

Mineures généraliste et BTP Bloc mécanique des fluides

Document technique du projet

Adapté d'une ADS (APPLICATION A LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE)
« Récupération de chaleur dans les eaux usées »



Figure 1 Sources Mairie de Paris

ADS de : Léa F. apprentie ingénieure généraliste promo 17-20

Adaptation : APA : 09/10/2020

Entreprise : La Mairie de Paris

Site : 7, avenue de la porte d'Ivry 75013 Paris



Table des matières

1. Introduction	3
2. Analyse du collecteur concerné	3
Le réseau d'assainissement :	3
3. Étude du débit du collecteur du Nord	5
4. Principe du fonctionnement global	6
5. Les deux technologies retenues	7
Échangeur installé dans le collecteur : ThermLiner® (Degrés Bleus®)	8
Échangeur installé en dérivation du collecteur (Energido®)	9
6. Bilan énergétique global	10
Dans le schéma ci-dessous seul le système Energido comporte une station de pompage broyage sur la boucle en vert côté collecteur eaux usées	10
7. Schéma de l'installation	11
8. Annexes	12
Annexe n°1 : Données techniques de l'installation Energido®:	12
Annexe n°2 : Etude de la hauteur d'eau dans le collecteur du Nord®:	13
9. Bibliographie	14

COUPES

Echelle :1/50

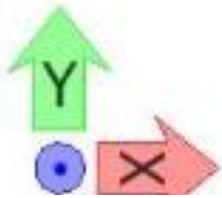
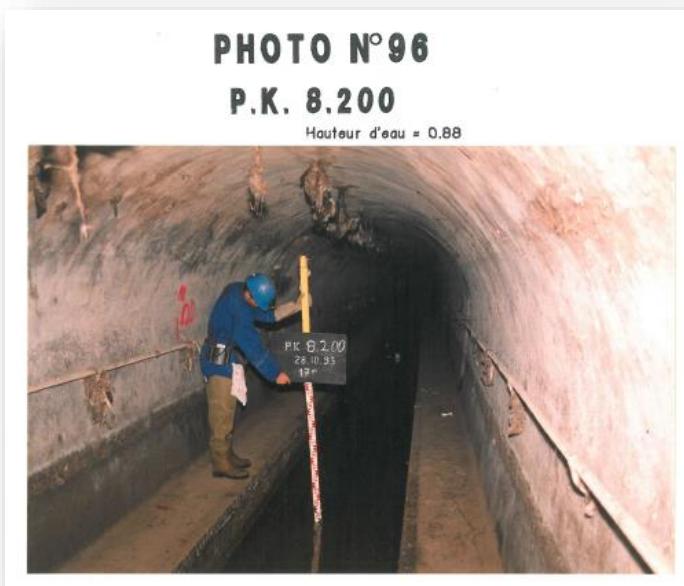
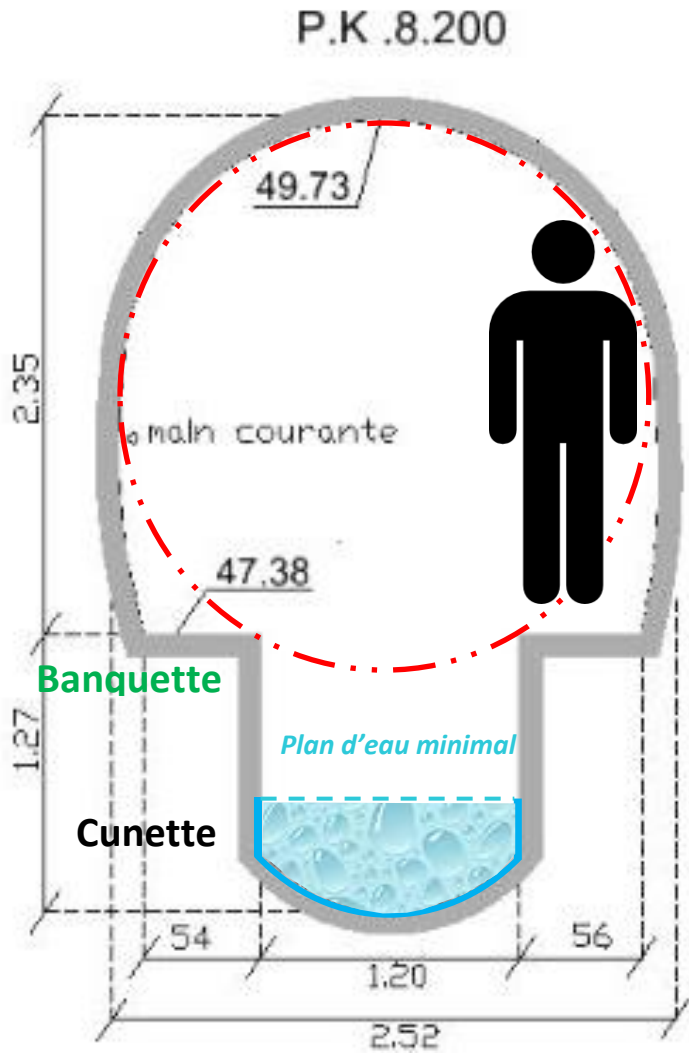


Figure 3 Coupe verticale du collecteur du Nord



Caractéristiques :

