



CAMPUS
D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE FORMATION PROFESSIONNELLE

Année universitaire **2020-2021**

Calories en sous-sol

- Mécanique des fluides -

Présenté par **FEREZ Lucas, GRIMAUD Mathis, GERACE Rémi, Pierre-Yvon QUEMENER**

Sous la direction de **Yann MARREC**, pilote de la promotion.

PROJET MECANIQUE DES FLUIDES

GROUPE 6 : REMI GERACE, LUCAS FEREZ, PIERRE-YVON QUEMENER ET MATHIS GRIMAUD

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1 :	3
1. Contexte	3
2. Critère :	3
2.1 Matrice :	3
2.2 Détail des critères :	3
Critère 1 : Cahier des charges.	3
Critère 2 : Entretien	5
Critère 3 : Le coût	6
Critère 4 : Environnement	6
3. Contraintes :	6
3.1 (Collecteur du Nord)	6
3.2 Equipements	8
3.3 ThermLiner	8
3.4 Energido	9
CHAPITRE 2 : SE CHAUFFER AUX EAUX USEES	10
I / Critères de la PAC	10
II / Choix de la PAC	16
III / Modifications potentielles de la surface d'échange	18
IV / Débit entre échangeur et PAC côté froid	19
V / Dimensionnement de l'échangeur	19
CHAPITRE 3 : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU	20
I / Calcul de pertes de charges	20
II / Echangeur spiralé	22
III / Broyeur	22
IV / Dimensionnement / Choix de pompe	22

Chapitre 1 :

1. Contexte

La Mairie de Paris a mis en place des orientations énergétiques à travers le Plan Climat Air Énergie Territorial. Il fixe l'objectif ambitieux d'une neutralité carbone pour l'année 2050.

Nous sommes chargés de choisir entre deux échangeurs. Pour ce faire, nous devons dans un premier temps définir des critères afin de choisir le bon échangeur.

2. Critère :

2.1 Matrice :

	CDC	Entretien	Le coût	Environnement
Thermliner				
Energido				

2.2 Détail des critères :

Critère 1 : Cahier des charges

Capacité de fluides

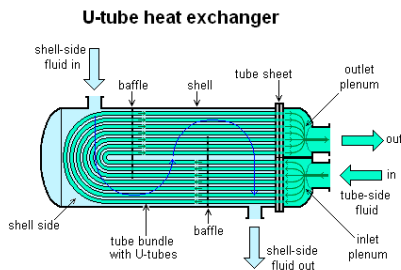
Certains échangeurs peuvent accepter des quantités de fluides plus importantes ainsi dans les cas où il y aurait des grandes quantités d'eau à traiter, il serait préférable d'utiliser un échangeur avec une plus grande capacité. Ainsi les échangeurs à tubes sont plus adaptés aux grandes quantités d'eau que les échangeurs à plaques.



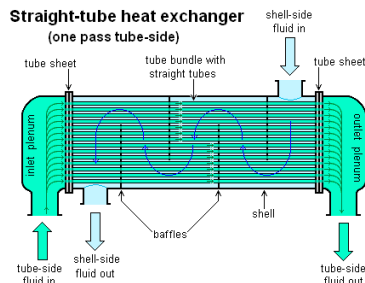
Pression de travail

Il faut veiller à bien choisir son échangeur en fonction de la pression à laquelle il est soumis, Certains type d'échangeurs sont étudiés pour résister aux fortes pressions.

Échangeur à tubes en U



Échangeur à faisceau tubulaire horizontal



Échangeur à faisceau tubulaire vertical



Ainsi les échangeurs à tubes peuvent subir des pressions plus élevées que les échangeurs à plaques.

température supportée

Les échangeurs peuvent être soumis à de très hautes températures.

Les échangeurs à plaques soudés sont les seuls échangeurs résistants aux hautes températures. Les autres ne peuvent pas atteindre des températures supérieures à 200°C.

Débit

Débit calorifique

Le débit calorifique d'un fluide est le produit :

du débit-masse de ce fluide

par sa chaleur massique

$$\text{débit calorifique} = \dot{m} \cdot c$$

Dans le cas des échangeurs à contre courant, la variation de l'écart de température entre le primaire et le secondaire, selon x , dépend du signe du paramètre " k_{hi} ". Ce signe dépend des débits calorifiques en présence :

si le débit calorifique du fluide primaire est supérieur à celui du secondaire, l'exponentielle est croissante selon x :

l'écart de température croît selon x tout au long de l'échange,

on dit que le fluide primaire épuise le fluide secondaire...

si le débit calorifique du fluide secondaire est supérieur à celui du fluide primaire, l'exponentielle est décroissante selon x :

l'écart de température décroît selon x tout au long de l'échange,

on dit que le fluide secondaire épuise le fluide primaire...

si les deux débits calorifiques sont égaux, l'exponentielle est égale 1 :

l'écart de température est constant durant tout l'échange,

aucun fluide n'épuise l'autre...

Perte de charge

Perte de charge : échangeur à tubes

Le principe de construction de cet échangeur limite fortement la perte de charge des fluides en circulation, que ce soit dans la calandre ou dans les tubes.

Perte de charge : échangeur à plaques

La perte de charge est importante pour les deux fluides en raison des turbulences provoquées par la forme des plaques.

Dimensionnement thermique

Les échangeurs à tubes gagnent en dimensions. Ils peuvent accueillir d'importantes quantités de fluides que les échangeurs à plaques.

