Formation Bâtiment Durable

Energies Renouvelables

Printemps 2023

Réseau de chaleur

Le partage d'énergie thermique et exploitation

Ismaël DAOUD

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

watt matters.

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Cerner l'intérêt d'opter (ou non) pour un réseau de chaleur
  - Typologie, avantages/inconvénients
  - Faisabilité technique et financière
- Comprendre que le réseau de chaleur est un « accélérateur » de la transition énergétique
  - Rassemblement d'un « grand » nombre d'utilisateurs (partage ?)
  - Résilience des moyens de production
- Découvrir les différents technologies applicables dans une chaufferie d'un réseau de chaleur
  - Points d'attention, exemple avec Tivoli Green City

- Les objectifs de cette présentation ne sont pas… :
  Pouvoir concevoir, réaliser, exploiter, entretenir un réseau de chaleur

TABLE DES MATIÈRES

LE RÉSEAU DE CHALEUR

- **Contexte**
- **Typologie**
- **Avantages**
- **Inconvénients**

CONFIGURATIONS FAVORABLES

- Faisabilité technique
- Faisabilité économique

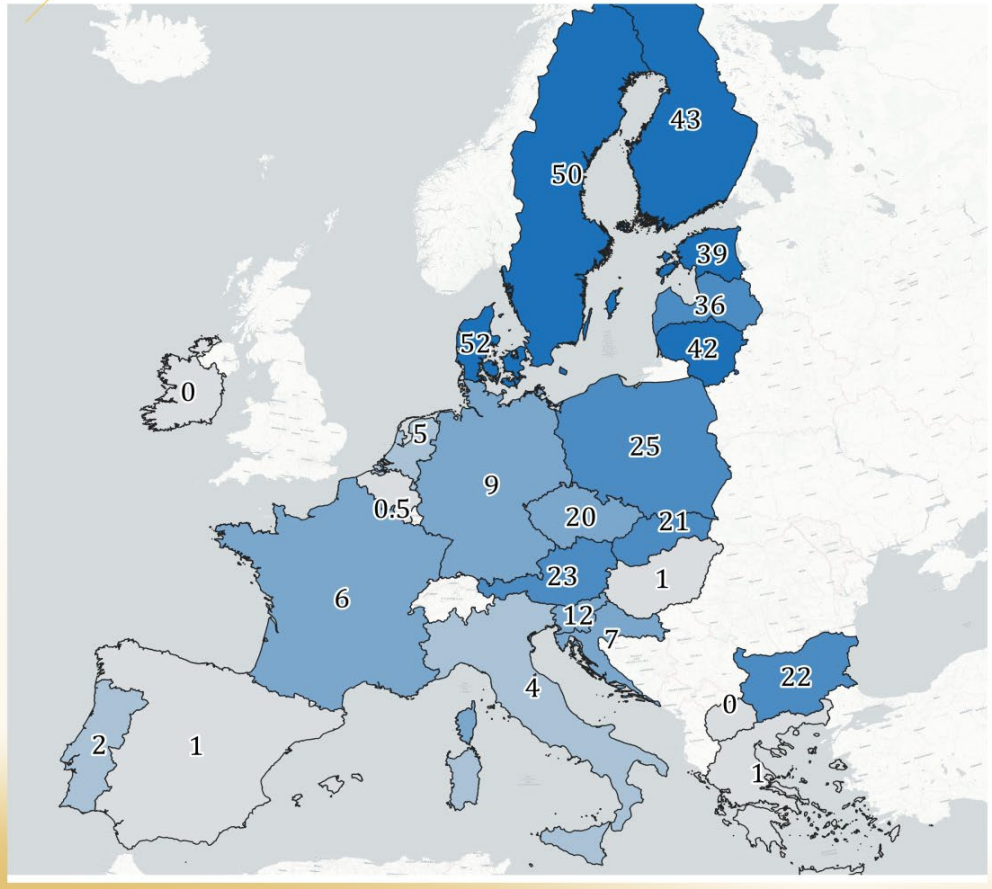
TECHNOLOGIES UTILES

- Tour d'horizon des technologies
- Exemple : Tivoli Green City

4 LE RÉSEAU DE CHALEUR

Succès du réseau de chaleur à travers l'Europe

ENERGYCITIES



CHIFFRES-CLÉS :

- 12% en 2020
- 50% d'ici 2050
- ±70% gaz et charbon

3 GROUPES :

- Scandinavie & Pays Baltes
- Europe de l'Est
- Europe de l'Ouest et du Sud

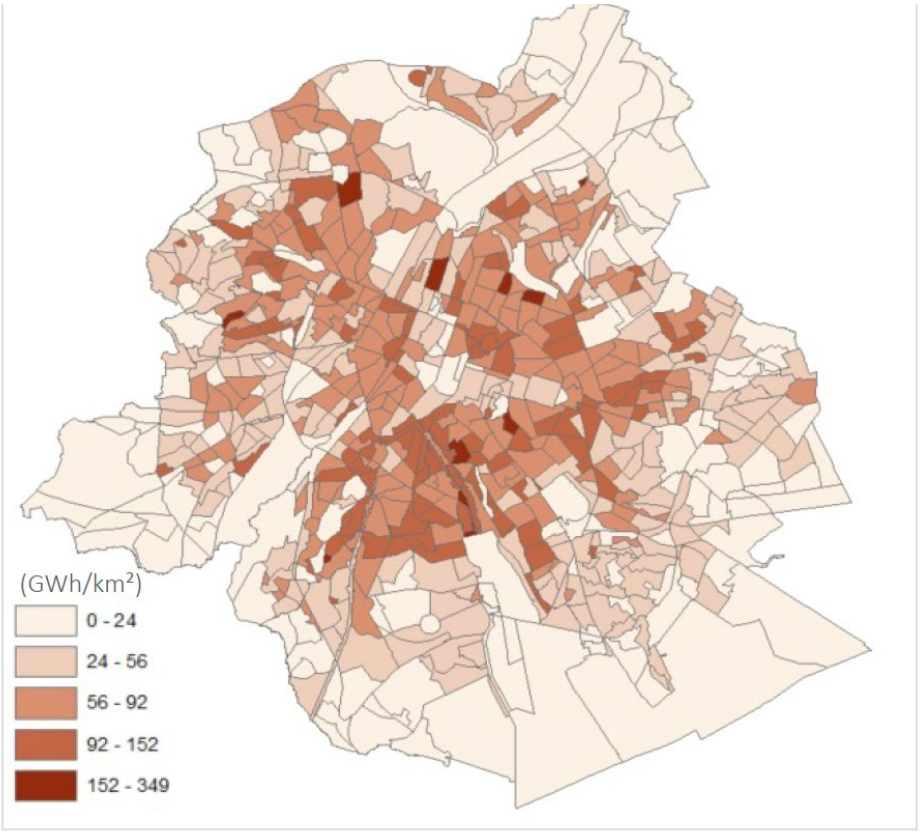
21 mars 2022 #7

Source : RES DHC Project – Euroheat & Power

5 LE RÉSEAU DE CHALEUR

Densité de la demande de chaleur en Région bruxelloise

Résidentiel – Densité énergétique de demande en chaleur



Tertiaire et industriel – Densité énergétique de chaleur

Source : ICEDD, étude pour Bruxelles-Environnement

LE RÉSEAU DE CHALEUR

Contexte politique à Bruxelles

- Une nouvelle ordonnance « thermique » ou réseau de chaleur
  - Transposition d'une directive européenne (reconnaît le rôle prépondérant de l'énergie thermique + informations relatives à la facturation)
  - 1ère étape réglementaire sur la chaleur (l'électricité et le gaz étaient déjà bien réglementées)
  - Encadrer les tâches et obligations des acteurs (protection consommateur)