Longueur potentielle : 165 ml de tronçon

Profil de la Cunette : arrondie

Diamètre de la voûte : 2,52 m

Linéaire de section mouillée : 1,78 m

Hauteur d'eau minimale : 50 cm* (voir l'annexe n° 5)

Débit régulé par les vannes : 167 l/s*

T°C ambiante : +10° à +20°

Figure 4: Photo de la vue intérieure du collecteur du Nord

** Le débits moyen affiché provient du modèle hydraulique du collecteur du Nord transmis par le STEA (voir étude du débit du collecteur du Nord ci-après)*

3. Étude du débit du collecteur du Nord

Modèle hydraulique qui a été réalisé pour le collecteur du Nord (sur deux journées) :

On constate un cycle régulier :

- En début de journée entre 7h et 9h un pic du débit lié aux activités avant les horaires de travail (douches, toilettes...)
- Une baisse progressive jusqu'en fin de journée (l'activité baisse)
- Une plage statique entre 17h et 21h (la fin de journée et le retour à la maison petite reprise de l'activité)
- Une baisse qui atteint le minimum à 3h du matin (la nuit l'activité est très réduite)

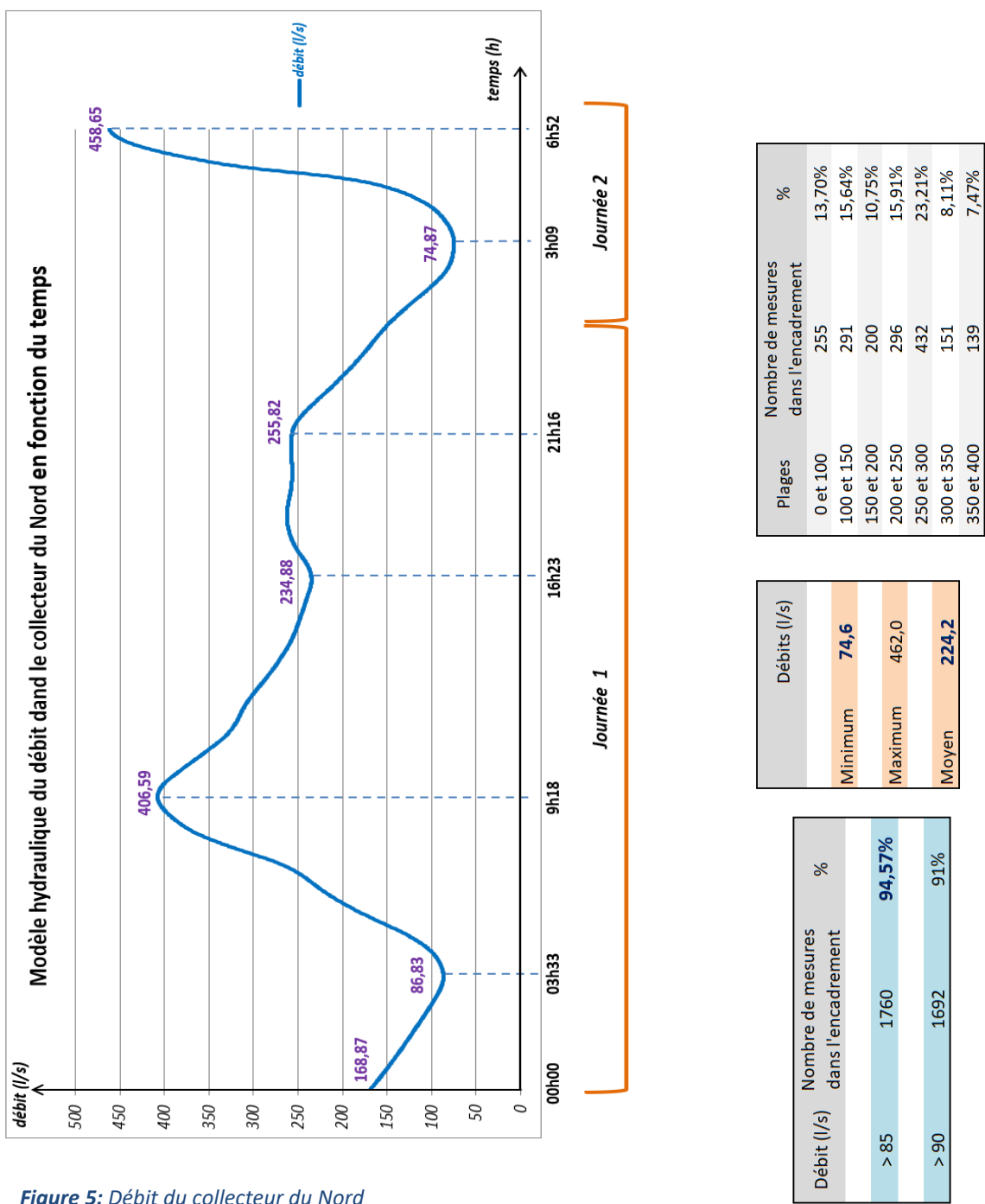


Figure 5: Débit du collecteur du Nord

4. Principe du fonctionnement global

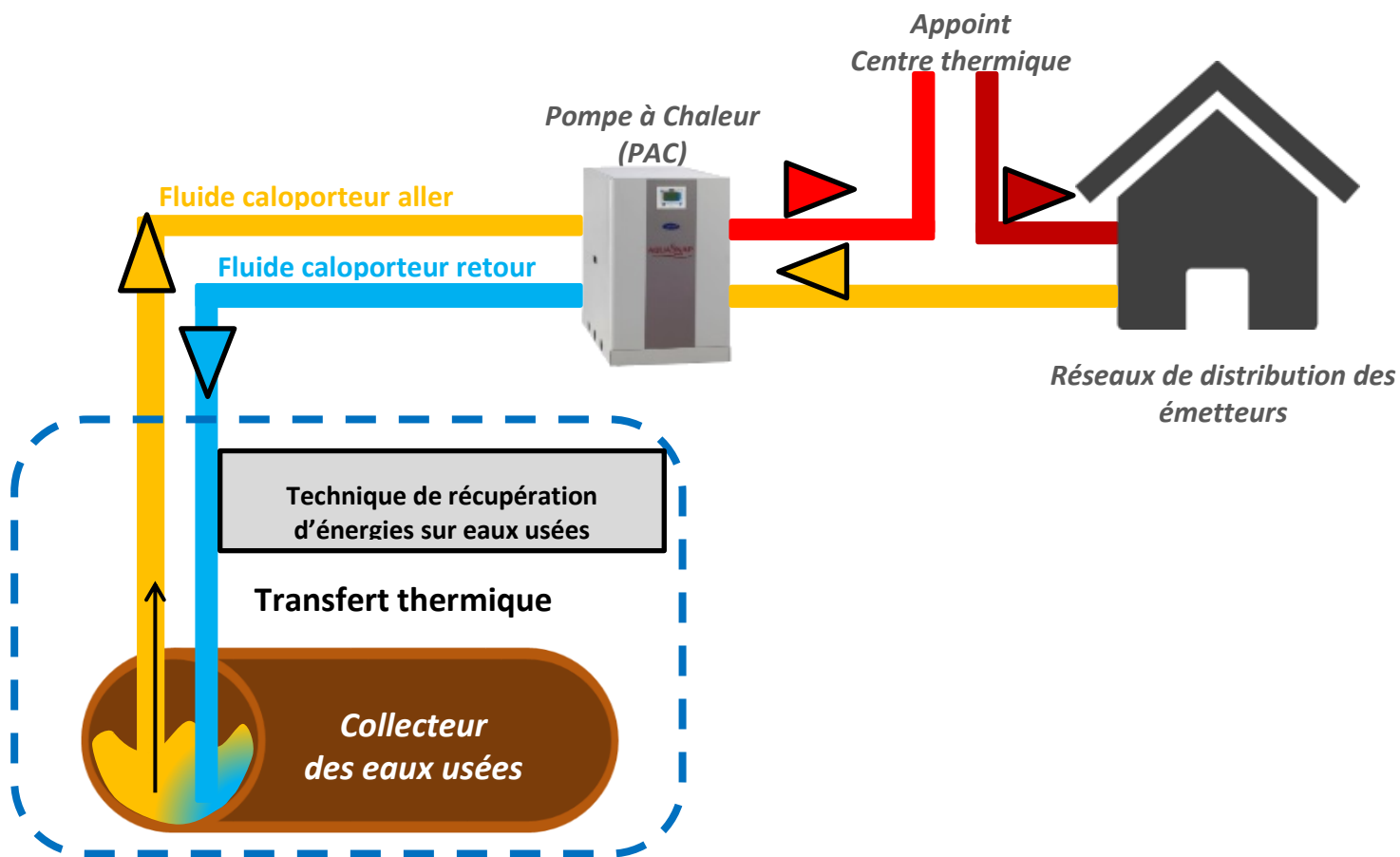


Figure 6 : Schéma de principe global du fonctionnement de l'ensemble d'un projet de récupération d'énergie sur eaux usées

Les technologies de récupération se déclinent selon deux cas pour des collecteurs sans échangeurs intégré à la construction (C'est le cas ici) :

- Cas 1 : **Échangeur intégrable** dans le réseau d'assainissement (ajout sur le réseau)
- Cas 2 : **Échangeur installé en dérivation** du collecteur (ou déporté)

Famille 1 : Echangeur intégrable



Famille 2 : Echangeur dérivé

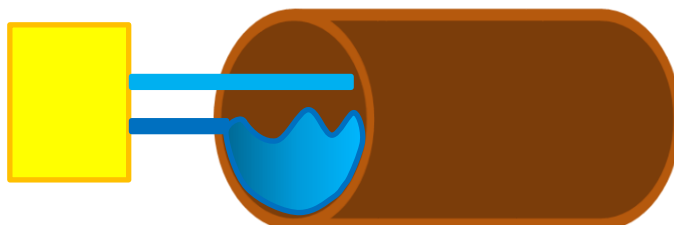
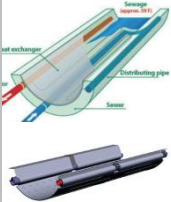



