



Norellagg - Power Pipe

Étude de préconisations

Atelier de préparation agro-alimentaire,
Étude de préconisation



Récupérateur de chaleur des eaux grises Power Pipe®

 09 70 75 34 95
 gerard.galleron@orange.fr
ou norellagg-servicestechniques@hotmail.com
 www.norellagg.com

42 rue de l'Europe
Z.A. de la Tignonnière
85430 Aubigny
France

1.0 Description du projet et données d'étude

Ce document présente l'étude de l'implantation d'un système de récupération de chaleur des eaux grises Power-Pipe dans le cadre de la récupération de chaleur de l'eau des fours et tunnel de lavage de l'atelier de préparation d'une usine agro-alimentaire.

L'entreprise souhaite utiliser l'eau grise sortant des fours de cuisson pour alimenter en eau chaude le tunnel de lavage afin de réduire sa facture de chauffage de l'eau.

L'eau froide arrive à l'usine à différentes températures au cours de l'année. La réglementation thermique 2012 spécifie dans la méthode TH-BCE qu'en zone H2b la moyenne des moyennes mensuelles est de 12,73° avec un écart de 6,5°. Selon le logiciel CalSol, la température moyenne de l'eau froide à Angers, Nantes et Poitiers est respectivement de 10.8°, 11.6° et 11.4°; alors que la température maximale est de 14.9°, 15° et 15°. Un relevé le 17 juillet 2013 à l'usine a donné une température de plus de 20°. Il semble y avoir un effet réchauffant entre la source et le lieu de consommation; ainsi afin d'être prudent dans les calculs de récupération de calories, nous utiliserons une moyenne annuelle de 15°.

La température des eaux grises a été relevée directement sur place en sortie des fours à l'aide d'un boîtier de relevés prêté par Norellagg. Pour l'étude nous considérerons une température de 41°C.

Le projet possède les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Valeur
Provenance de l'eau chaude	3 fours de cuisson (évolutif) + 1 tunnel de lavage
Débit eaux de drainage	65 L/min lorsque le tunnel fonctionne
Température eaux grises	41°C
Temps de fonctionnement	16h/jour, 6h/22h, 5j/semaine
Destination de l'eau préchauffée	1 tunnel de lavage
Débit de l'eau préchauffée	25 L/min

Hypothèses de travail à valider :

