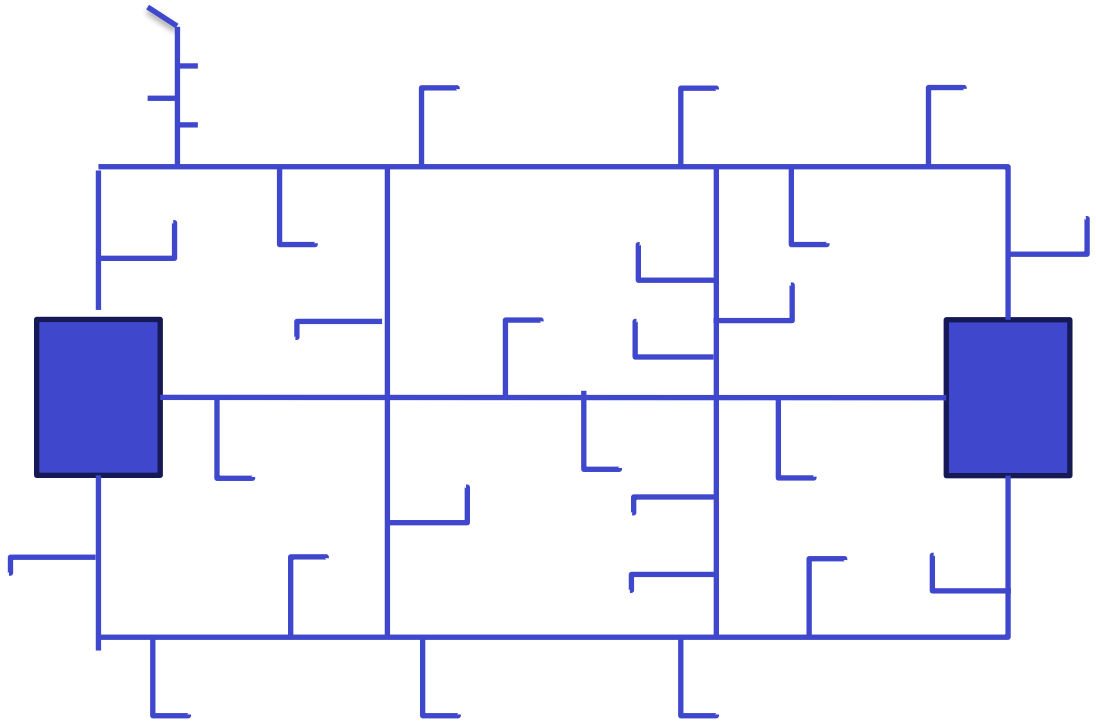
Structure de réseau en boucle



- Réseau plus couteux qu’un réseau radial
- Plusieurs centrales de production de chaleur
- Meilleure sécurité d’approvisionnement