Figure 7 : Les deux technologies d'échange

5. Les deux technologies retenues

Famille 1 Famille 2

	Nom de la Technologie	Fournisseur Pays d'origine	Visuel	Description	Vérification des contraintes
	TermLiner® (brevet Degrés Bleus®)	SUEZ et la Lyonnaise des eaux Allemagne		Les eaux usées coulent le long de l'échangeur (posé au fond de la cunette) et transmettent leur énergie par échange thermique à un fluide caloporteur.	Respect des contraintes ok À noter : Performance avérée. 18 références en France dont 3 avec la Ville de Paris.
	Energido®	Véolia France		Les eaux usées <i>dérivées</i> passent par une station de pompage/broyage puis dans l'échangeur en forme de spirale (fluides à contrecourant).	Respect des contraintes ok À noter : Solution concurrentielle énergétiquement avec de bonnes références

Échangeur installé dans le collecteur : ThermLiner® (Degrés Bleus®)

Description du fonctionnement : utiliser le passage des eaux usées sur l'échangeur thermique, afin de transférer l'énergie qu'elles contiennent vers un fluide caloporteur. Les calories ainsi récupérées sont acheminées vers une pompe à chaleur réversible, capable de restituer l'énergie pour alimenter le réseau de chauffage ou de refroidissement.

Jusqu'à
70 %
de réduction
des émissions
de CO₂



1 L'ÉCHANGEUR : Il permet de transférer les calories des eaux usées (à 15°C en moyenne) au fluide caloporteur qu'il contient. Il est constitué de modules et sa durée de vie est de 50 ans.

2 LE FLUIDE CALOPORTEUR : Il circule en boucle fermée, des échangeurs à la chaufferie du bâtiment. Il est constitué d'eau glycolée ou d'eau potable. Sa température passe de 6°C à 11°C (environ) au contact de l'échangeur.

3 LE BÂTIMENT : Le fluide caloporteur sert à alimenter la pompe à chaleur installée dans la chaufferie et raccordée aux circuits de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire du bâtiment.

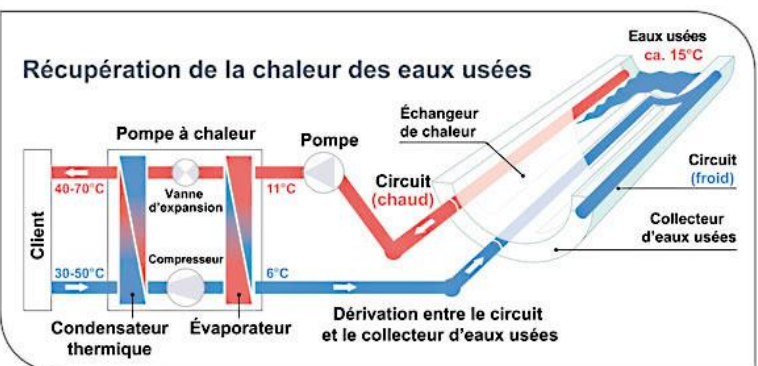
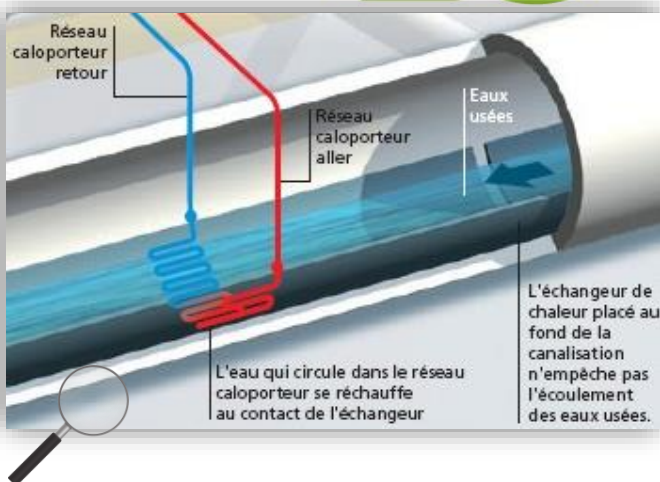


Figure 8: Schéma du fonctionnement du système Degrés bleus

Échangeur installé en dérivation du collecteur (Energido®)

Description du fonctionnement : détourner une partie des eaux usées vers un échangeur thermique, afin de transférer l'énergie qu'elles contiennent vers un fluide caloporteur. Les calories ainsi récupérées sont acheminées vers une pompe à chaleur réversible, capable de restituer l'énergie pour alimenter le réseau de chauffage ou de refroidissement.