Hypothèses	Valeurs
Pente des conduites d'évacuation	1 %

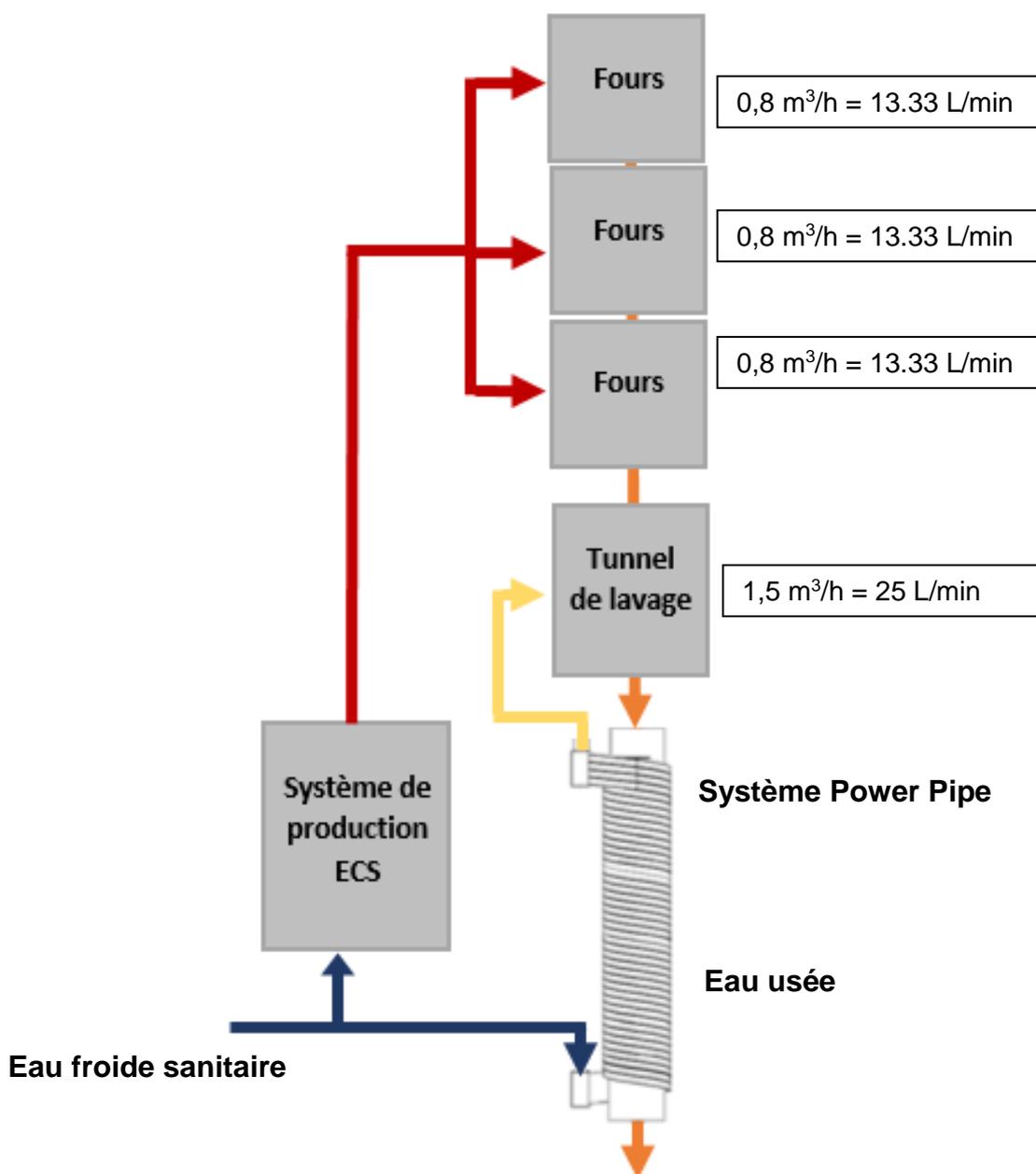
Si ces hypothèses ou informations n'étaient pas exactes, les résultats ci-dessous énoncés devraient être modifiés.

2.0 Configuration suggérée

La présente section décrit la configuration suggérée. L'approche consiste à remplacer le tuyau d'évacuation existant par un système Power-Pipe dimensionné de façon à optimiser la récupération de chaleurs des eaux grises sortant des fours de cuisson.

Pour ce projet, le raccordement de l'eau préchauffée va vers le tunnel de lavage.

Le récupérateur de chaleur Power-Pipe est un système gravitaire et nécessite d'être installé en position verticale. L'eau froide devant être préchauffée circule dans un serpentin enroulant un tuyau d'évacuation en cuivre de manière à récupérer les calories des eaux grises. La hauteur utile du système de récupérateurs de chaleur est présentée à l'annexe 1. Si la hauteur utile disponible est différente que celle présentée dans les hypothèses, il pourrait être nécessaire de redimensionner les récupérateurs de chaleur et de recalculer les économies d'énergie.



Maintenance

Ce type de batterie étant dimensionné pour recevoir l'ensemble des EU du bâtiment traité, d'importants débits circuleront au travers de la nourrice de répartition ce qui engendrera un nettoyage systématique.

Une surveillance à la fin du premier mois puis une intervention classique de maintenance une fois par an suffiront.

La batterie de Power Pipe a été conçue avec des tampons de visites pour :

- la conduite principale horizontale du collecteur,
- chaque partie verticale des Power Pipes
- et dans la partie horizontale du réceptacle. (voir notice de maintenance).