- Les lignes directrices de la nouvelle ordonnance « thermique »
  - Laisser le marché opérer – liberté d'innovation
  - Ne pas déstabiliser les micro-réseaux existants
  - Pas d'obligation contraignante sur la part du renouvelable : mécanisme de garantie d'origine & mise en place d'un soutien financier
  - Protection des données personnelles
  - Protection des consommateurs (pas de coupure en hiver càd 1er octobre au 31 mars si impayés)

- La révision de l'ordonnance gaz pour intégrer le biogaz

LE RÉSEAU DE CHALEUR

Typologie

- Unité de production de chaleur
- Le réseau primaire
- Les sous-stations
- Le réseau secondaire

- https://www.youtube.com/embed/3mzJ4z739_Y

LE RÉSEAU DE CHALEUR

Typologie

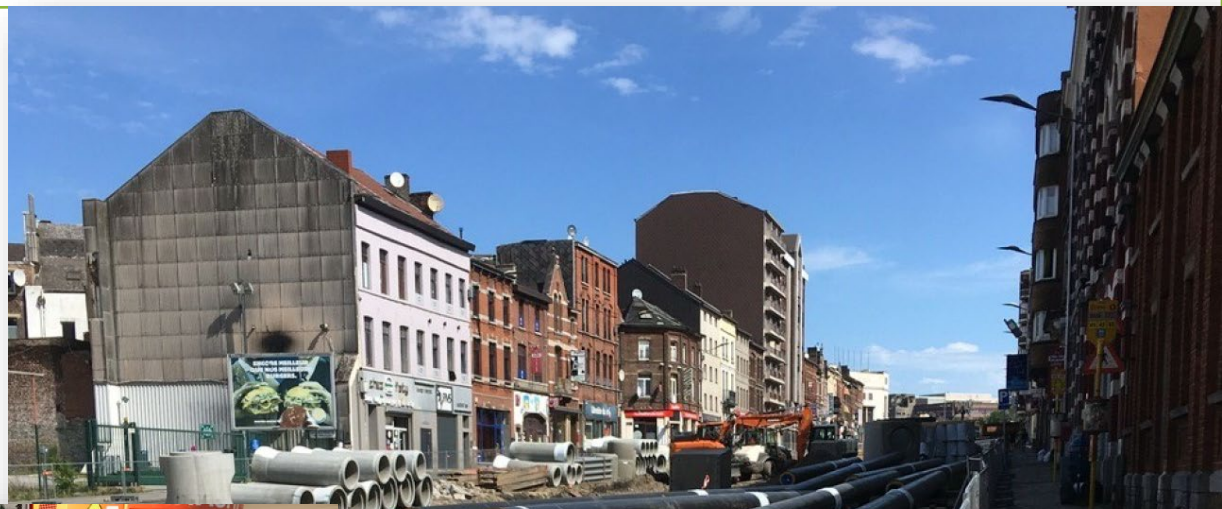
- Unité de production de chaleur

Source : Watt Matters, chaudières gaz Tivoli Green City

LE RÉSEAU DE CHALEUR

Typologie

- Le réseau primaire



Source : Luminus, réseau de chaleur de Gand

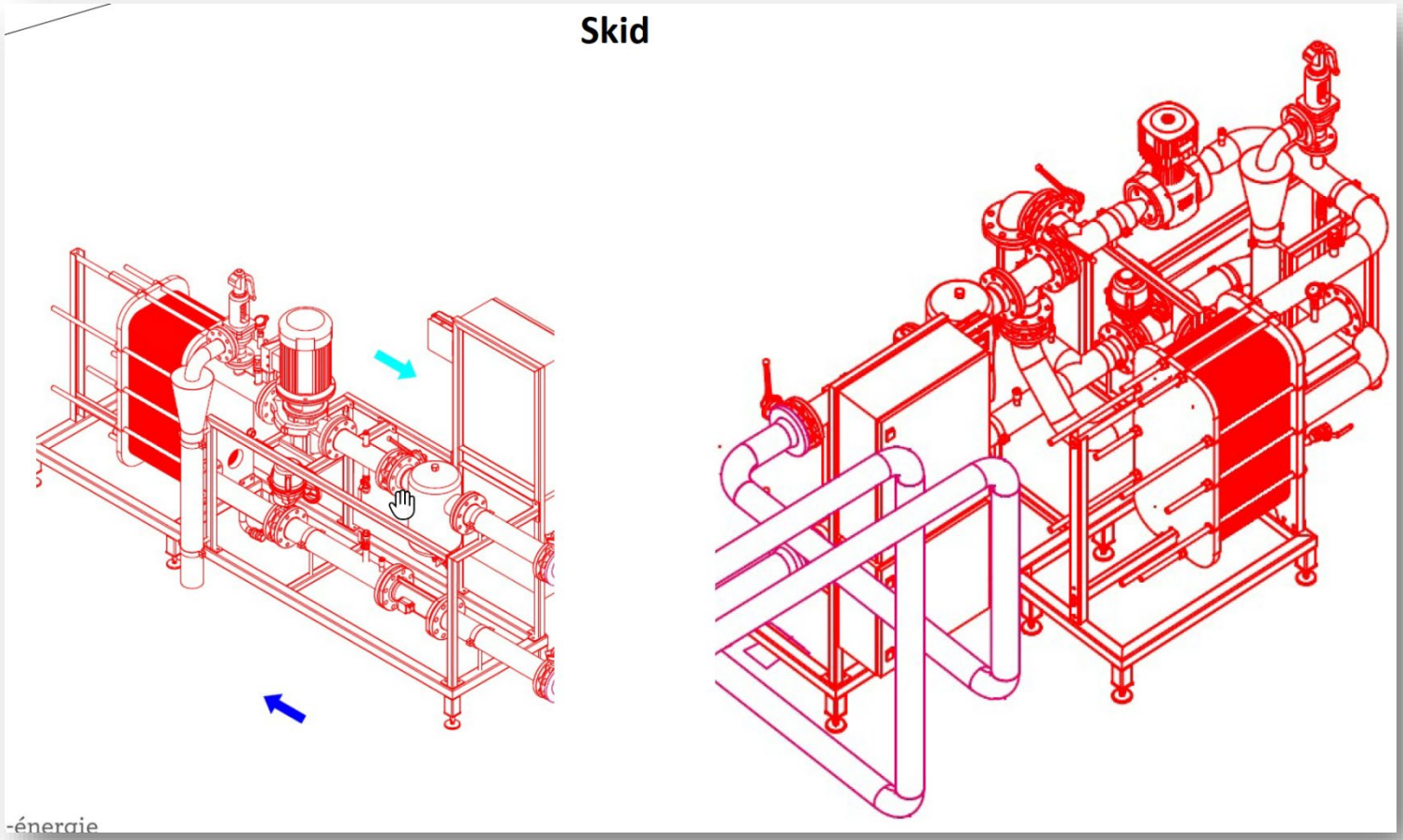
Source : Ville de Charleroi, futur réseau de chaleur