Les températures sont indicatives

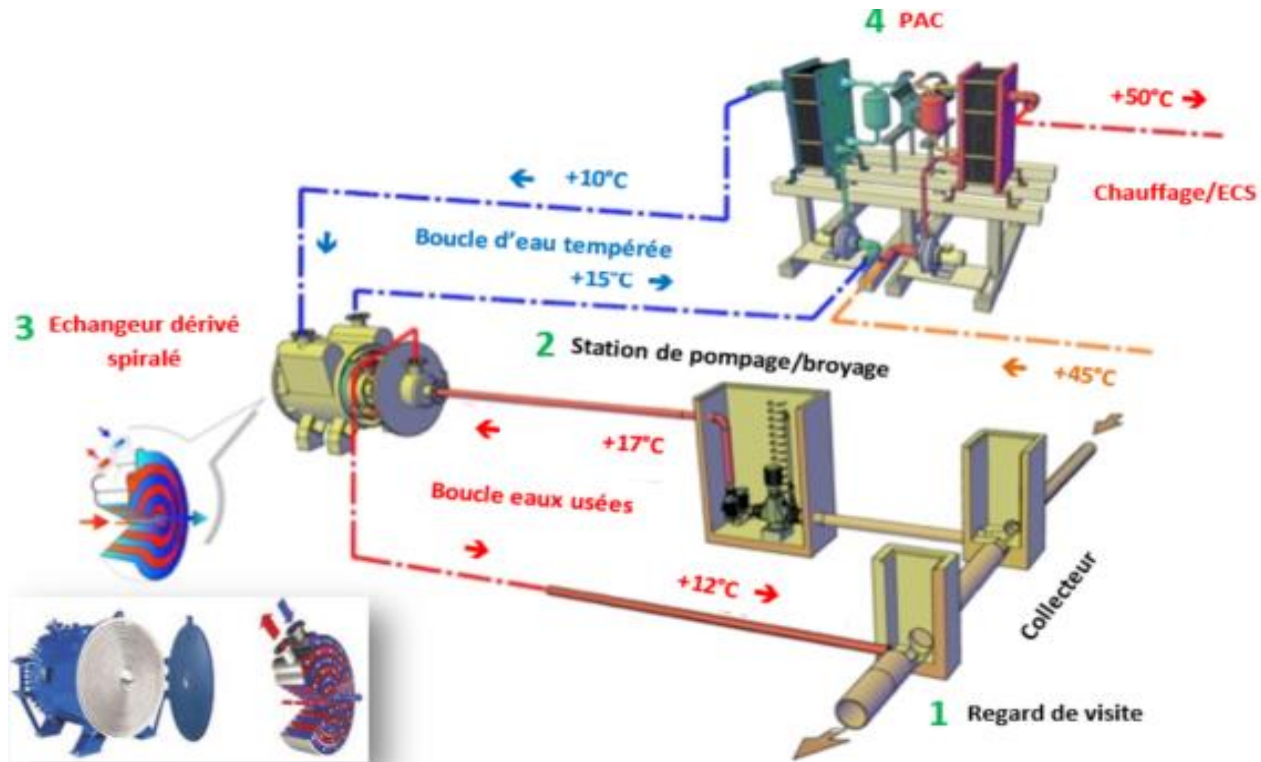


Figure 9: Schéma du fonctionnement du système Energido

- 1 Le regard de visite :** Il permet de dériver les eaux usées sans perturber le réseau d'assainissement
- 2 La station de pompage/broyage :** Elle permet d'amener les eaux dérivées jusqu'au niveau de l'échangeur en les broyant pour ne pas permettre l'encrassement dans les réseaux
- 3 L'échangeur thermique déporté :** Il transfère l'énergie des eaux usées vers le fluide caloporteur (les deux fluides sont à contrecourant).
- 4 La PAC :** Elle restitue l'énergie en produisant une eau à la température souhaitée (40°C à 60°C)

6. Bilan énergétique global

Dans le schéma ci-dessous seul le système Energido comporte une station de pompage broyage sur la boucle en vert côté collecteur eaux usées