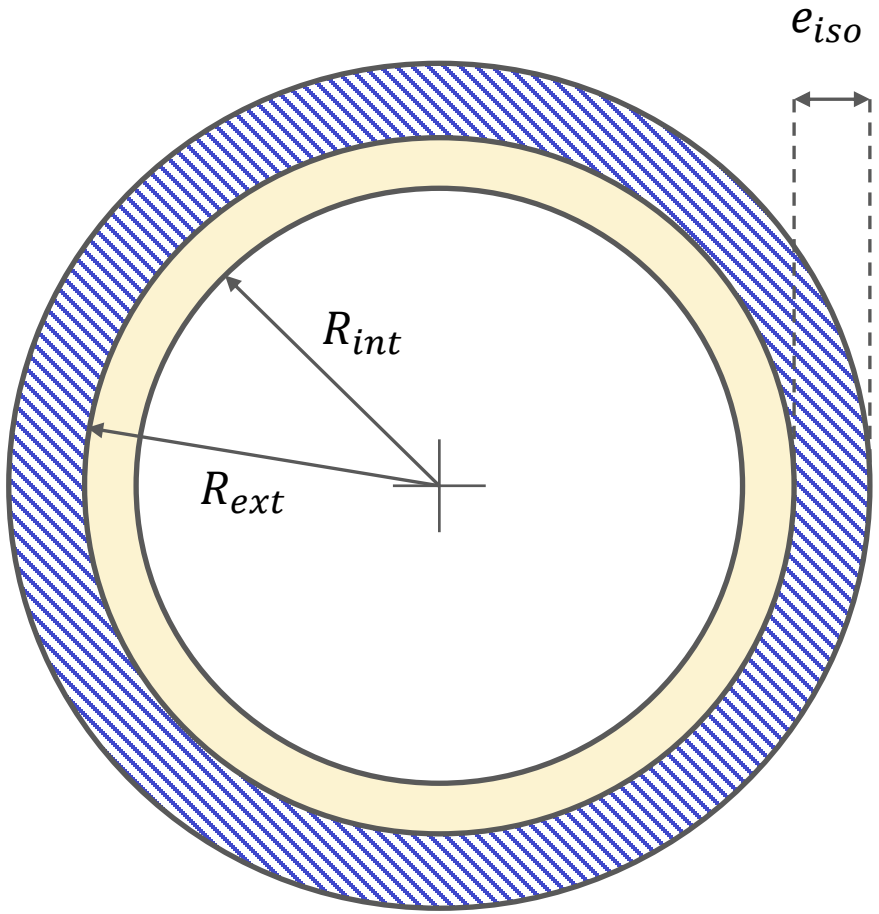
3. Réseau primaire

Structure de réseau maillé



- Réseau plus couteux que le réseau radial
- Plusieurs centrales de production de chaleur
- Meilleure sécurité d'approvisionnement
- Difficile à exploiter
- Principalement utilisé dans les villes très denses (Paris, Stockholm, Copenhague, Berlin, …)

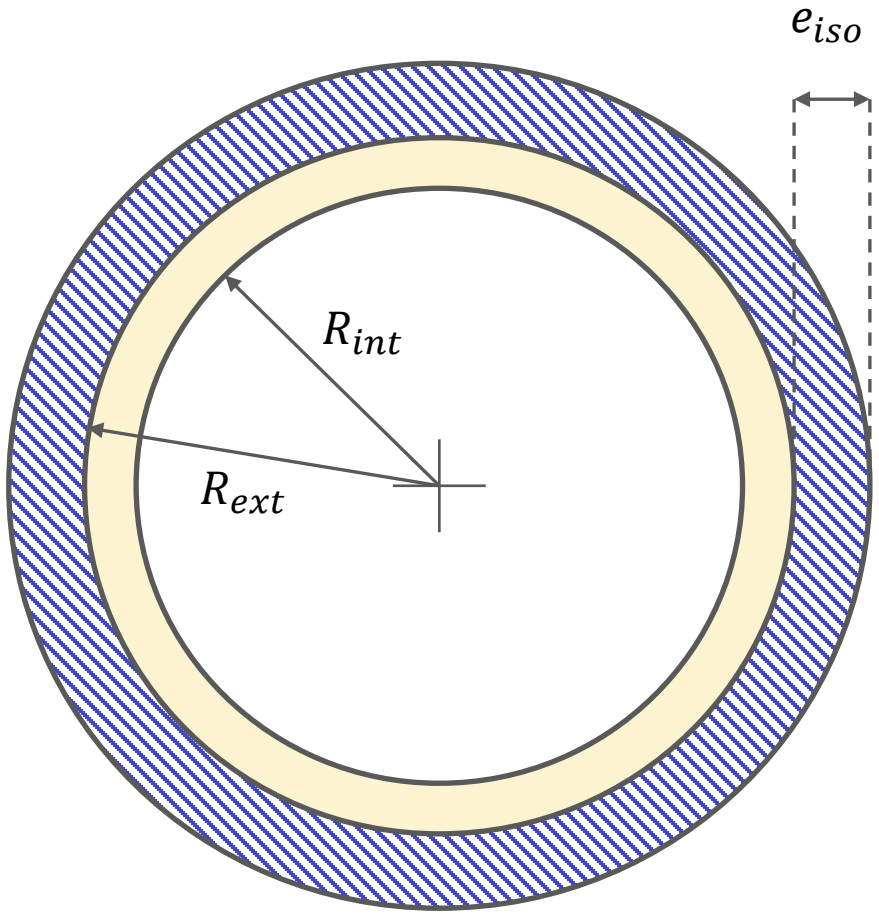
3. Réseau primaire



La conception d'une conduite de distribution consiste à :

- Calculer le diamètre de la conduite
- Calculer l'épaisseur de l'isolation
- Calculer les pertes de charge

3. Réseau primaire



La conception d'une conduite de distribution consiste à :

- Calculer le diamètre de la conduite

Pour limiter le bruit et les vibrations, la vitesse de l'eau doit être limitée à $v = 1m/s$