3.0 Synthèse des solutions

Dimensionnement

Pour optimiser et fiabiliser le calcul des gains et de la rentabilité du système, l'objectif est de se rapprocher d'un débit d'eau préchauffée à 8L/min. Ce qui nous donne une batterie de 3 Power-Pipe pour les modèle R et C, avec un débit de 8.33 L/min. Plus la hauteur des récupérateurs sera importante, plus la récupération de chaleur sera optimisée, ainsi nous sélectionnons des récupérateurs de 3m de haut (+ 60 cm de hauteur pour l'ensemble nourrice et réceptacle)

Dimensionnement modèle R

Installation centralisée	
Type d'usage	Application industrielle
Mode de raccordement	Générateur d'ECS (tunnel de lavage directement)
Sources de consommation d'eau chaude sanitaire	1 tunnel de lavage (25 L/min)
Type de modèle de batterie	GP3-R100-300
Nombre de récupérateurs de chaleur	3
Modèle de Power Pipe	R100-300
Débit max par Power Pipe	19 L/min
Débit moyen prévu par Power Pipe	8,33 L/min
Diamètre du récupérateur	100 mm
Hauteur du récupérateur	300 cm
Hauteur de la batterie	360 cm
Efficacité instantanée à 5 L/min (RT2005)	54 %
Efficacité instantanée à 8 L/min (RT2012)	52 %

Installation centralisée	
Type d'usage	Application industrielle
Mode de raccordement	Générateur d'ECS
Sources de consommation d'eau chaude sanitaire	1 tunnel de lavage (25 L/min)
Type de modèle de batterie	GP3-C100-300
Nombre de récupérateurs de chaleur	3
Modèle de Power Pipe	R100-300
Débit max par Power Pipe	30 L/min
Débit moyen prévu par Power Pipe	8,33 L/min
Diamètre du récupérateur	100 mm
Hauteur du récupérateur	300 cm
Hauteur de la batterie	360 cm
Efficacité instantanée à 5 L/min (RT2005)	51 %
Efficacité instantanée à 8 L/min (RT2012)	49 %

Calcul des gains

Le calcul des gains est basé sur l'hypothèse d'un rendement de 95% du système de chauffage de l'eau dans le tunnel. Cette hypothèse influence l'économie générée. Toutefois, la température de l'eau préchauffée est constante.

Gains modèle R

Installation centralisée	
Type d'usage	Application industrielle
Température de l'eau froide	15 °C
Durée de fonctionnement	8 h/j → 480 m/jour
Débit de l'eau grise	0.8 m ³ /h x 3 fours + 1.5 m ³ /h = 65 L/min = 21.66 L/min par Power Pipe
Batterie	GP3-R100-300
Efficacité nominale du récupérateur	52 %
Rendement du système de chauffage de l'eau du tunnel	95 %
Température de sortie de l'eau préchauffée	39 °C
Économies énergétiques annuelles [kWh/année]	82 483 kWh/an

Gains modèle C

Installation centralisée	
Type d'usage	Application industrielle
Température de l'eau froide	15 °C
Durée de fonctionnement	8 h/j → 480 m/jour
Débit de l'eau grise	0.8 m ³ /h x 3 fours + 1.5 m ³ /h = 65 L/min = 21.66 L/min par Power Pipe
Batterie	GP3-C100-300
Efficacité nominale du récupérateur	49 %
Rendement du système de chauffage de l'eau du tunnel	95 %
Température de sortie de l'eau préchauffée	38 °C
Économies énergétiques annuelles [kWh/année]	78 816 kWh/an

4.0 Rentabilité

Description du projet et données d'étude

Ce document présente l'étude de rentabilité de l'implantation d'un système Power Pipe dans un atelier agro-alimentaire. Il s'agit de récupérer l'eau grise provenant des 2 (puis 3) fours de cuisson et du tunnel de lavage pour préchauffer l'eau alimentant les 2 bacs de lavage de ce même tunnel de lavage.