Pour réaliser le **dimensionnement d'un échangeur de chaleur**, il faut considérer plusieurs phénomènes thermiques :

- La **convection** forcée de chacun des 2 fluides. La convection est la transmission calorifique entre une paroi et un fluide en déplacement, tous deux ayant des températures différentes. Dans le cas des échangeurs thermiques, on parle de convection forcée puisqu'elle est provoquée par circulation artificielle (pompes, turbines, ventilateurs...)
- La **conduction**. C'est le transfert calorifique qui s'effectue naturellement à travers les parois, les plaques et les tubes. Ce phénomène repose sur le principe d'agitation thermique sans qu'il y ait déplacement de matière.
- Le **rayonnement thermique** qu'on peut considérer comme négligeable.

taille

La taille est un critère important selon l'espace dont on dispose.

Les échangeurs tubulaires sont plus encombrants, tandis que ceux à plaque sont eux redimensionnables.

Critère 2 : Entretien

Maintenance plus ou moins régulière et plus ou moins simple.

Pour exemple, étant donné sa taille imposante et son encrassement fréquent, l'échangeur à tubes requiert une maintenance plus renforcée et plus fréquente que les échangeurs à plaques qui sont eux autonettoyants.



Démontage

Les échangeurs à plaques et à joints et les échangeurs à plaques brasées sont très facile à démonter contrairement aux échangeurs à plaques soudées et aux échangeurs a tubes.



Critère 3 : Le coût

Il faut prendre en compte le prix de l'installation et le prix de l'échangeur en lui-même pour calculer l'amortissement des coûts

Critère 4 : Environnement

Il faut que l'échangeur respecte certaines normes environnementales D'une part pour la consommations d'énergie et d'autre part pour la chaleur qu'il émet.

3. Contraintes :

3.1 (Collecteur du Nord)

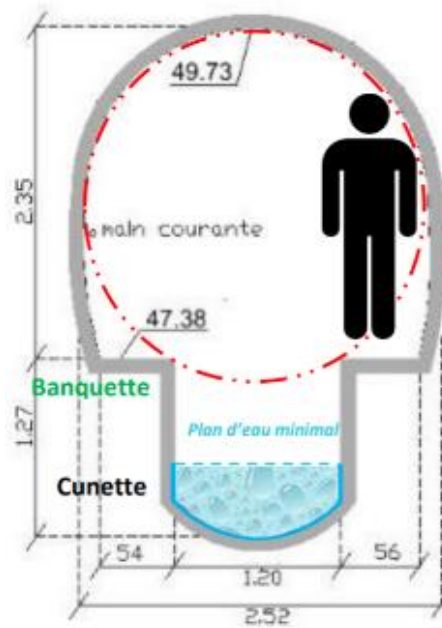


Objectif : neutralité Carbon pour 2050

Température des effluents pour les ouvrages : 10°C à 20°C avec une moyenne de 14°C (Décembre à Février)

Récupération d'énergie : 45000 MWh de chaleur par jour

Dimensions :



Caractéristiques :

Caractéristiques :

Longueur potentielle : 165 ml de tronçon

Profil de la Cunette : arrondie

Diamètre de la voûte : 2,52 m

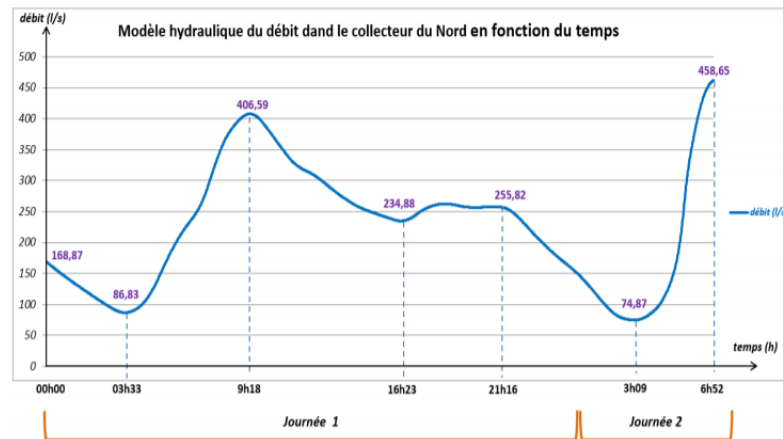
Linéaire de section mouillée : 1,78 m

Hauteur d'eau minimale : 50 cm

Débit régulé par les vannes : 167 l/s*

T°C ambiante : +10° à +20°

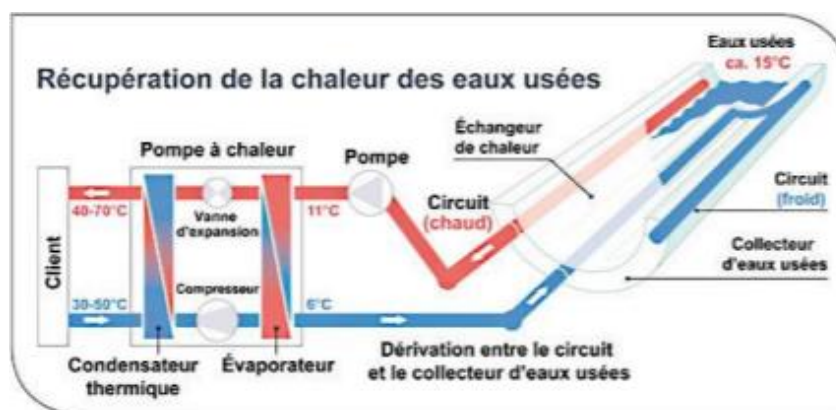
Cycles du débit : 7h à 9h (maximum à 462,0 l/s) et de 17h à 21h avec des baisses le reste de la journée et un minimum à 3h du matin à 74,6 l/s.