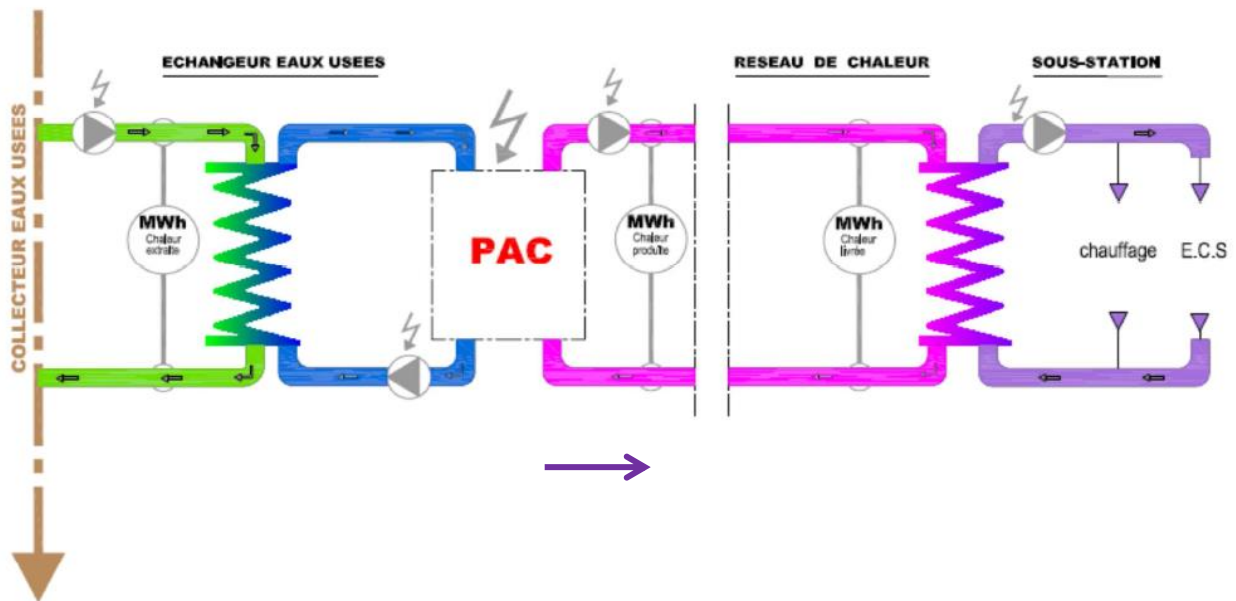


Figure 10: Les différents circuits

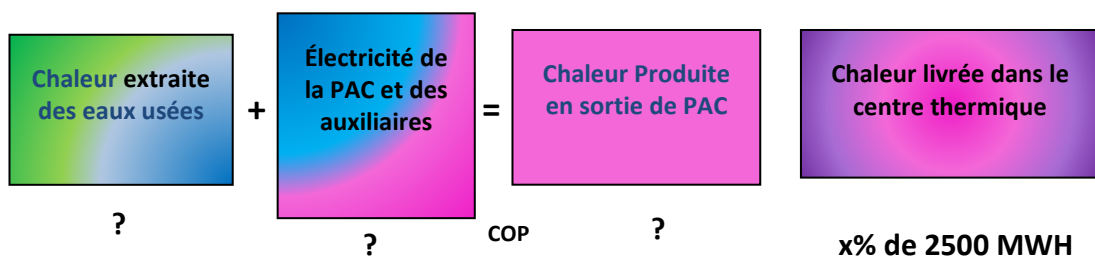


Figure 11 : Synoptique du plan de récupération

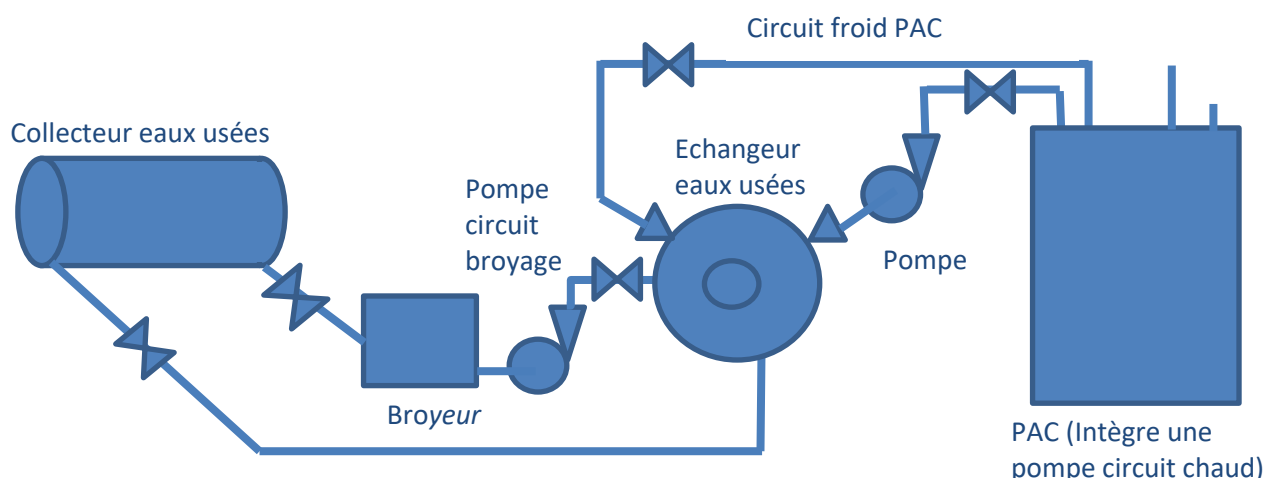
Le site présente les besoins énergétiques suivants : les 5 établissements ont une consommation de 2500 MWh par année tous réunis.

On s'intéressera à la chaufferie d'un bâtiment qui consomme à lui seul 300 MWH par an. La température de l'eau de la chaufferie doit pouvoir monter à 60°C pour 0°C à l'extérieur

Les mesures provenant de la boucle d'eaux usées constitueront la base du bilan annuel demandé à partir desquelles les techniciens pourront émettre un avis technique sur le bilan énergétique et proposer des améliorations.