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

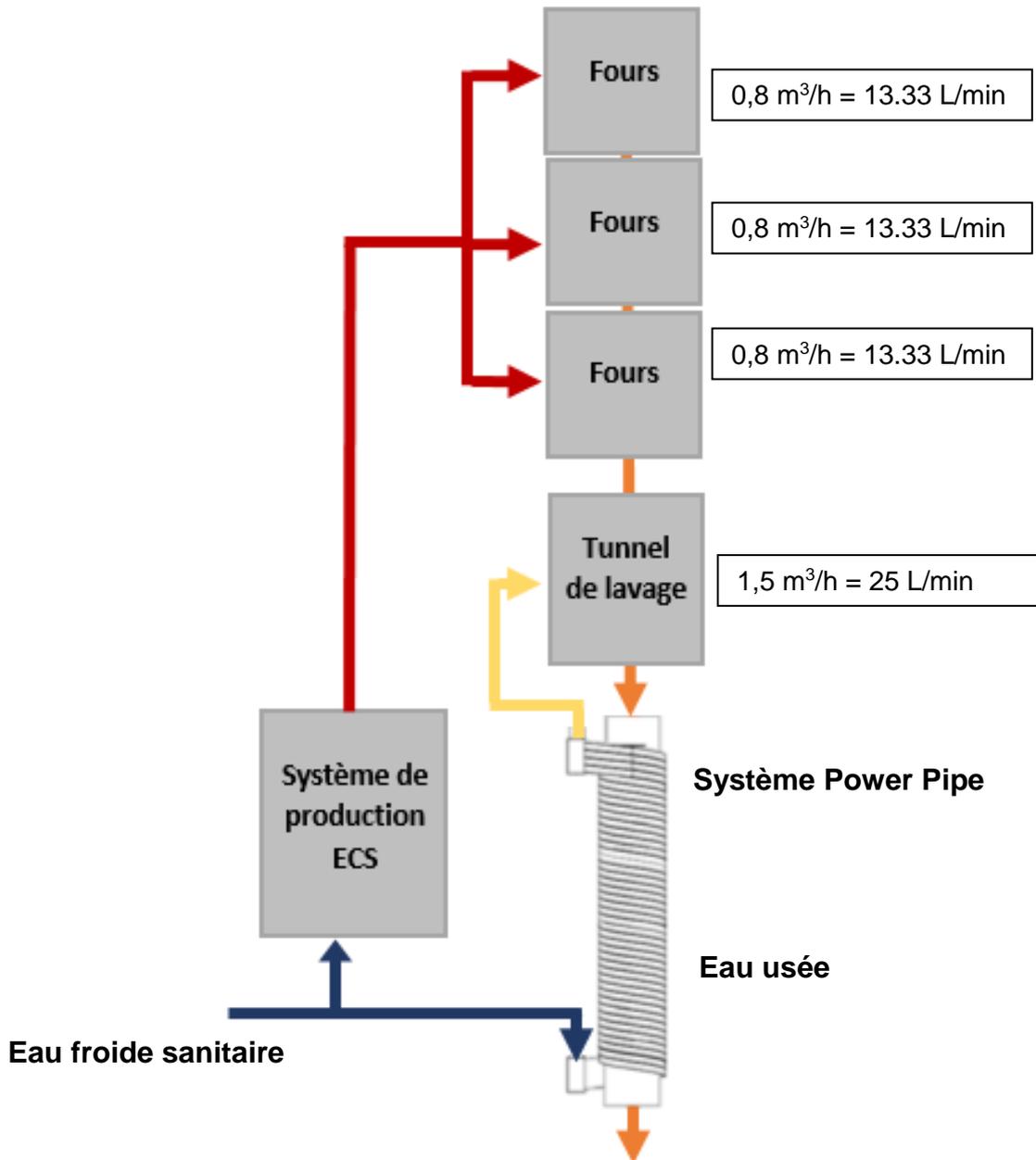
Donnée	Unité	Description	Valeur
Q	J (joules)	Énergie	-
Cp	J/(kg.K)	Capacité thermique massique à pression constante	Pour l'eau Cp = 4185 J/(kg.K)
T1	°C	Température initiale du fluide	15°C
T1b	°C	Température de l'eau préchauffée	39°C (Power Pipe modèle R) 38°C (Power Pipe modèle C)
T2	°C	Température finale de l'eau	60°C
ρ	Kg/m ³	Masse volumique de l'eau	1000 kg/m ³
t	s	Temps de chauffe du tunnel	1800 s
Σ	kJ/kg	Enthalpie spécifique de la vapeur	2737,63 kJ/kg
V	m ³	Volume d'eau à chauffer	0,450 m ³
P	W	Puissance	-

Norellagg

Rappel du principe

L'approche consiste à remplacer le tuyau d'évacuation existant par un système Power-Pipe dimensionné de façon à optimiser la récupération de chaleurs des eaux grises sortant des fours de cuisson.