3.2 Equipements

- Consommation totale (5 établissements réunis) : 2500 MWh par an
- Consommation chaufferie d'un bâtiment : 300 MWh par an
- Température de l'eau de la chaufferie : 60°C pour 0°C à l'extérieur
- La chaufferie possède une réserve de 2m³

3.3 ThermLiner

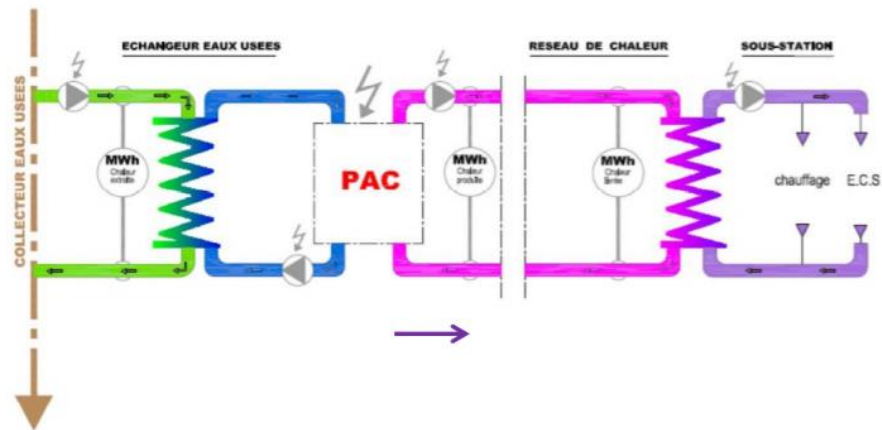


Contient un fluide caloporteur (eau potable ou glycolée) qui circule en boucle fermée et qui passe de 6°C à 11°C au contact de l'échangeur.

Contient des modules

Durée de vie de 50 ans

3.4 Energido



Transfert l'énergie des eaux usées vers le fluide caloporteur => contrecourant.

Matériau du corps : Fonte grise

Matériau des couteaux : Acier traité

Epaisseur des couteaux : 5 mm

Puissance moteur : 4kW

Rendement énergétique moteur : IE3

CHAPITRE 2 : SE CHAUFFER AUX EAUX USEES

I / Critères de la PAC

II.1) Contraintes

- Couvrir plus de 75% des besoins énergétiques à partir de la chaleur de l'égout
- La température intérieure dans les locaux doit être de 19°C
- Les circuits de chauffage central sont dimensionnés actuellement pour une eau entrée radiateur à 60° lorsque la température extérieure est minimum.
- Le choix du constructeur proposé par le comité de pilotage est CIAT
- Elle doit être équipée d'un moteur à vitesse variable
- Elle doit disposer également d'une réserve d'eau chaude de 2m3
- La température de sortie d'eau chaudière doit être compatible avec celle de la PAC

I.2) Performances des PAC

GeoCIAT Power :

Plage d'utilisation :

Puissance calorifique de 12.5 à 27kW en régime 0/-3°C 30/35°C

Puissance calorifique de 16.5 à 38kW en régime 10/7°C 30/35°C

Utilisation :

Pompe à chaleur chauffage seul sur sonde verticale ou horizontale (sur nappe phréatique en option) pour le chauffage en habitat individuel ou petit tertiaire. Rafraîchissement passif en option (option Geocooling).

GeoCIAT™ Power intègre tous les composants hydrauliques coté capteur et émetteurs, elle peut être raccordée à des émetteurs type plancher chauffant rafraîchissant, unités terminales (ventilo-convecteurs, cassettes à eau) ou radiateurs basse température.

Descriptif :

Appareil monobloc complet

Carrosserie en tôle galvanisée laquée

Panneaux de façade en plastique ABS

Compresseur Scroll R410A

Module hydraulique sur chacun des 2 échangeurs avec circulateurs classe A à vitesse variable et vases d'expansion 12L

Régulation HomeConnect avec station de contrôle radio (protocole radio IO Homecontrol®)

Options disponibles : eau chaude sanitaire ; geocooling, chauffage piscine

GeoCIAT Modular :

Plage d'utilisation :

Puissance calorifique de 5 à 9 kW en régime 0/-3°C 30/35°C

Puissance calorifique de 7 à 13 kW en régime 10/7°C 30/35°C

Utilisation :

Pompe à chaleur réversible sur sonde verticale ou horizontale (sur nappe phréatique en option) pour le chauffage en habitat individuel ou petit tertiaire. Rafraîchissement passif en option (option Geocooling).

GeoCIAT™ Modular intègre tous les composants hydrauliques coté capteur et émetteurs, elle peut être raccordée à des émetteurs type planchers chauffants rafraîchissants, unités terminales (ventilo-convecteurs, cassettes à eau) ou radiateurs basse température.