Pour limiter les pertes de charge linéaires $\Delta p = 100\ pa/m$

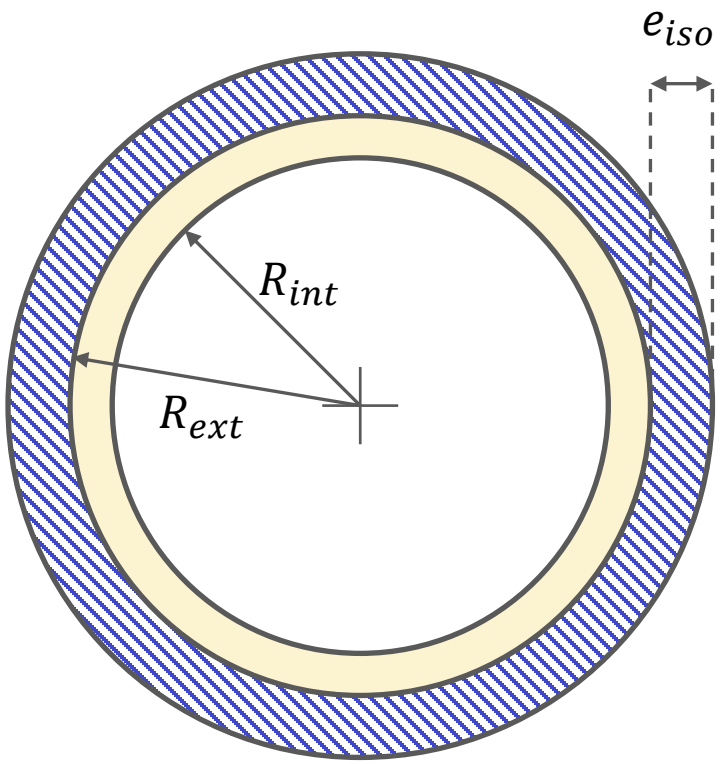
$$\dot{m}_w = \rho\, v\, S = \rho\, v\, \frac{\pi\, D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4\, \dot{m}_w}{\pi\, \rho\, v}}$$

$$\Delta p = \Lambda\, \rho\, \frac{v^2}{2} = \frac{8\, \Lambda}{\rho \pi^2}\, \frac{\dot{m}_w^2}{D^4}$$