Pour ce projet, le raccordement de l'eau préchauffée va vers le tunnel de lavage.



1^{er} chauffage

Lors du démarrage du tunnel, il faut remplir le bac de 450L et le chauffer à 60°C.

- Quantité d'énergie nécessaire pour élever la température d'un bac d'eau jusqu'à 60°C.

$$Q = \rho V C_p (T_2 - T_1)$$

Température initiale	Quantité d'énergie nécessaire	
15 °C	84746250 J	84,74 MJ
38 °C	41431500 J	41,43 MJ
39 °C	39548250 J	39,54 MJ

En utilisant le Power Pipe R, il faut **2 fois moins d'énergie** pour chauffer les bacs d'eau.

- En termes de temps, en conservant la puissance de chauffage

$$P = \frac{Q}{t}$$

Température initiale	Temps de chauffe nécessaire
15 °C	30 min
38 °C	15 min
39 °C	14 min

Le temps de chauffe est 2 fois plus court. (Augmentation de la productivité)

- En poids de vapeur, cela représente

$$M_{\text{vap}} = \frac{Q}{\Sigma}$$

Température initiale	Poids de vapeur nécessaire
15 °C	310 kg
38 °C	151 kg
39 °C	144 kg

Soit une division par deux du poids de vapeur nécessaire.

Maintien de la température

Au cours du cycle de fonctionnement du tunnel, il y a un apport constant d'eau froide dans chaque bac, l'eau s'évacue par débordement au-dessus des bords du bac.

La consommation journalière d'eau propre du tunnel est de 6m³ soit 3m³ par bac.

Il y a un premier remplissage du bac qui consomme 450L, il reste donc une consommation de 2550L pour l'alimentation du bac en eau propre.

Le tunnel fonctionne 8h/jour, de 7h à 15h. Ce qui représente un débit continu de 318.75L/h, ou 0.09L/s. Pour les calculs, nous considérons qu'à l'instant t, le volume d'eau froide dans un bac est de 0.09L.

- Quantité d'énergie nécessaire pour maintenir la température d'un bac d'eau à 60°C.

$$Q = \rho V C_p (T_2 - T_1)$$

Température initiale	Quantité d'énergie nécessaire
15 °C	169, 49 kJ
38 °C	82,86 kJ
39 °C	79,10 kJ

Norellagg

- Soit une consommation journalière* de

Température initiale	Quantité d'énergie nécessaire
15 °C	4 881 384 kJ
38 °C	2 386 454 kJ
39 °C	2 277 979 kJ

*8h de fonctionnement = 28 800s

En utilisant le Power Pipe R, il faut **2 fois moins d'énergie** pour maintenir la température.

- En poids de vapeur par jour, cela représente

$$M_{\text{vap}} = \frac{Q}{\Sigma}$$

Température initiale	Poids de vapeur nécessaire
15 °C	1 783 kg
38 °C	871 kg
39 °C	832 kg

Soit **une division par deux du poids de vapeur nécessaire.**

5.0 Conclusion

Par jour, la consommation totale de vapeur est donc la suivante :

Température initiale	Poids de vapeur nécessaire
15 °C (sans power pipe)	4 186 kg
38 °C	2 044 kg
39 °C	1 952 kg

Cette étude permet de chiffrer les gains obtenus par le Power Pipe. Elle concerne les dépenses pour les 2 bacs du tunnel de lavage.

Pour les 2 bacs, le temps de chauffe est de 14 min au lieu de 30 min sans Power Pipe. La consommation journalière de vapeur est de 1 952 kg au lieu de 4 186kg, soit une division par 2.