Descriptif :

Appareil monobloc complet

Carrosserie facilement démontable en tôle galvanisée laquée

Panneaux de façade en plastique ABS

Châssis modulaire autoportant KUB désolidarisé de la carrosserie

Compresseur Scroll R410A

Echangeurs à plaques brasées asymétriques traversants

Module hydraulique sur chacun des 2 échangeurs avec circulateurs classe A à vitesse variable et vases d'expansion 10L

Module de régulation HomeConnect avec station de contrôle radio (protocole radio IO Homecontrol®)

Options eau chaude sanitaire et bouteille de mélange 6 piquages disponibles dans un module KUB pour une installation rapide à poser et un rendu impeccable

Dynaciat LG :

Plaged'utilisation:

Puissance frigorifique de 25 à 190 kW

Puissance calorifique de 30 à 230 kW

Utilisation :

Groupe d'eau glacée refroidi par eau de nappe, capteurs enterrés, aéroréfrigérant ou tour de refroidissement de moyenne puissance.

Pompe à chaleur Eau/eau

Destiné au rafraîchissement et/ou chauffage en habitat collectif, tertiaire, industrie ou santé, ces appareils peuvent être raccordés à des émetteurs comme les planchers chauffants rafraîchissants, les unités de confort (ventilo-convecteurs, cassettes à eau) ou les centrales de traitement d'air. Ils sont conçus pour être implantés en standard à l'intérieur d'un local hors gel et hors intempéries.

Cette gamme est optimisée pour le fluide écologique HFC R410A. L'utilisation de ce fluide frigorigène permet de répondre aux cahiers des charges les plus exigeants en matière de protection de l'environnement et d'efficacité énergétique saisonnière ESEER élevée.

Descriptif :

Fluide frigorigène R410A

Matériel compact à faible surface au sol

Appareil entièrement carrossé en panneaux de tôles laquées démontables

1 ou 2 circuits frigorifiques indépendants

Détendeur(s) électronique(s)

1 à 4 compresseurs SCROLL nouvelle génération à haut rendement

Echangeurs à eau à plaques brasées

Contrôle de débit

Armoire électrique équipée avec **transformateur de télécommande, interrupteur de sécurité.**

Module de contrôle à microprocesseur Connect Touch avec de nombreuses fonctions auto adaptatives

Interface par **écran tactile couleur 4''3 multilingue et intuitif.**

Web server (IP) permettant accès à l'écran interface

Communication avec GTC protocole MODBUS/JBUS en standard - LON et Bacnet en option

Dynaciat power :

Plage d'utilisation :

Puissance frigorifique de 220 à 720 kW

Puissance calorifique 250 à 820 kW

Utilisation :

La nouvelle génération de groupes de production d'eau glacée à condensation par eau et pompe à chaleur eau/eau **DYNACIAT^{POWER}** offre une solution optimale à toutes les applications de refroidissement ou de chauffage rencontrées sur les marchés Bureaux, Santé, Industrie, Administration, Commerce et Résidentiel collectif.

Ces appareils sont conçus pour être implantés à l'intérieur d'un local technique hors gel et hors intempéries.

Cette nouvelle gamme est optimisée pour le fluide écologique **HFC R410A**. L'utilisation de ce fluide frigorigène permet de répondre aux cahiers des charges les plus exigeants en matière de protection de l'environnement et d'efficacité énergétique saisonnière ESEER élevée.

Descriptif :

Fluide frigorigène R410A

Matériel compact à faible surface au sol pour une implantation intérieure

Châssis réalisé en tôle peinte RAL 7024 - 7035

2 circuits frigorifiques indépendants

Compresseurs SCROLL de nouvelle génération à haut rendement

Echangeurs à plaques brasées à 2 circuits frigorifiques

Armoire électrique équipée avec transformateur de télécommande, interrupteur de sécurité, numérotation filerie et repérage des principaux composants électriques

Pilotage par automate CIAT multilingue version CONNECT 2 avec de nombreuses fonctions anticipatives et gestion maître/esclave de 2 machines

Communication avec GTC par sortie RS 485 (MODBUS/JBUS et Ethernet en standard - LON en option

Hydrociat LW :

Plage d'utilisation :

Puissance frigorifique de 270 à 1 760 kW

Utilisation :

La gamme de groupes de production d'eau glacée à condensation par eau **HYDROCIAT** offre une solution optimale à toutes les applications de refroidissement rencontrées sur les marchés Bureaux, Santé, Industrie, Administration, Commerce et Résidentiel collectif.

Ces appareils sont conçus pour être implantés à l'intérieur d'un local technique hors gel et hors intempéries.

Cette gamme est optimisée pour le fluide écologique **HFC R134a**. L'utilisation de ce fluide frigorigène permet de répondre aux cahiers des charges les plus exigeants en matière de protection de l'environnement et d'efficacité énergétique élevée.

Descriptif :

Fluide frigorigène **R134a**

Matériel compact à faible surface au sol pour une **implantation intérieure**

Châssis réalisé en tôle peinte RAL 7024

1 ou 2 circuits frigorifiques indépendants

Compresseur(s) double vis équipé d'un silencieux de refoulement

Evaporateur multitubulaire type noyé équipé d'un **contrôleur de débit d'eau**

Condenseur à eau multitubulaire avec séparateur d'huile intégré

Armoire électrique équipée avec **transformateur de télécommande, interrupteur de sécurité.**

Module de contrôle à microprocesseur Connect Touch avec de nombreuses fonctions auto adaptatives

Interface par écran tactile couleur 5'' multilingue et intuitif.