$$\Lambda = \frac{64}{Re}\ \ if\ Re < 2300$$

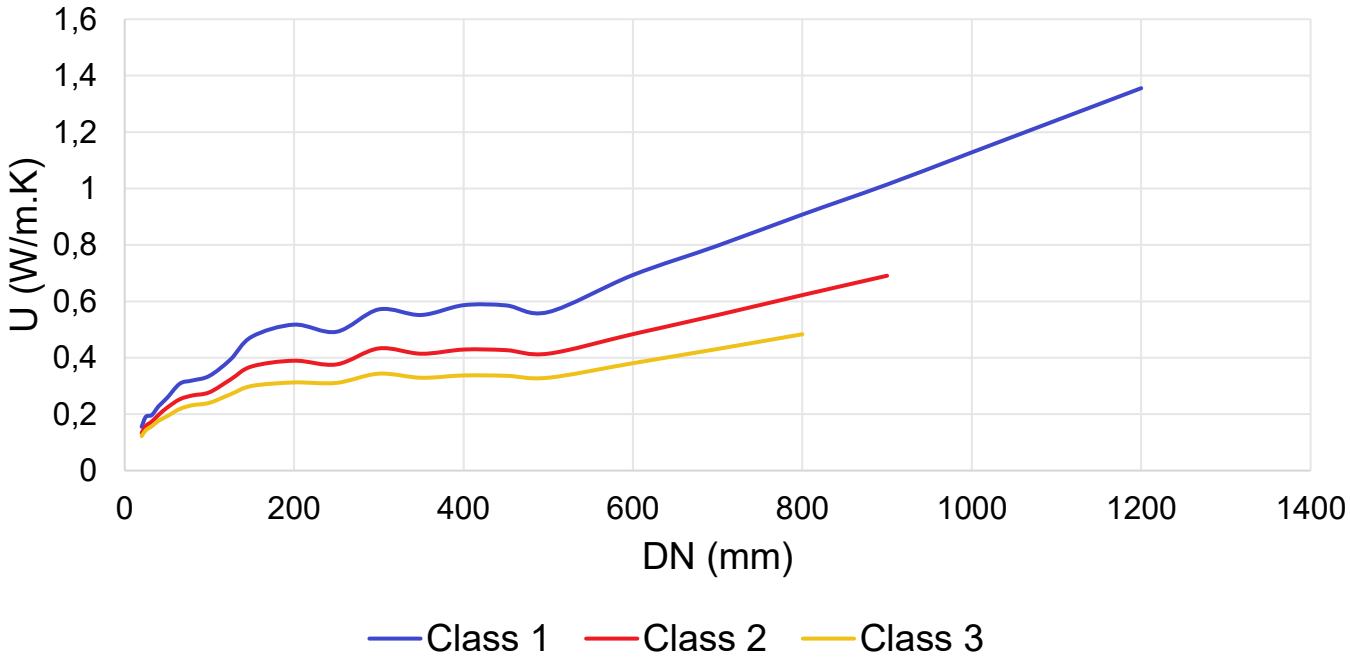
3. Réseau primaire



$$\frac{1}{U_l} = \frac{\ln\left(\frac{e_{iso} + R_{ext}}{R_{ext}}\right)}{2\pi\,\lambda}$$

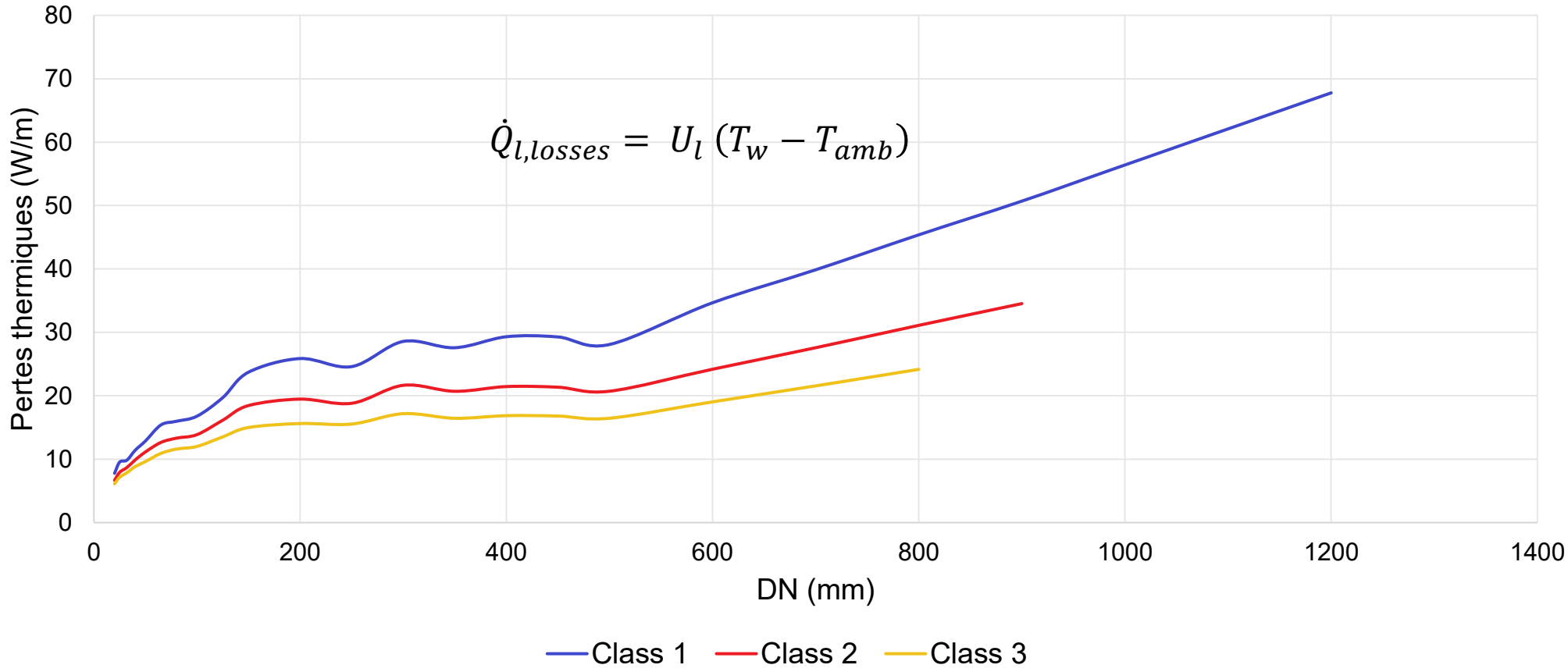
La conception d'une conduite de distribution consiste à :