L'implantation d'un système Power Pipe permet de **réduire le temps de chauffe** des bacs, et donc **augmenter la productivité**, et également **réduire la consommation de vapeur**, et donc permet une **économie financière** au niveau de la consommation de la chaudière.

Norellagg

6.0 Néollagg

Les calculs des gains sont faits avec des logiciels qui prennent en compte les expériences et les mesures faites en laboratoire, aussi bien en France (CSTB COFRACE) qu'au Canada et au Québec.

Néanmoins, comme souvent au départ de chaque projet, il faut se baser sur des hypothèses qui sont souvent des moyennes ou des similitudes avec d'autres cas.

Afin de répondre aux demandes de plus en plus fréquentes de nos clients, nous proposons de suivre, à distance, par notre outil **NEOLAGG** :

- la performance de la batterie de Power Pipe, par un calorimètre, sans intrusion
- et la maintenance, si nécessaire, par des relevés de températures.

3.1 Performances

Ces informations sont transmises par GSM, Wifi ou Internet et sont donc accessibles, de façon sécurisée, sur des pages Web par les utilisateurs autorisés.



Ces informations sont sous formes de tableaux, de rapports réguliers envoyés (mail, sms). C'est le client qui construit son reporting sur son ordinateur avec un outil simple et convivial. Cette solution peut être étendue pour de nouveaux compteurs, voir pour d'autres informations (températures, pressions, défaut, données de process en tout genre).

3.2 Maintenance

Il n'y a pas de maintenance particulière pour le Power Pipe. Une simple visite suffit. Mais un contrôle est toujours rassurant.

Nous avons sélectionné des instruments de mesures qui ne viennent pas perturber la batterie de Power Pipe. Il n'y a pas d'instrument dans les tuyaux (pas de mesure de débit à l'intérieur d'un tuyau). Tous les capteurs peuvent être changés sans arrêter les flux d'eaux et sans mise en place de by-pass.

7.0 Annexe 1 : Définition de la hauteur utile

La hauteur utile (voir Figure 2) représente la hauteur totale du système de récupérateur de chaleur, incluant le réceptacle et la nourrice. Il est important de considérer la longueur et la pente des tuyaux d'évacuation pour déterminer la hauteur utile disponible dans un local. Pour cette raison, la hauteur utile est en général inférieure à la hauteur sous plafond.