Web server (IP) permettant accès à l'écran interface à distance et alerte défaut par email

Documentation technique intégré au régulateur

Communication avec GTC protocole MODBUS/JBUS en standard – (LON et Bacnet en option

Hydrociat turbo :

Plage d'utilisation :

Puissance frigorifique de 550 à 1600 kW

Puissance calorifique de 650 à 1875 kW

Utilisation :

La dernière génération des refroidisseurs d'eau et pompes à chaleur eau-à-eau **HYDROCIAT^{TURBO} LWT** sont la solution parfaite pour toutes les applications de refroidissement et de chauffage dans les bureaux, les hopitaux, l'industrie, l'administration, les centres commerciaux et les data centers.

Descriptif :

Fluide frigorigène **R134a**

Matériel compact à faible surface au sol pour une **implantation intérieure**

Châssis réalisé en tôle peinte RAL 7024

1 ou 2 circuits frigorifiques indépendants

Compresseur(s) centrifuge à double étages

Palier à lévitation magnétique

Absence d'huile

Evaporateur multitubulaire type noyé équipé d'un **contrôleur de débit d'eau**

Condenseur à eau multitubulaire

Armoire électrique équipée avec **transformateur de télécommande, interrupteur de sécurité.**

Module de contrôle à microprocesseur Connect Touch avec de nombreuses fonctions auto adaptatives

Interface par écran tactile couleur 5'' multilingue et intuitif.

Web server (IP) permettant accès à l'écran interface à distance et alerte défaut par email

Documentation technique intégré au régulateur

Communication avec GTC protocole MODBUS/JBUS en standard – (LON et Bacnet en option

II / Choix de la PAC

II.1) Calcul de la puissance nécessaire

Afin de pouvoir choisir une pompe à chaleur qui pourra atteindre les objectifs attendus, il nous faut calculer la puissance nécessaire dans le but de couvrir plus de 75% des besoins énergétiques.

Pour cela, nous savons que ceux-ci sont de $E = 300\text{MWH}$ par an.

A partir de cette information, nous pouvons donc calculer la puissance moyenne :

En effet, $P = E / \Delta T$

Avec P en KW

E en WH

ΔT en heures en multipliant 365 par 24 (nombre d'heures d'une journée)

$$P = (300 \cdot 10^6) / (365 \cdot 24)$$

$$= 34,25 \text{ KW}$$

La puissance moyenne à fournir par la PAC est donc de **34,25 KW** pour subvenir aux besoins de la chaufferie.

A présent, nous pouvons donc calculer la puissance maximale de la PAC :

En réalisant la somme des écarts journaliers moyens de températures, nous pouvons affirmer que le DJU est égal à 1937.

$$\text{DJU}/365 = 1937/365 = 5,31$$

On sait que **ΔT moyen est de 5,31 °C.**

Par la suite, nous pouvons déterminer le ΔT_{max} grâce aux informations que nous possédons :

Pour cela, il faut soustraire à la température intérieure en hiver la température extérieure. Soit :

$$19 - (-1) = 20^\circ\text{C}$$

Maintenant, nous avons la possibilité de trouver la puissance maximale de la PAC à l'aide d'un produit en croix :

$$(20/5,31) * 34,25 = \mathbf{129 \text{ KW}}$$

Cependant, nous devons couvrir **75%** des besoins en énergie donc nous effectuons le calcul suivant :

$$129 * 0,75 = 96,75 \text{ KW}$$

La puissance maximale de la PAC a donc été déterminée à **96,75 KW**.

II.2) Choix de la PAC

Maintenant que la puissance nécessaire est connue, nous pouvons effectuer le choix de notre pompe à chaleur parmi celles qui étaient proposées.

En analysant les puissances de la gamme de produits des pompes eau/eau, le choix s'est dirigé vers la pompe **DYNACIAT LG HW2 260** car la puissance nécessaire calculée peut être assumée par cette pompe.

En effet, en analysant le tableau ci-dessous, nous choisissons une pompe supérieure à notre puissance maximale (96,75KW) afin d'avoir une marge de sécurité suffisante :

DYNACIAT LG				080	090	100	120	130	150	180	200	240	260	300
Chauffage														
Unité standard Performances pleine charge*	HW1	Capacité nominale	kW	30	35	38	44	51	56	70	77	89	101	114
		COP	kW/kW	5,48	5,48	5,44	5,47	5,43	5,45	5,49	5,40	5,46	5,42	5,47
	HW2	Capacité nominale	kW	29	33	36	43	49	54	68	74	85	97	108
		COP	kW/kW	4,31	4,33	4,32	4,33	4,37	4,31	4,35	4,30	4,27	4,36	4,29
	HW3	Capacité nominale	kW	28	33	35	41	47	52	65	73	81	93	103
		COP	kW/kW	3,57	3,61	3,59	3,58	3,65	3,59	3,55	3,60	3,51	3,68	3,54
Unité standard Efficacité énergétique saisonnière**	HW1	SCOP _{30/35°C}	kWh/kWh	5,35	5,33	5,24	5,28	5,23	5,26	5,95	5,9	5,93	6,01	6,03
		η _{s heat} _{30/35°C}	%	206	205	202	203	201	202	230	228	229	232	233
	HW3	SCOP _{47/55°C}	kWh/ kWh	4,31	4,31	4,29	4,31	4,33	4,28	4,79	4,83	4,74	4,96	4,81
		η _{s heat} _{47/55°C}	%	164	164	163	164	165	163	184	185	181	191	184
		P _{rated}	kW	32	37	40	47	54	59	75	83	93	106	118
		Etiquette énéraétique	kW/kW	A++	A++	A++	A++	A++	A++	-	-	-	-	-

III / Modifications potentielles de la surface d'échange

Durant cette partie, nous devons déterminer si la surface d'échange doit être augmentée et si oui, de combien de %.