LE RÉSEAU DE CHALEUR

Typologie

- Les sous-stations

Source : Brussels Energy, réseau de chaleur depuis l'incinérateur

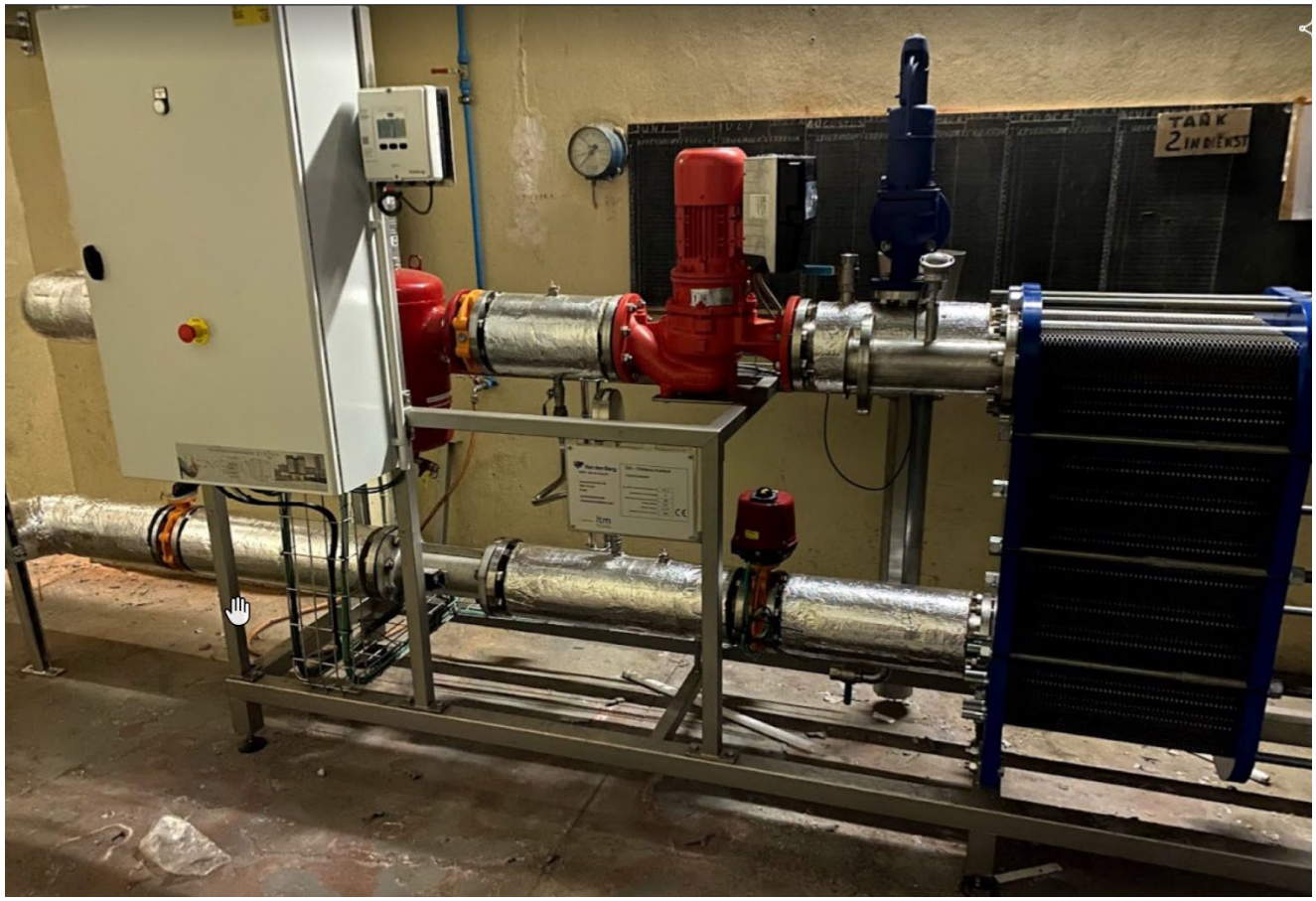


LE RÉSEAU DE CHALEUR

Typologie

- Les sous-stations

Source : Brussels Energy, réseau de chaleur depuis l'incinérateur

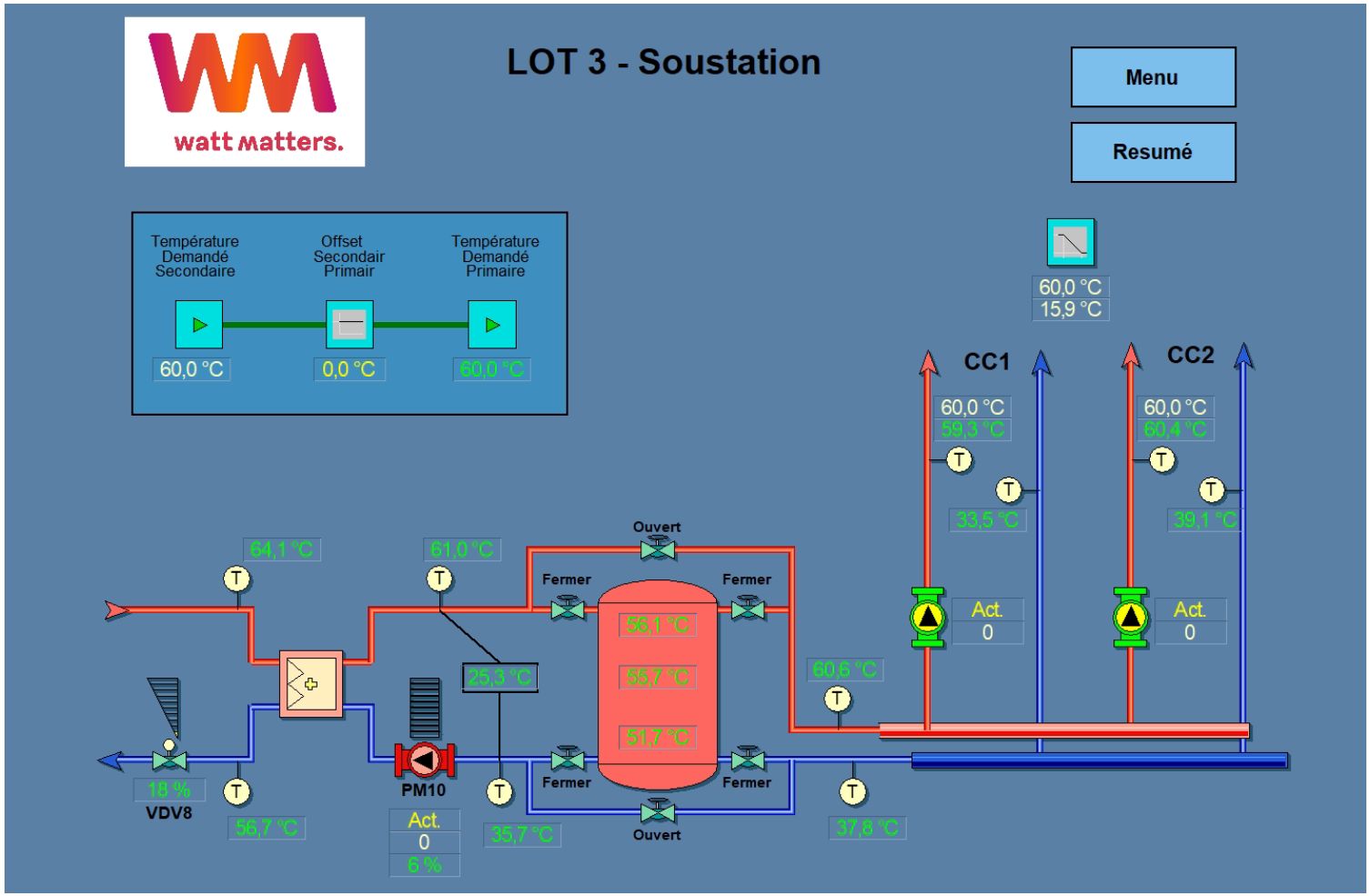


LE RÉSEAU DE CHALEUR

Typologie

- Les sous-stations

Source : Watt Matters, réseau de chaleur Tivoli Green City



LE RÉSEAU DE CHALEUR

Typologie

- Le réseau secondaire

Source : Watt Matters, sous-station ACP Chemiserie

LE RÉSEAU DE CHALEUR

Avantages

- La production de chaleur est confiée à des **professionnels**
  - Fiabilité car suivi régulier et régulation programmable connectée
  - Evite la redondance dans les unités de production
  - Entretien en garantie totale