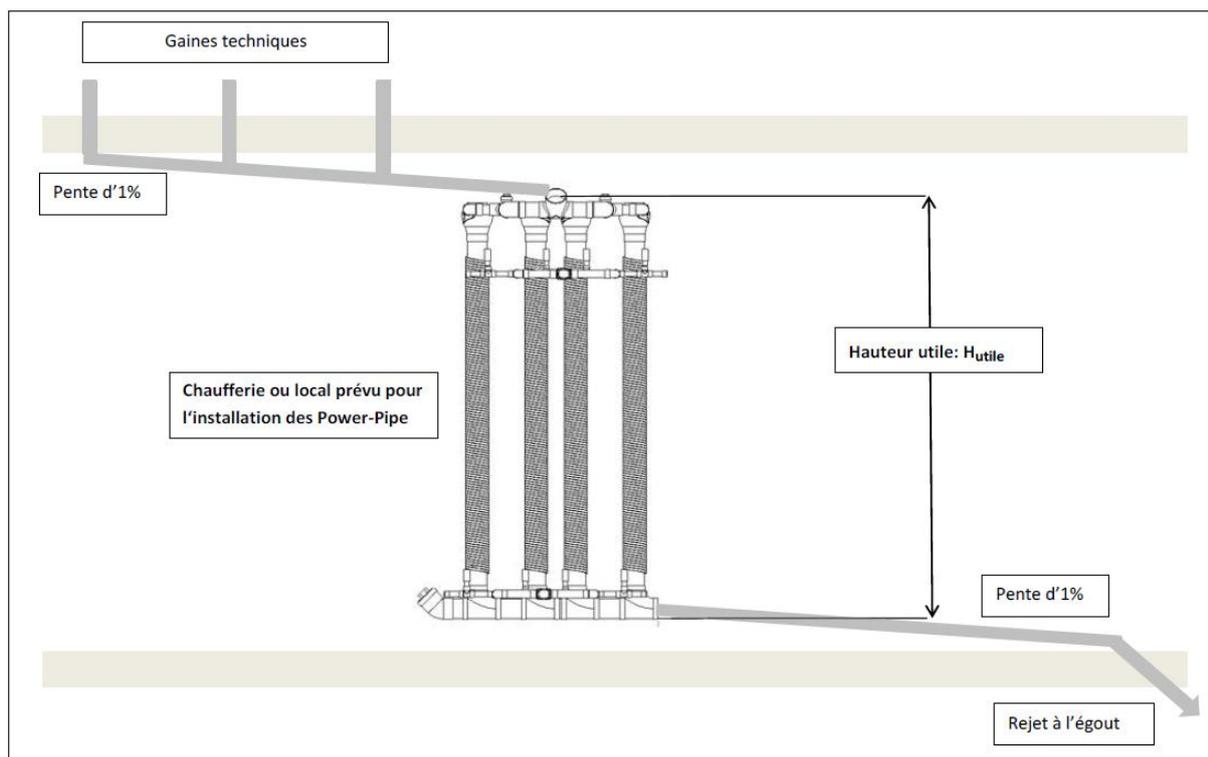
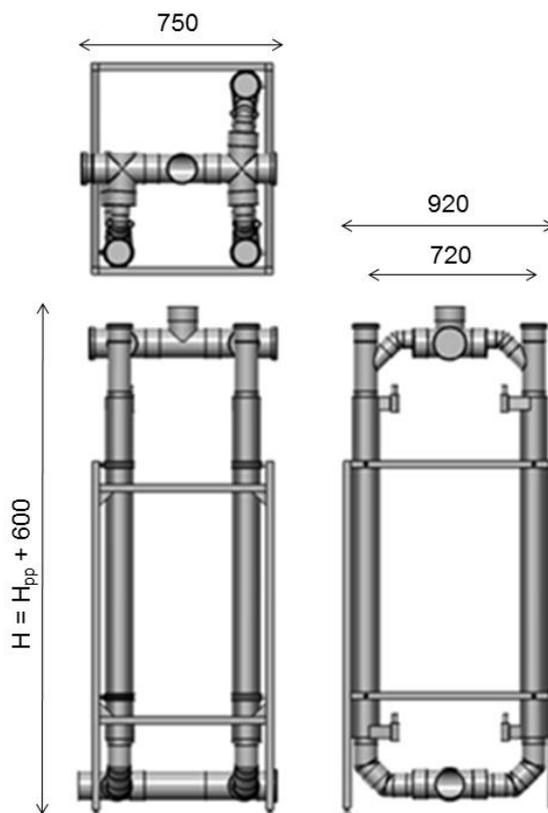
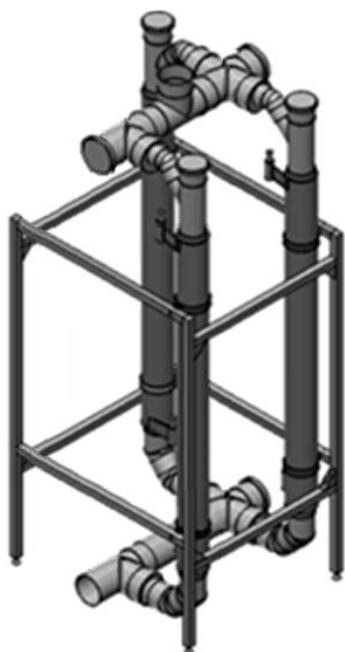


Figure 2 – Exemple de la hauteur utile pour une batterie de Power Pipe

8.0 Annexe 2 : Dimensions des systèmes groupés

Système groupé parallèle GP3

1. Dimensions en mm
2. H_{pp} : Hauteur Power-Pipe
3. Emprise au sol : 0,69 m²



Système groupé aligné GA3

1. Dimensions en mm
2. H_{pp} : Hauteur Power-Pipe
3. Emprise au sol : 0,57 m²