III.1) Prise de décision

L'entreprise de chauffage avait proposé d'augmenter la surface d'échange de chaleur. Nous sommes d'accord avec celle-ci car, sans cette augmentation, les objectifs de température ne peuvent pas être atteints. Nous avons donc procédé à des calculs dans le but de trouver le pourcentage de cette évolution.

II.1) Calcul de l'augmentation de surface

Nous connaissons la formule suivante :

$$P = A \cdot U \cdot \Delta t \text{ soit } A = P / (U \cdot \Delta t)$$

Avec P en W

A en m^2

U coefficient d'échange surfacique en W/m^2K

Δt en K

$P_1 = \text{chaudière} + \text{PAC} + \text{radiateur}$

$P_2 = \text{radiateur} + \text{chaudière}$

$\Delta t_1 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\Delta t_2 = 7 \text{ } ^\circ\text{C}$

Afin de trouver l'augmentation de la surface d'échange nécessaire, nous réalisons le ratio des 2 formules.

Or Δt est la seule variable donc nous pouvons poser le ratio suivant : **$\Delta t_1 / \Delta t_2 = 10 / 7$**

$= 1,43$

Nous pouvons donc affirmer que la surface doit être multipliée par 1,43 soit, une augmentation de 43%.

IV / Débit entre échangeur et PAC côté froid

A présent, nous devons calculer le débit minimum côté froid entre l'échangeur et la PAC afin de pouvoir alimenter le réseau de chaufferie et parvenir aux objectifs.

En effet, cette donnée influe fortement sur la manière dont l'eau va se chauffer ainsi que sur l'efficacité du système. De plus, il est inutile de mettre en place un débit trop important car cela pourrait endommager l'installation et réaliser une dépense énergétique anormale.

Pour obtenir cette donnée, nous connaissons une formule qui prend en compte la puissance de l'échangeur, la chaleur massique de l'eau et la différence de températures entre l'entrée et la sortie du fluide froid (puissance frigorifique) :

$$\text{Si } \text{COP} = Q_c / W \text{ et } Q_c = W + Q_f \text{ alors } Q_f = Q_c \left(1 - \frac{1}{\text{COP}}\right) \text{ et } P_f = P_c \left(1 - \frac{1}{\text{COP}}\right)$$

$$P_f = 96,75 * \left(1 - \frac{1}{4,36}\right) = 74,54 \text{KW}$$

$$P = Q * C * \Delta t$$

Avec P en kW

Q en m^3/h

Δt en $^{\circ}\text{C}$

C en $\text{kWh}/\text{m}^3.\text{K}$

$$\text{Donc : } Q = P / (C * \Delta t)$$

$$\text{Soit : } Q = 74,54 / (1,16 * (10-7))$$

$$= 21,42 \text{ m}^3/\text{h}$$

Après ce calcul, nous pouvons donc affirmer qu'il est nécessaire de fixer un débit entre l'échangeur et la PAC côté froid à **21,42 m³/h**.

V/ Dimensionnement de l'échangeur

Premièrement, nous avons procédé au choix de l'échangeur. Au vu des puissances échangées et nécessaires, nous choisissons un échangeur de model 30L.

CHAPITRE 3 : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

I / Calcul de pertes de charges

Dans un premier temps, nous nous sommes chargés de calculer les différentes pertes de charges (régulières et singulières) sur le circuit froid ainsi que sur le circuit eaux usées. Pour les pertes de charges singulières, nous avons réalisé un excel listant les ratios/coefficients de pertes de charges dans les composants « standards » comme les vannes, les coudes et/ou réducteurs pour nous aider (voir en annexe). Néanmoins, puisqu'il nous manque le coefficient de contraction total, nous n'avons pas pu le terminer correctement.

Circuit froid :

Perte de charge régulière :

$$V_f = (4 \cdot Q) / (\pi \cdot D^2) = (4 \cdot 0,006) / (\pi \cdot (0,1)^2) = 0,76 \text{ m/s.}$$

Ensuite, on utilise de nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

Re : nombre de Reynolds s.u.

V : vitesse débitante en m/s

D : diamètre en m

ν : viscosité cinématique en m^2/s

μ : viscosité dynamique en $\text{kg l}(\text{m.s})$

ρ : masse volumique en kg/m^3

0,76
0,1

10^{-3}
1000

Soit $Re = 76\,000$.

Le nombre de Reynolds obtenu est donc supérieur à 4000, donc dans ce cas là l'écoulement est dit « turbulent ».

On utilise donc la formule suivante pour déterminer la perte de charge régulière dans le circuit froid :

$$\Delta P_f = (\rho \cdot \lambda \cdot L \cdot V^2) / (2 \cdot D)$$

Avec $\lambda = 0,3164 \cdot Re^{-0,25}$ et $L = 8\text{m}$

D'où $\Delta P_f = 382,24 \text{ j/kg}$.

La perte de charge dans ce cas est donc de $382,24 \text{ j/kg}$.