- **Résilience** face aux évolutions technologiques/réglementaires
  - Il est plus aisé de remplacer 1 chaudière collective que 100 chaudières individuelles
  - La taille plus importante permet d'insérer des technologies renouvelables
  - Les réseaux de chaleur peuvent être multi-combustibles = meilleure maîtrise du coût de la chaleur

- Encombrement **minimal** chez le client
  - La sous-station = échangeur + compteur + (pompe secondaire)
  - Facilité de gestion

LE RÉSEAU DE CHALEUR

Inconvénients

- La **perte de liberté de choix**
  - Choix des technologies
  - Choix des combustibles
  - Choix des prestataires

  } dans les mains du professionnel
  - Tous la même température primaire

- L'impact d'une **panne**
  - Une panne du réseau de chaleur impacte de nombreux clients à la fois

- Le **coût** d'installation
  - En construction neuve de quartiers : le réseau de chaleur devient compétitif (même si logements passifs) p/r chaudière individuelle
  - En rénovation : le coût se justifie difficilement, des contraintes techniques (impossibilité d'installer de nouveaux conduits de cheminée individuelle) peuvent pousser vers le réseau de chaleur. Voire un combustible moins coûteux (ou une chaleur fatale).

TABLE DES MATIÈRES

LE RÉSEAU DE CHALEUR

- Contexte
- Typologie
- Avantages
- Inconvénients

CONFIGURATIONS FAVORABLES

- **Faisabilité technique**
- **Faisabilité économique**

TECHNOLOGIES UTILES

- Tour d'horizon des technologies
- Exemple : Tivoli Green City

CONFIGURATIONS FAVORABLES

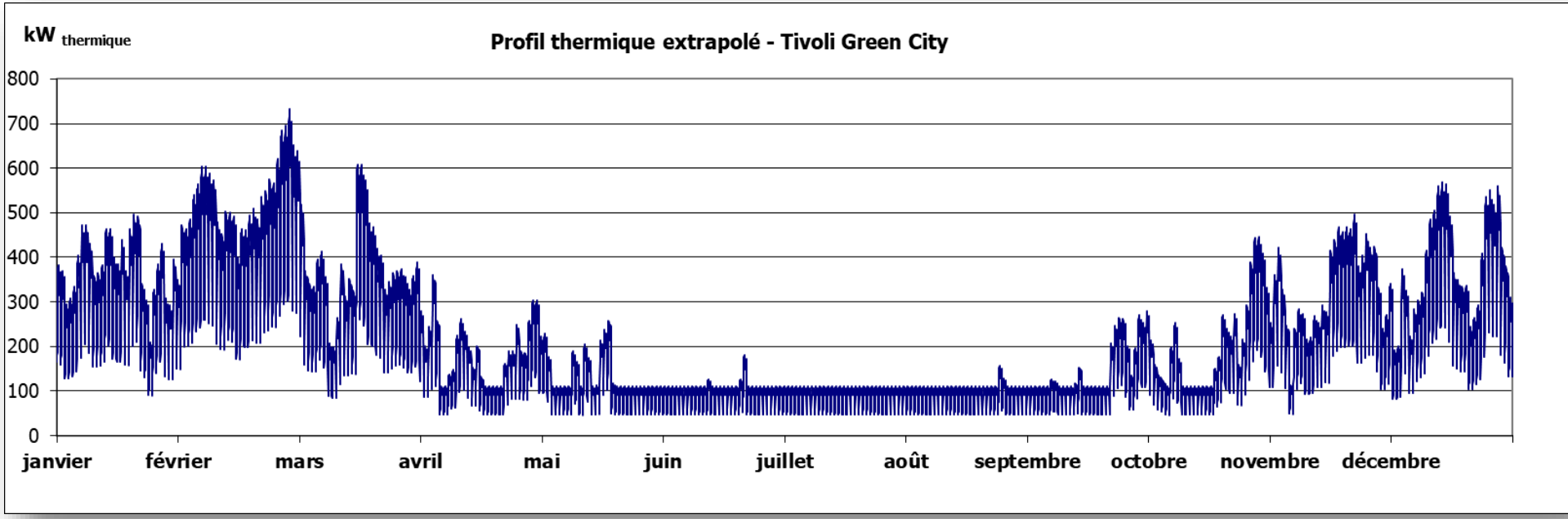
Faisabilité technique (nouvelle construction)

- Besoins thermiques à couvrir par le réseau (résidentiel)
  - Besoins en chaleur (passif) : 30 kWh/m^2.an
  - Besoin en eau chaude sanitaire : 15 kWh/m^2.an
  - Env. 10% de pertes : 5 kWh/m2.an

  } **50 kWh/m^2.an**

- Profil des besoins thermiques

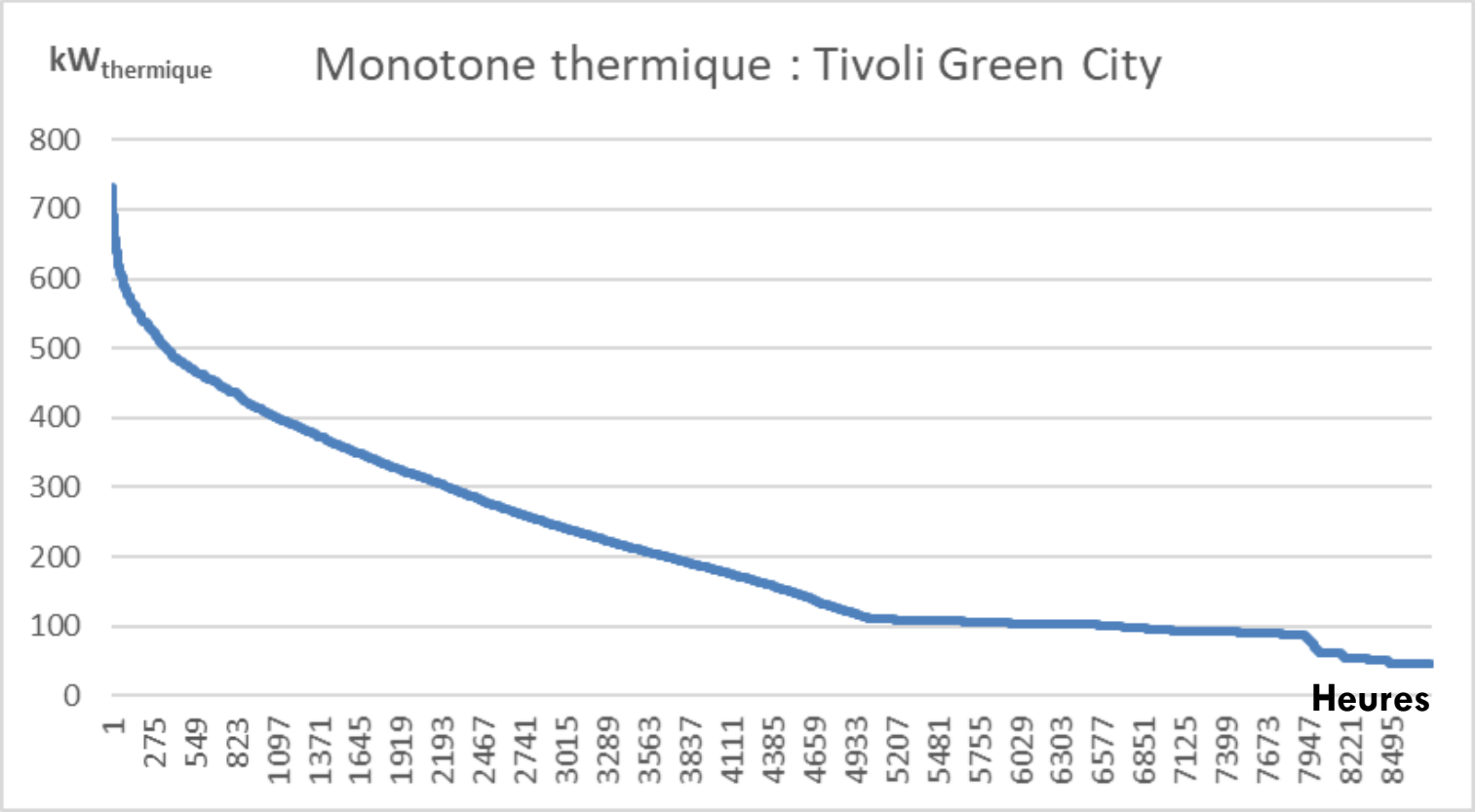
Source : Watt Matters, outils Cogenoptitherm)