7. Schéma de l'installation

Circuit simplifié d'eaux usées et raccordement PAC



Circuit simplifié Chaufferie

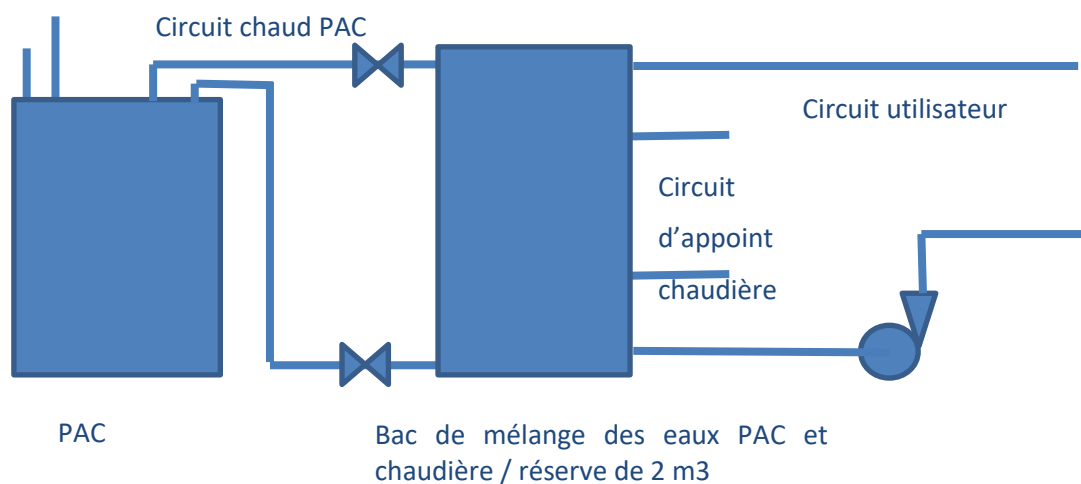
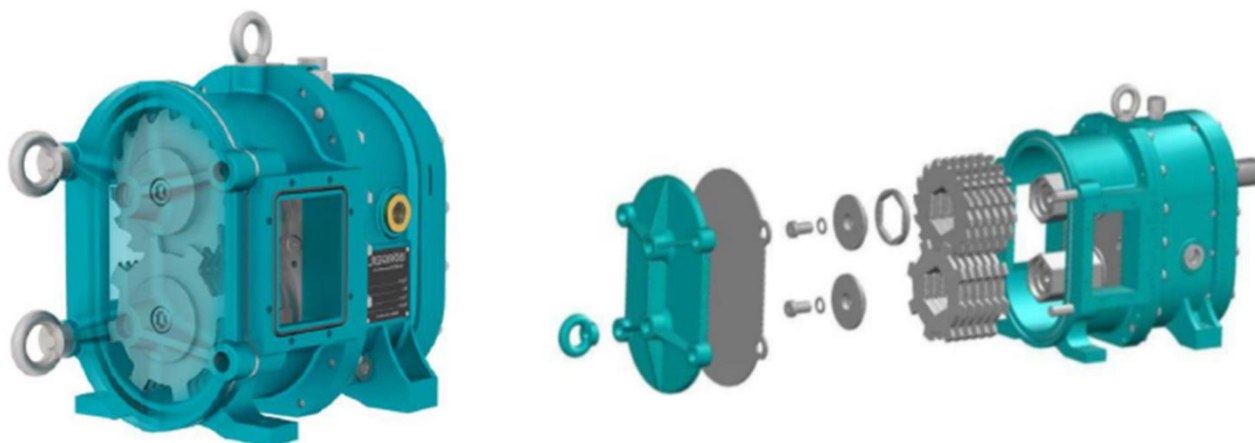


Fig 12 : PAC et bac de mélange

8. Annexes

Annexe n°1 : Données techniques de l'installation Energido®:

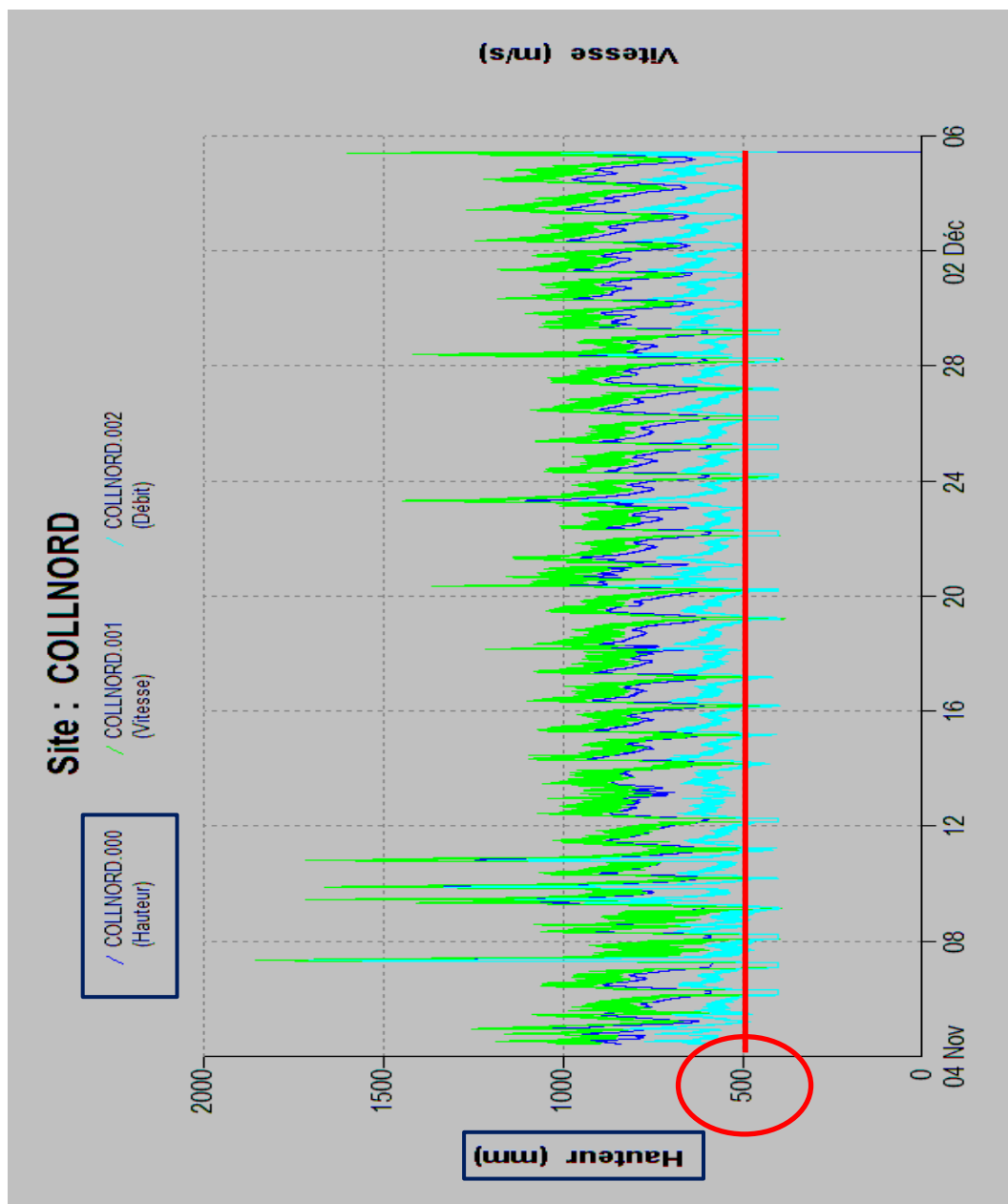


v

Broyeur	
Marque	Börger
Type	HPL 300
Caractéristiques	Broyeur à double arbres parallèles équipé de couteaux multiples
Matériau du corps	Fonte Grise
Matériau des couteaux	Acier traité
Epaisseur des couteaux	5 mm
Puissance moteur installée	4 kW
Rendement énergétique moteur	IE3

iant

Annexe n°2 : Etude de la hauteur d'eau dans le collecteur du Nord®:



Campagne de débit du collecteur du Nord entre le 04/11 et le 06/12/2016 :

Analyse : toutes les mesures des hauteurs d'eau sont toujours supérieures à 500 mm (50cm)

9. Bibliographie

- ✚ Marie-Hélène AZAM – Hélène HORSIN MOLINARO « La cloacothermie ou l'énergie renouvelable des eaux usées » Édité le 22/09/2017 [En ligne]. Disponible sur : <http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/pedagogiques/9063/9063-la-cloacothermie-ou-lenergie-renouvelable-des-eaux-usees-ensps.pdf> Consulté le 2 janvier 2019
- ✚ Lesueur H., Bertin C., Leconte S., Albert E., Goyénèche O. (2014) – Autonomie énergétique et exploitation du potentiel géothermique très basse énergie et des eaux usées de Clermont Communauté. Rapport final. BRGM/RP-62634-FR, 247p., 169ill., 4 ann [En ligne]. Disponible sur <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-62634-FR.pdf> Consulté le 4 janvier 2019
- ✚ Site Le Centre d'Information sur l'Eau « Histoire des eaux usées : comment leur évacuation a-t-elle été gérée à travers les âges ? » [En ligne] Disponible sur <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/histoire-des-eaux-usees/> Consulté le 4 janvier 2019
- ✚ Site de géothermie perspectives « Système géothermique sur eaux usées, technique et fonctionnement » [En ligne] Disponible sur <http://www.geothermie-perspectives.fr/article/systeme-geothermique-eaux-usees-technique-fonctionnement> Consulté le 10 janvier 2019
- ✚ Mathieu de Kervenoael, directeur d'affaires énergies nouvelles, « degrés bleus, l'énergie écologique qui coule sous nos pieds » Présentation du 10/03/2019 [En ligne] Disponible sur <https://cleantuesdayparis.fr/media/files/lyonnaise.pdf> Consulté le 18/02/2019
- ✚ Site internet de la société UHRIG « UHRIG product: Therm-Liner » [En ligne] Disponible sur <https://www.uhrig-bau.eu/en/energy-from-wastewater/uhrig-product-therm-liner/> Consulté le 16/02/2019
- ✚ Site internet de la société HUBER TECHNOLOGY « HUBER Solution for Heat Recovery from Sewers (ThermWin) » [En ligne] Disponible sur <https://www.huber.fr/fr/solutions/utilisation-de-la-chaleur/sewers-sources-of-energy.html> Consulté le 16/02/2019
- ✚ Support PDF de la société HUBER TECHNOLOGY « ECHANGEUR DE CHALEUR POUR EAUX USEES HUBER RoWin » [En ligne] Disponible sur https://www.huber.fr/fileadmin/01_products/11_energy_from_ww/11_rowin/pro_rowin_fr.pdf Consulté le 25/02/2019
- ✚ Site internet de la société VEOLIA, « Des eaux usées produisent de l'énergie avec Energido » [En ligne] Disponible sur <https://www.veolia.com/fr/eau-usees-energie-verte-energido> Consulté le 25/02/2019
- ✚ Catalogue PDF de la société VEOLIA « Energido Les eaux usées donnent de l'énergie à votre ville » [En ligne] Disponible sur <http://flipbooks.veolia.com/Veolia/Energido/Energido2015/?page=4> Consulté le 04/01/2019 Consulté le 26/02/2019
- ✚ Site internet de l'ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie « Le Fonds Chaleur en bref » [En ligne] Disponible sur <https://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/passer-a-l'action/produire-chaleur/fonds-chaleur-bref> Consulté le 21/03/2019

Extrait du rapport d'ADS CESI de l'apprentie ingénieure généraliste Léa K. 2017-2020