Perte de charge singulière :

Par manque de temps et d'effectif, nous n'avons pas pu terminer cette partie. Néanmoins voici la formule qu'il aurait fallu utiliser :

$$\Delta P = (\zeta * \rho * V^2)/2$$

Avec ζ = coefficient de contraction, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $V = 0,76 \text{ m/s}$.

Voici nos pistes de recherches (qui n'ont pas pu être abouties) :

-> coefficient de perte de charge des coude $180^\circ = 0,6$

-> Pour les réducteurs on part du principe que chaque angle fait 60° (hypothèse : triangle équilatéral chaque côté fait 2,5 pouces) et que donc le coefficient de réduction 0,157

Circuit eaux usées :

Perte de charge régulière :

$V_{eu} = V_f = 0,76$ et $Re_{eu} = Re_f = 76\,000$.

Le nombre de Reynolds obtenu est donc à nouveau supérieur à 4000, donc dans ce cas là l'écoulement est dit « turbulent ».

On utilise donc la formule suivante pour déterminer la perte de charge régulière dans le circuit froid :

$$\Delta P_f = (\rho * \lambda * L * V^2)/(2 * D)$$

Avec $\lambda = 0,3164 * Re^{0,25}$ et $L = 4\text{m}$

D'où $\Delta P_f = 220,1 \text{ j/kg}$.

La perte de charge dans ce cas est donc de 220,1 j/kg.

Perte de charge singulière :

Par manque de temps et d'effectif, nous n'avons pas pu terminer cette partie. Néanmoins voici la formule qu'il aurait fallu utiliser :

$$\Delta P = (\zeta * \rho * V^2)/2$$

Avec ζ = coefficient de contraction, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $V = 0,76 \text{ m/s}$.

Voici nos pistes de recherches (qui n'ont pas pu être abouties) :

-> coefficient de perte de charge des coude $180^\circ = 0,6$

-> Pour les réducteurs on part du principe que chaque angle fait 60° (hypothèse : triangle équilatéral chaque côté fait 2,5 pouces) et que donc le coefficient de réduction 0,157

II / Echangeur spiralé

Lors du dernier livrable et plus précisément de la dernière étape qui consistait à dimensionner l'échangeur, nous sommes partis du principe que nous avons choisi un échangeur de model 30L. A l'aide du tableau ci-dessous, nous pouvons déduire le diamètre de celui-ci (Nozzles).

	Heat transfer area s	Dy	Ht = Body / 0.6	Spacing	A : Epaisseur passage chaud B : Epaisseur passage froid	Nozzles	Weight (empty)
Model	m2 (ft2)	mm (inch)	mm (inch)	mm (inch)		mm (inch)	kg (lbs)
2S	2 (21)	425 (17)	500 (20)	A=B= 5 (0.2)		50 (2)	185 (408)
2L	2,1 (23)	425 (17)	600 (24)	A=B=8 (0.3)		50 (2)	195 (430)
4S	4,3 (46)	480 (19)	600 (24)	A=B= 5 (0.2)		50 (2)	285 (628)
4L	4 (43)	480 (19)	700 (27)	A=B=8 (0.3)		80 (3)	290 (639)
8S	8 (86)	540 (21)	700 (27)	A=B= 5 (0.2)		50 (2)	420 (926)
8L	8,8 (95)	540 (21)	925 (36)	A=B=8 (0.3)		80 (3)	460 (1014)
13S	13,5 (140)	645 (25)	800 (31)	A=B= 6 (0.24)		80 (3)	680 (1500)
30L	29,3 (315)	825 (32)	1400 (55)	A=12 (0.5)/B=10 (0.4)		100 (4)	1380 (3042)

Nous obtenons donc un diamètre de 100mm soit un format DN100.

Parallèlement, d'après les données fournies, nous savons que la perte de charge de l'échangeur est de 50 000 pascal.

III / Broyeur

Nous devons donc procéder au choix du broyeur. Or, la référence a été choisie dans les docs de référence. En effet, il nous impose d'utiliser la gamme UNIHACKER HPL 300 de la marque Borgeur.

Le tableau nous propose 4 configurations différentes, la configuration avec un diamètre DN100 nous semble la plus adéquate, car elle permettra par la suite de faciliter les raccordements.

Pour finir, nous allons sélectionner le diamètre de nos tuyaux en PVC lisses, le broyeur et l'échangeur ayant un diamètre nominal DN 100, nous décidons donc d'utiliser des tuyaux formats DN 100 ce qui permettra de réduire le nombre de raccords à mettre en place.

IV / Dimensionnement / Choix de pompe

Choix de pompe :

En ce qui concerne la pompe à chaleur, qui est la PAC Dynaciat LG 260, à l'aide du tableau ci-dessous (pris page 216 du catalogue) nous pouvons voir une connexion de 2 pouces soit DN 50.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES



DYNACIAT LG		080	090	100	120	130	150	180	200	240	260	300
Poids en fonctionnement (3)												
Unité standard	kg	191	200	200	207	212	220	386	392	403	413	441
Unité avec pompe simple BP évaporateur	kg	250	258	258	263	266	271	431	435	442	449	465
Unité avec pompe simple BP condenseur	kg	250	258	258	263	266	271	431	435	442	449	465
Unité avec pompe HP simple à vitesse variable évaporateur + pompe HP simple à vitesse variable condenseur	kg	305	313	313	321	327	334	513	521	533	544	574
Compresseurs		Hermétique Scroll 48,3 tr/s										
Circuit A	Nb	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Nombre d'étages de puissance	Nb	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Fluide frigorigène (3)		R410A										
Circuit A	kg	3,5	3,5	3,6	3,7	4	4,6	7,6	7,8	7,9	8,7	11,5
	teqCO ₂	7,3	7,3	7,5	7,7	8,4	9,6	15,9	16,3	16,5	18,2	24
Charge en huile		TYPE : 160SZ										
Circuit A	l	3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,6
Régulation de puissance		Connect Touch Control										
Puissance minimum	%	100	100	100	100	100	100	50	50	50	50	50
Echangeur à eau		Echangeur à plaques à détente directe										
Volume d'eau	l	3,3	3,6	3,6	4,2	4,6	5	8,4	9,2	9,6	10,4	12,5
Pression max. de fonctionnement côté eau sans module hydraulique	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Condenseur		Echangeur à plaques										
Volume d'eau	l	3,3	3,6	3,6	4,2	4,6	5	8,4	9,2	9,6	10,4	12,5
Pression max. de fonctionnement côté eau sans module hydraulique	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Module hydraulique (option)		Pompe, filtre victaulic à tamis, vannes de purge (eau et air), capteurs de pression										
Pompe simple												
Volume vase d'expansion (option)	l	8	8	8	8	8	8	12	12	12	12	12
Pression vase expansion (4)	bar	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Pression max. de fonctionnement côté eau avec module hydraulique	kPa	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Connexions hydrauliques avec / sans module hydraulique		Victaulic®										
Connexions	pouces	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2
Diamètre externe	mm	48,3	48,3	48,3	48,3	48,3	48,3	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3
Peinture carrosserie		Code de couleur RAL 7035 / RAL7024										

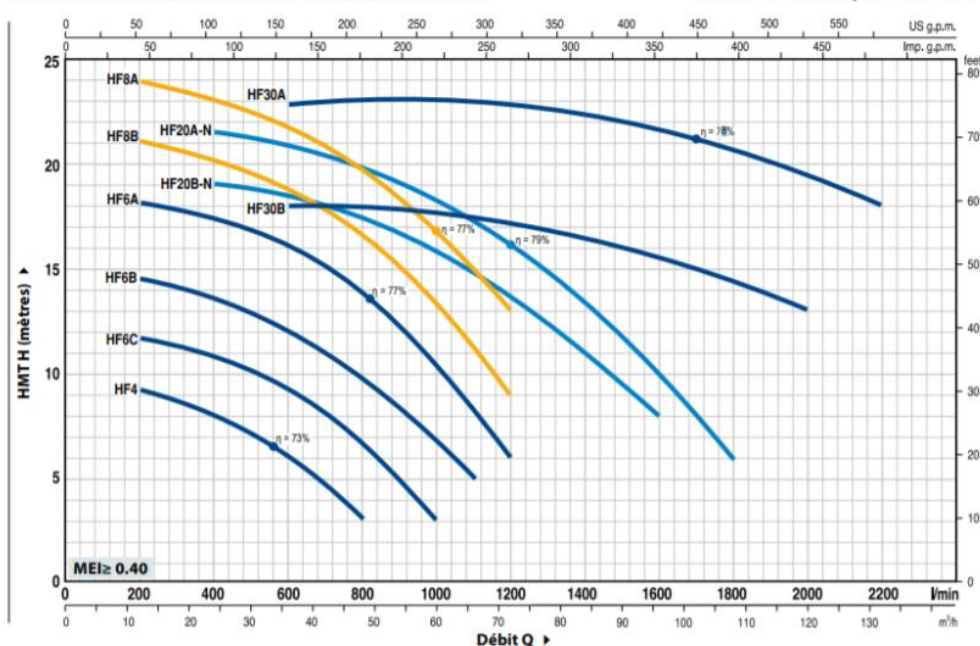
(3) Values are guidelines only. Refer to the unit nameplate.

(4) A la livraison, le prégonflage standard des vases n'est pas nécessairement à la valeur optimale pour l'installation. Pour permettre une libre variation du volume d'eau, adapter la pression de gonflage à une pression proche de celle correspondant à la hauteur statique de l'installation. Remplir l'installation d'eau (en purgeant l'air) à une pression supérieure de 10 à 20 kPa à celle du vase.

Ensuite, pour le choix de la pompe, il faut savoir que le débit d'entrée est fixé à 6 l/s donc 6*3600= 21600 L/h soit 21,6 m³/h après conversion.

COURBES ET CARACTÉRISTIQUES DE PERFORMANCE

50 Hz n= 2900 rpm HS= 0 m



Nous allons nous appuyer sur ce graphique. Tout d'abord, nous nous fixons en abscisse sur la valeur de notre débit, puis nous remontons sur la courbe de la pompe pour obtenir en ordonnée le HMT qui correspond. Soit un HMT de plus ou moins 8,5m. Pour le moment, on suppose que le modèle HF4 est correcte et assez puissante. On choisit donc cette pompe.

On regarde ensuite sur le tableau fourni par le constructeur, ce qui nous permet de conclure sur le fait que nous obtenons un diamètre d'entrée et de sortie de 2,5 pouces soit DN65.

Dimensionnement :

Du fait que nous n'avons pas pu aller au bout et obtenir les différentes pertes de charges singulières, nous n'avons pas pu terminer cette partie, et ce par manque de temps et défaut d'effectif.