CONFIGURATIONS FAVORABLES

Faisabilité technique (nouvelle construction)

- Courbe monotone des besoins thermiques



CONFIGURATIONS FAVORABLES

Faisabilité technique (nouvelle construction)

- Choix des technologies

Cogénération gaz ✔

Chaudière bois ✔

Chaudière gaz ✔

Solaire thermique ?

Cogénération bois ?

Pompe à chaleur géothermique ?

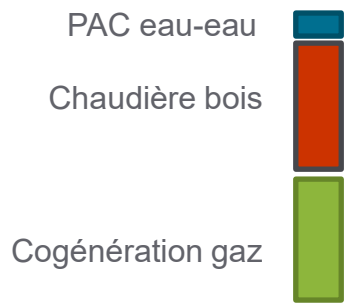
Pompe à chaleur air-eau ?

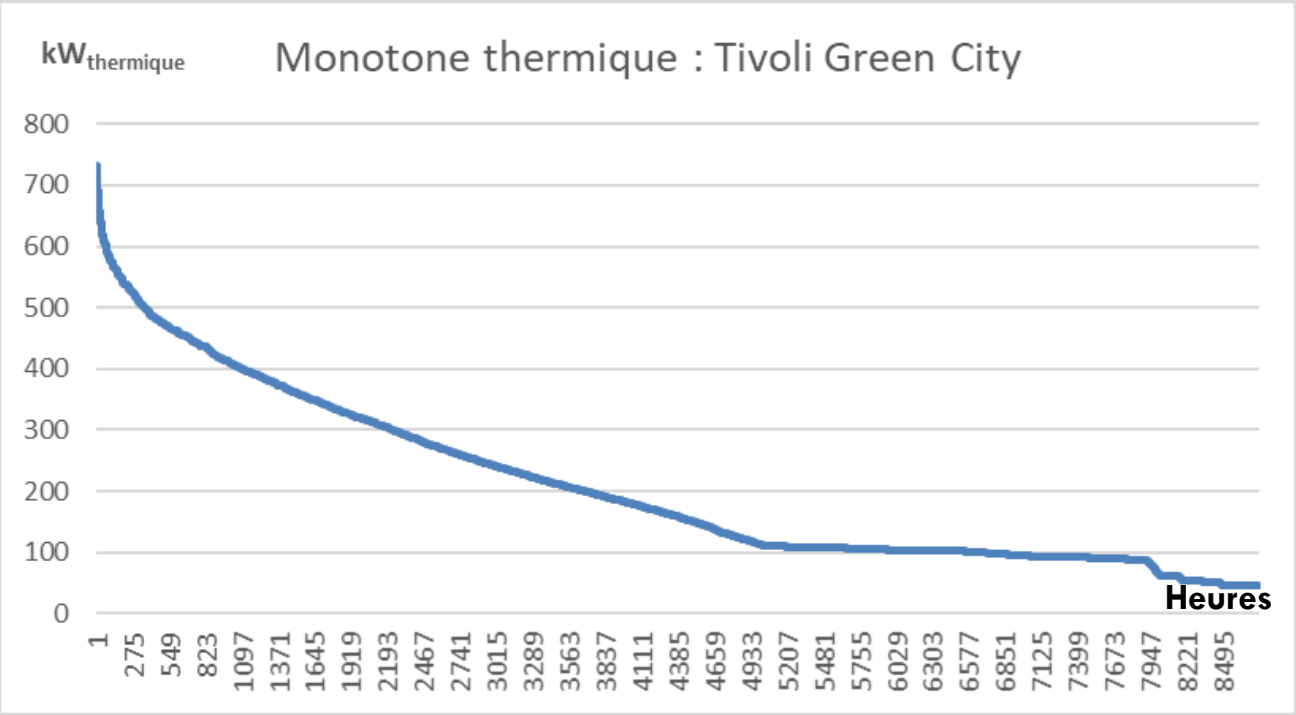
Pompe à chaleur eau-eau chaleur fatale ✔

CONFIGURATIONS FAVORABLES

Faisabilité technique (nouvelle construction)

- Conception puissance de chauffe
  - **Priorité** : cogen gaz + PAC, puis chaudière bois, puis chaudières gaz
  - Chaudière gaz 1 + 2 = suffisantes pour la pointe thermique.
    Chaudière 3 = **redondance** (si chaudière gaz 1 ou 2 en panne).
  - Chaudières gaz = **backup** de cogénération gaz et de chaudière bois