- Calculer le diamètre de la conduite
- Calculer l'épaisseur de l'isolation

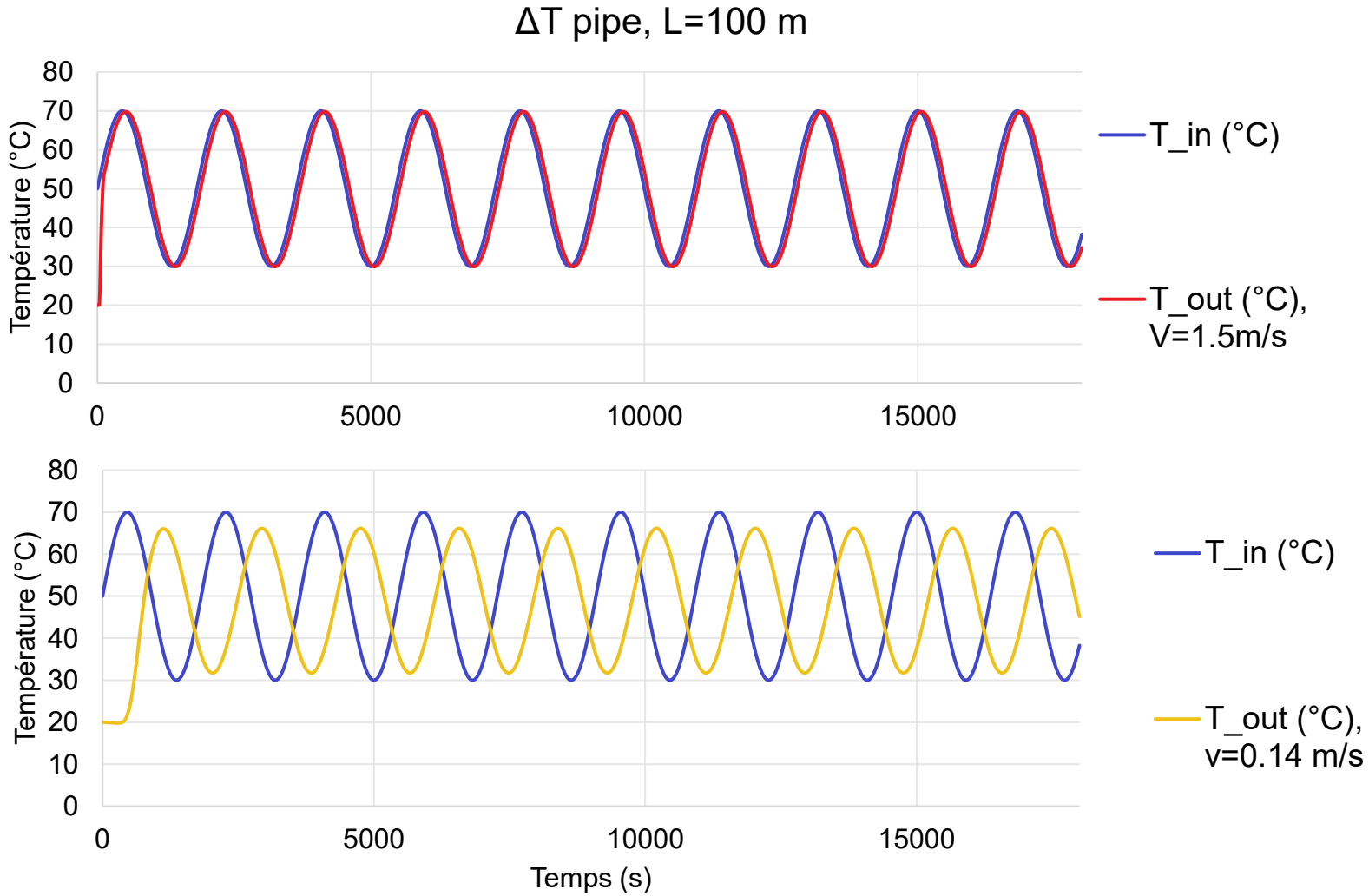


3. Réseau primaire

Réduction relative des pertes thermiques linéaires pour $\lambda_{iso} = 0{,}03 \frac{W}{k}.m$ $T_w = 60°C$ et $T_{amb} = 10°C$