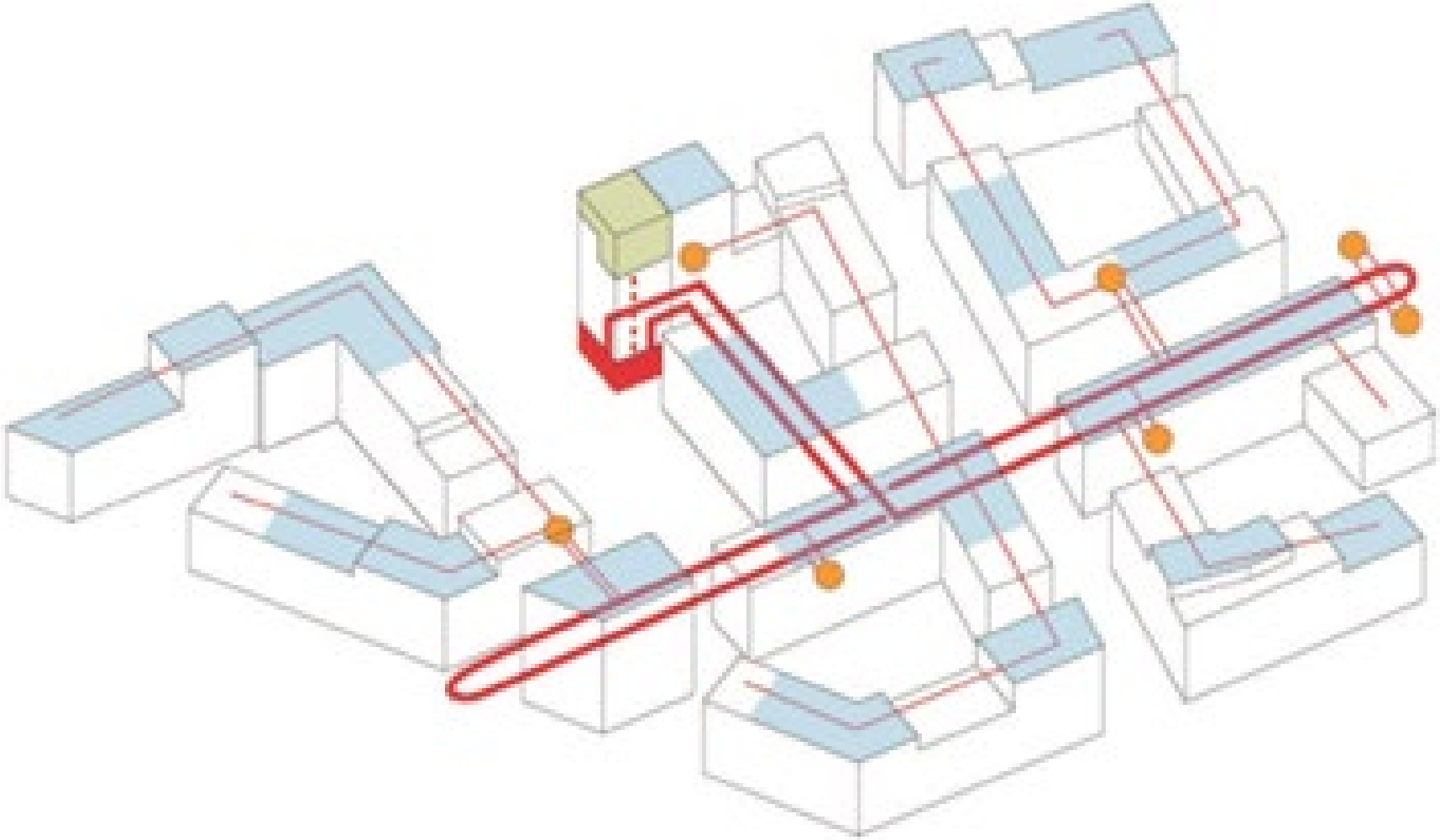




CONFIGURATIONS FAVORABLES

Réalisation !

Source : Watt Matters, réseau de chaleur Tivoli Green City



CONFIGURATIONS FAVORABLES

Réalisation !

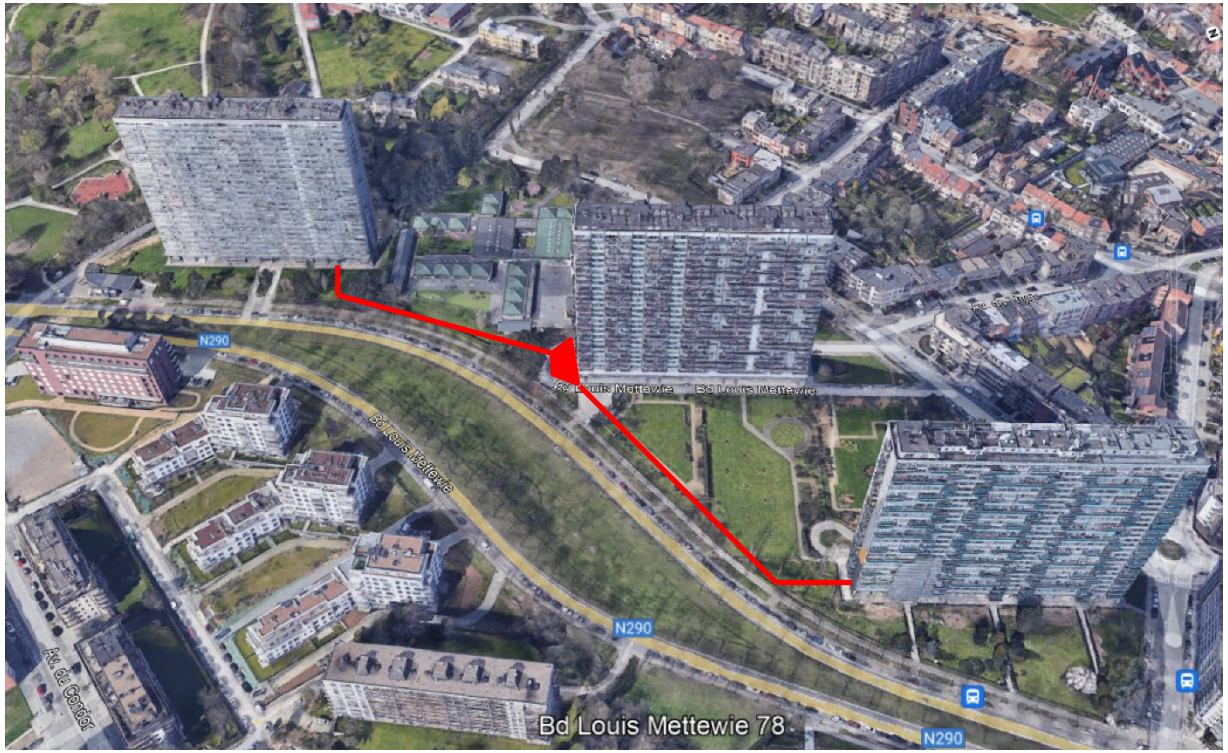
Source : Watt Matters, réseau de chaleur Tivoli Green City

CONFIGURATIONS FAVORABLES

Faisabilité technique (en rénovation)

- Besoins thermiques à couvrir par le réseau (résidentiel)
  - Besoins en chaleur (normal) : 130 kWh/m².an
  - Besoin en eau chaude sanitaire : 15 kWh/m².an
  - Env. 10% de pertes : 5 kWh/m².an

150 kWh/m².an



Source : Watt Matters, étude 3 tours de logement à Molenbeek (Bd Mettewie)

CONFIGURATIONS FAVORABLES

Faisabilité économique

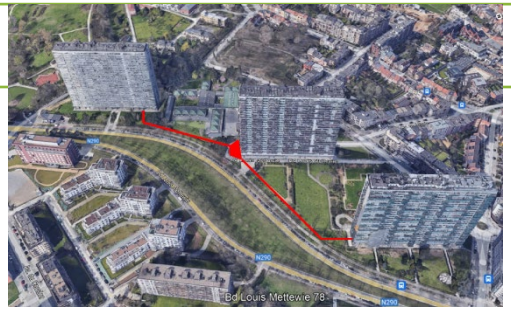
Notions

- Coût investissement (CAPEX) de la « référence »
  - « référence » = situation si **pas** de réseau de chaleur
- Coût investissement (CAPEX) réseau de chaleur
- Prime
- Surcoût (à rentabiliser).

- Coût OPEX de la « référence »
- Coût OPEX du réseau de chaleur
- Gains annuels
  - Différence des OPEX (coûts opérationnels)

- Temps de retour simple (= surcoût / gains annuels)
- Taux de rentabilité interne (%/an) du surcoût

CONSTATS…



- Chaudières individuelles doivent être remplacées par des chaudières à condensation (Ecodesign)
- Infraction des tubages réalisés
- Obligation : **tubage de la cheminée individuelle** si chaudières à condensation
- **Charges énergétiques** :
  - Gaz individuel (10 000 kWh PCI/app. à 57 €/MWh PCI x 349 app.) = 199 000 €/an
  - Entretien individuel (100 €/app.) = 34 900 €/an
  - Réparations diverses (100 €/app.) = 34 900 €/an
  - Electricité communs (224 500 KWh/an) = 47 500 €/an
  - **TOTAL = 317 000 €/an**

- **Aujourd'hui, les occupants paient 76 €/mois de charges énergétiques**

Source / Bron : offre Watt Matters, ACP IRIS « Une chaufferie collective ultra-performante en mode tiers-investisseur », 05/03/2021

OPTION 1 : REMPLACEMENT PAR DES CHAUDIÈRES INDIVIDUELLES

- **Coût investissement** (tubage + chaudières individuelles) :

Postes	**Coût € tvac**
Tubage collectif (quotité privative)	2 700 €
Chaudière et installation	3 200 €
Etudes	656 €
Total	6 560 €
Primes Rénolution (27.5%)	- 1 804 €
Coût net	**4 756 €/app.**

Source / Bron : offre Watt Matters, ACP IRIS « Une chaufferie collective ultra-performante en mode tiers-investisseur », 05/03/2021

OPTION 1 : REMPLACEMENT PAR DES CHAUDIÈRES INDIVIDUELLES

- **Coût de fonctionnement** :
  - Gaz individuel (**9 000** kWh PCI/app. à 57 €/MWh PCI x 349 app.) = 179 000 €/an
  - Entretien individuel (100 €/app.) = 34 900 €/an
  - Réparations diverses (**50** €/app.) = 17 500 €/an
  - Electricité communs (224 500 KWh/an) = 47 500 €/an
  - **TOTAL = 279 000 €/an** (67 €/mois)

- **Coût total option 1** :
  - Investissement = 4 300 € + 67 €/mois.
  - Prêt à taux zéro = 36 €/mois + 67 €/mois = **103 €/mois**.

Source / Bron : offre Watt Matters, ACP IRIS « Une chaufferie collective ultra-performante en mode tiers-investisseur », 05/03/2021

OPTION 2 : RÉSEAU DE CHALEUR (DANS LE BÂTIMENT)

- **Coût investissement** :

Postes	**Coût € tvac**
Distribution du chauffage	5 000 €
Chaufferie centralisée (y compris bâtiment)	1 945 €
Etudes	300 €
Total	7 245 €
Prime Rénolution (27.5%)	– 1 992 €
Coût net	**5 252 €/app.**

Source / Bron : offre Watt Matters, ACP IRIS « Une chaufferie collective ultra-performante en mode tiers-investisseur », 05/03/2021

OPTION 2 : RÉSEAU DE CHALEUR (DANS LE BÂTIMENT)

- **Coût de fonctionnement** :
  - Chaleur collective (**9 000** kWh PCI/app. à 34 €/MWh PCI x 349 app.) = 107 000 €/an
  - Entretien chaufferie collective = 37 500 €/An
  - Entretien individuel sous-station (100 €/app.) = 34 900 €/an
  - Electricité communs (224 500 KWh/an) = 47 500 €/an
  - **TOTAL = 227 000 €/an** (54 €/mois)

- **Coût total option 2 (si 100% gaz naturel)** :
  - Investissement = 5 252 € + 54 €/mois.
  - Prêt à taux zéro = 44 €/mois + 54 €/mois = **98 €/mois**.

Source / Bron : offre Watt Matters, ACP IRIS « Une chaufferie collective ultra-performante en mode tiers-investisseur », 05/03/2021

CONFIGURATIONS FAVORABLES

Faisabilité économique

- Choix des technologies

Cogénération gaz ✔

Chaudière bois ?

Chaudière gaz ✔

Solaire thermique ?

Cogénération bois ?

Pompe à chaleur géothermique ?

Pompe à chaleur air-eau ?

Pompe à chaleur eau-eau chaleur fatale ?

OPTION 3 : RÉSEAU DE CHALEUR + COGÉNÉRATION

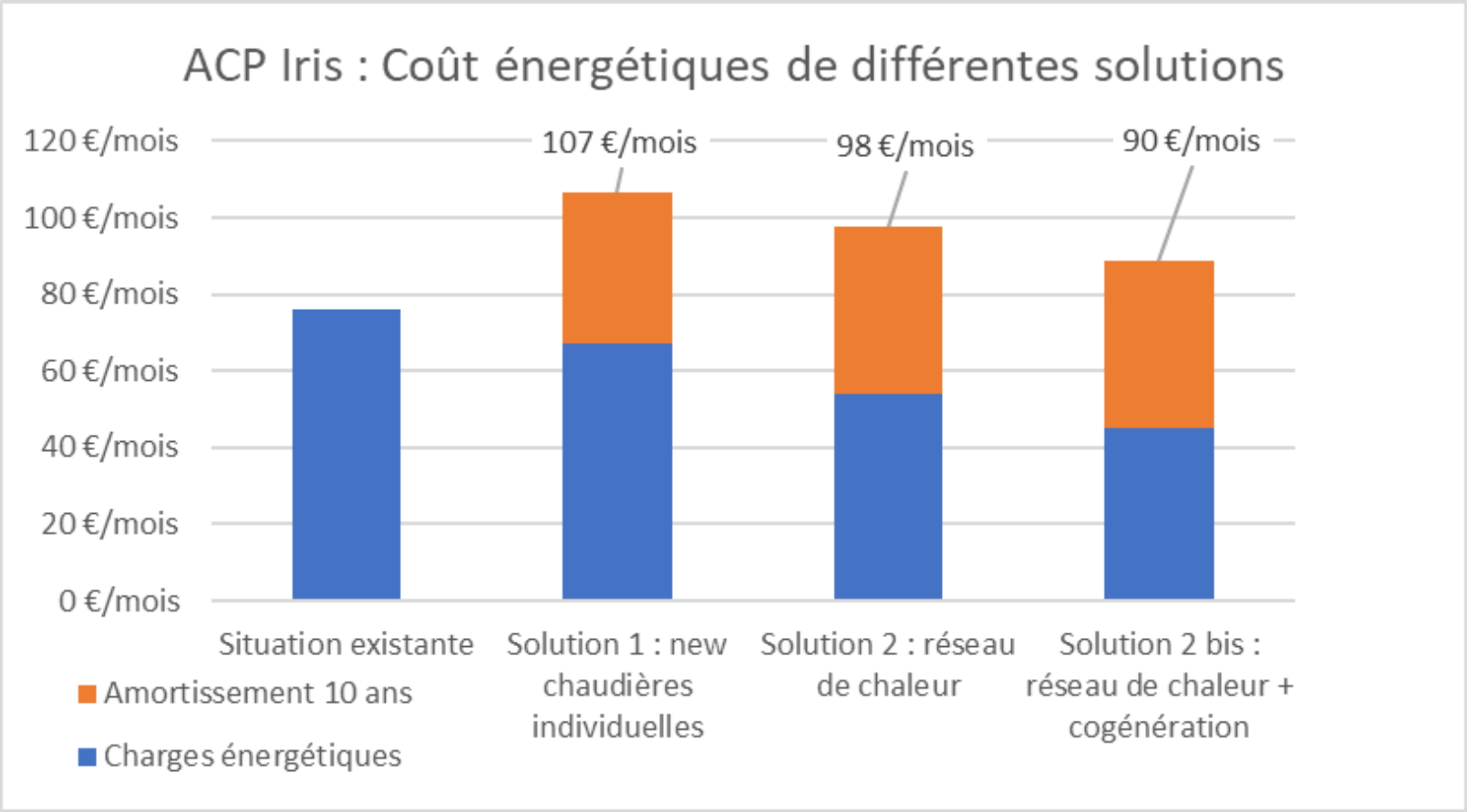
- **Coût de fonctionnement – AVEC cogénération gaz** :
  - Chaleur collective (**10 170** kWh_{PCI}/app. à 34 €/MWh PCI x 349 app.) = 121 000 €/an
  - Entretien chaufferie collective = 37 500 €/An
  - Entretien individuel sous-station (100 €/app.) = 34 900 €/an
  - Electricité communs (**70 700** KWh/an) = 17 500 €/an
  - Loyer cogénération = - 20 000 €/an
  - **TOTAL = 191 000 €/an** (46 €/mois)

- **Coût total option 2 + cogen (si 100% gaz naturel)** :
  - Investissement = 5 252 € + 46 €/mois.
  - Prêt à taux zéro = 44 €/mois + 46 €/mois = **90 €/mois**.