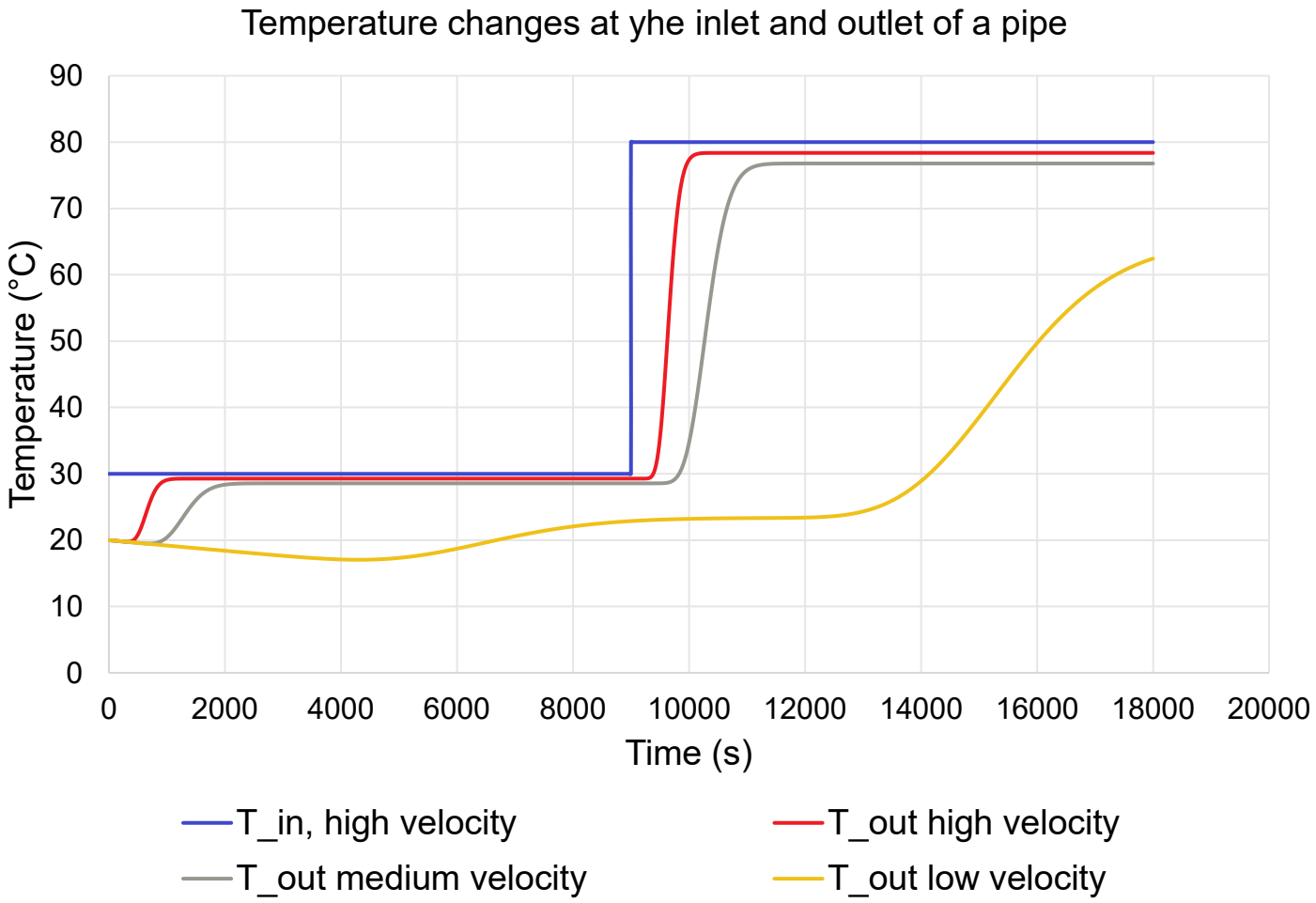


3. Réseau primaire



- Pertes thermiques
- Délai en fonction de la vitesse de l'eau dans la canalisation
- Plus la puissance requise est faible, plus le délai sera important

3. Réseau primaire



- Pertes thermiques
- Délai en fonction de la vitesse de l'eau dans la canalisation
- Plus la puissance requise est faible, plus le délai sera important

Merci !

Module 2.6 – Réseau primaire

SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities

https://www.shakeproject-dhc.eu/

Développé par Mines Paris – PSL
Antoine Fabre | antoine.fabre@minesparis.psl.eu
Pascal Stabat | pascal.stabat@minesparis.psl.eu



Co-funded by
the European Union