Source / Bron : offre Watt Matters, ACP IRIS « Une chaufferie collective ultra-performante en mode tiers-investisseur », 05/03/2021

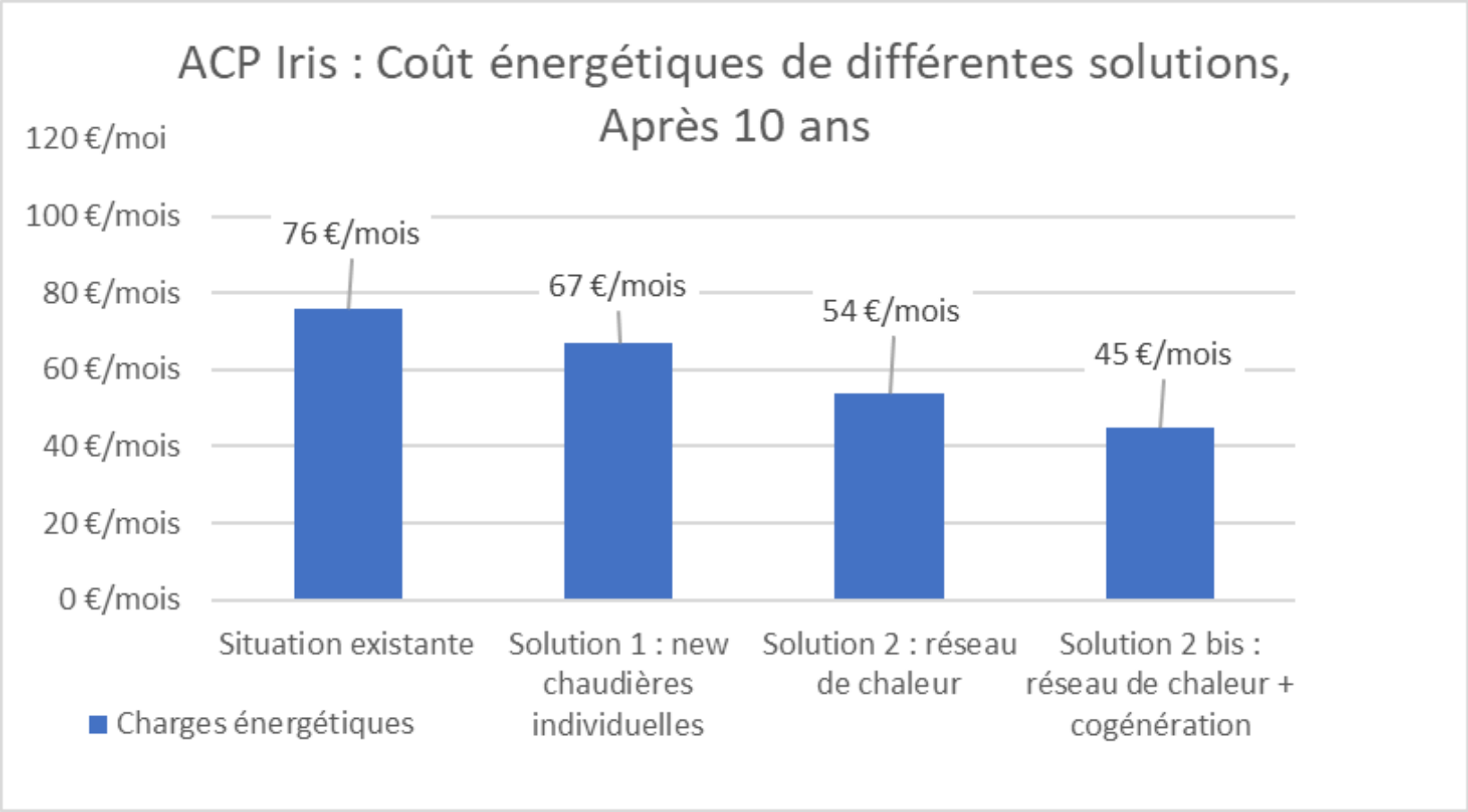
CONFIGURATIONS FAVORABLES

Faisabilité économique (extraits offres Watt Matters)



CONFIGURATIONS FAVORABLES

Faisabilité économique (extraits offres Watt Matters)



CONFIGURATIONS FAVORABLES

Avantages et inconvénients

Collectif	Individuel
Gestion unique par le syndic	Gestion privative
Distribution continue	Multiple coupure (tubage)
Garantie de l'entretien et de la maintenance	Qualité variable selon l'installateur
Réglementation respectée	Mise aux normes (tubage / chaudière atmosphérique, …) très compliquée
Prix du gaz négocié (**env. 36 €/MWh**)	Prix du gaz élevé (**env. 57 €/MWh**)
Grande amélioration PEB (plus-value)	Faible amélioration PEB
Durée de vie 15 – 20 ans	Durée de vie 10 - 15 ans
Moins d'impact sur l'environnement	Plus d'impact sur l'environnement
Remplacement aisé d'une chaudière	Remplacement complexe de 350 chaudières

TABLE DES MATIÈRES

LE RÉSEAU DE CHALEUR

- Contexte
- Typologie
- Avantages
- Inconvénients

CONFIGURATIONS FAVORABLES

- Faisabilité technique
- Faisabilité économique

TECHNOLOGIES UTILES

- **Tour d'horizon des technologies**
- **Exemple : Tivoli Green City**

LE RÉSEAU DE CHALEUR

Les technologies

Cogénération gaz ?

Chaudière bois ?

Chaudière gaz ?

Solaire thermique ?

Cogénération bois ?

Pompe à chaleur géothermique ?

Pompe à chaleur air-eau ?

Pompe à chaleur eau-eau chaleur fatale ?

EXEMPLE : TIVOLI GREEN CITY

Chaufferie Tivoli Green City = 4 technologies

- Chaudières gaz : 3 x 460 kW thermiques
- Cogénération gaz : 207 kW thermiques et 140 kW électrique
- Chaudière pellets bois : 250 kW thermiques
- Pompe à chaleur eau-eau chaleur fatale cogénération : 60 kW thermiques
- (**à l'avenir** : pompe à chaleur air-eau ?)

Configuration réseau de chaleur :

- Nouvelle construction d'un quartier durable
- Conduites aller et retour : eau de chauffage
- Température : 70°C départ, 50°C retour.
- Sous-stations (6) : échangeur de chaleur + ballon tampon + circuits de distribution secondaire (vannes 3 voies + pompes à vitesse variable)
- Appartement : production local d'eau chaude sanitaire via échangeur/boiler dans appartement

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

- Le réseau de chaleur est **prometteur**, surtout pour développer les solutions d'énergie renouvelable / efficacité énergétique
- Le réseau de chaleur présente ses **contraintes** / inconvénients
- Les **technologies** pouvant être intégrées dans un réseau de chaleur sont **nombreuses**
- Il existe des configurations favorables : nouvelle construction de quartiers, rénovation de chauffage individuel vers chauffage collectif au sein d'un même immeuble
- Le **potentiel de développement des réseaux de chaleur** est immense en Belgique (0.5% des besoins en chaleur contre 52% au Danemark)

CONTACT

Ismaël DAOUD

Administrateur délégué

Watt Matters srl

+ 32 493 19 65 30

idaoud@wattmatters.be

watt matters.

?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION