

CONSTRUCTION DE L'USINE SIMOND À CHAMONIX



Brevet de technicien supérieur

SOMMAIRE

Remerciements	2
Introduction	3
I. Présentation générale du projet	4
A. Le dossier de consultation des entreprises	4
B. Les différents acteurs du projet.....	5
C. Situation.....	6
D. Répartition de nos tâches.....	8
E. Schéma de principe et analyse fonctionnelle de l'installation	9
II. Détermination des besoins	11
A. Détail des besoins en renouvellement et traitement d'air du bâtiment.....	11
B. Détermination de la puissance de chauffage nécessaire du bâtiment.....	12
C. Vérification de la conformité du bâtiment à la RT 2012.....	15
III. Dimensionnement et sélection des émetteurs	16
A. Le plancher chauffant	16
B. Sélection des radiateurs.....	17
C. Sélection des aérothermes	18
D. Sélection des cassettes plafonnères	18
C. Dimensionnement du réseau Radiateurs/Aérothermes/Cassettes.....	18
IV. Détermination des pertes de charge du réseau	21
A. Les pertes de charge linéaires.....	21
B. Les pertes de charge singulières	21
V. Equilibrage du réseau, choix des vannes et sélection de la pompe	22
A. Equilibrage du réseau	22
B. Dimensionnement de la vanne trois voies	23
C. Dimensionnement de la pompe.....	23
VI. Implantation du réseau (REVIT)	25
VII. Réalisation du devis	26
VIII. Planification des travaux	27
IX. Proposition de variante	28
A. Circuit radiateur	28
B. Circuit aérotherme/cassettes	29
CONCLUSION	31
ANNEXES	32

Remerciements

Je tiens avant tout à remercier l'équipe pédagogique du CFA bâtiment de Chartres. Plus particulièrement M.Prode qui m'a conseillé et encadré tout au long de ce projet, notamment sur les méthodes et outils à utiliser.

Je remercie également la SNEF de m'avoir fait confiance en m'offrant l'opportunité d'effectuer mon apprentissage chez eux. En particulier les personnes qui m'ont accompagné et formé durant ces deux années, c'est-à-dire M.BOULET ainsi que M.OLIVE.

Introduction

Dans le cadre de la **formation BTS Fluides Energies Domotique option Génie climatique et fluide**, nous devons **conduire un projet en équipe** sur **120 heures** qui fait appel aux connaissances acquises durant la formation.

Dans ce projet, nous aurons à charge la partie concernant **le lot CVC uniquement**. L'étude qui nous est confiée se limite à la production et l'émission de chaleur ainsi qu'au renouvellement et au traitement d'air.

Notre équipe sera composée de **3 personnes** :

- ROBIN Alexandre
- SILVESTRE Charly
- NARCE Dusty-Jo

Ce projet sera scindé pour chacun d'entre nous en deux parties principales :

- La **partie commune (30H)**, sur laquelle nous travaillerons tous les trois. Dans cette partie, nous chercherons à déterminer les besoins du client (chauffage, ventilation, traitement d'air)
- La **partie individuelle (90H)**, sur laquelle nous étudierons chacun en détail les solutions techniques liées à un besoin particulier



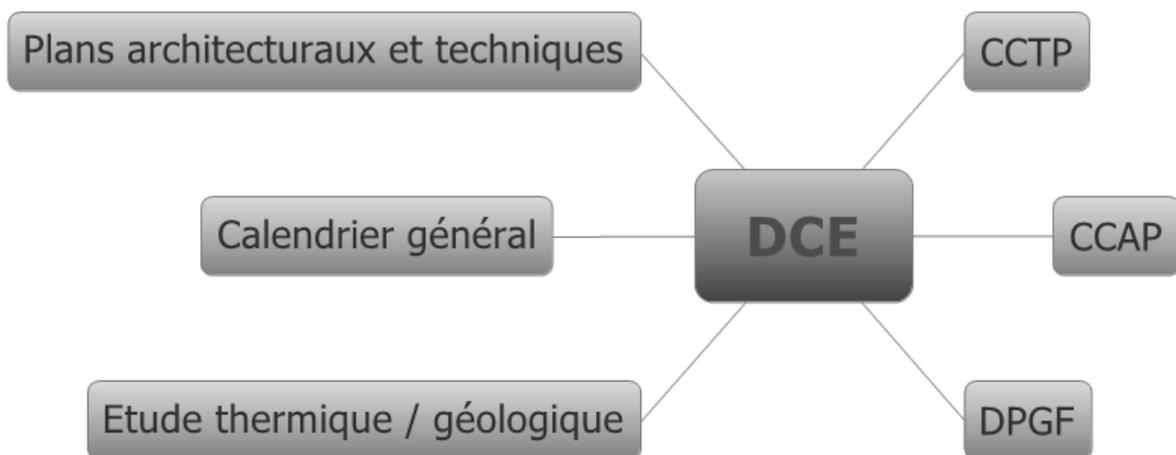
I. Présentation générale du projet

A. Le dossier de consultation des entreprises

Le DCE (Dossier de consultation des entreprises) est un dossier transmis aux entreprises sollicitées dans un appel d'offres privé, et mis à disposition des entreprises candidates lorsque l'appel d'offres est public.

Dans le DCE fourni nous avons à notre disposition :

- Le CCAP (Cahier des clauses administratives particulières) → Document contractuel qui regroupe l'ensemble des obligations juridiques et financières qui régissent l'exécution d'un marché : Conditions de règlement, de financement, garanties, pénalités, conditions de livraison...
- Le CCTP (Cahier des clauses techniques et particulières) → Document contractuel qui regroupe les clauses techniques d'un marché public
- Le DPGF (Décomposition du prix global et forfaitaire) → Document dans lequel l'entreprise va détailler les prestations ainsi que le coût et le quantitatif de ces dernières
- Différentes études techniques (Thermique/Géologique...)
- Un calendrier général de l'intervention des différents corps de métier
- Les plans architecturaux et techniques (CVC, ELEC...)



B. Les différents acteurs du projet

Ce projet nécessite l'intervention de multiples acteurs :

- Le maître d'ouvrage : **SIMOND**



- Coordinateur de Sécurité et protection de la santé / Bureau de contrôle : **VERITAS**



- Géotechnicien : **Betech**



- Géomètre : **Géomesure**



- Architecte / Economiste / BET structure / BET fluides / VRD : **PATRIARCHE**

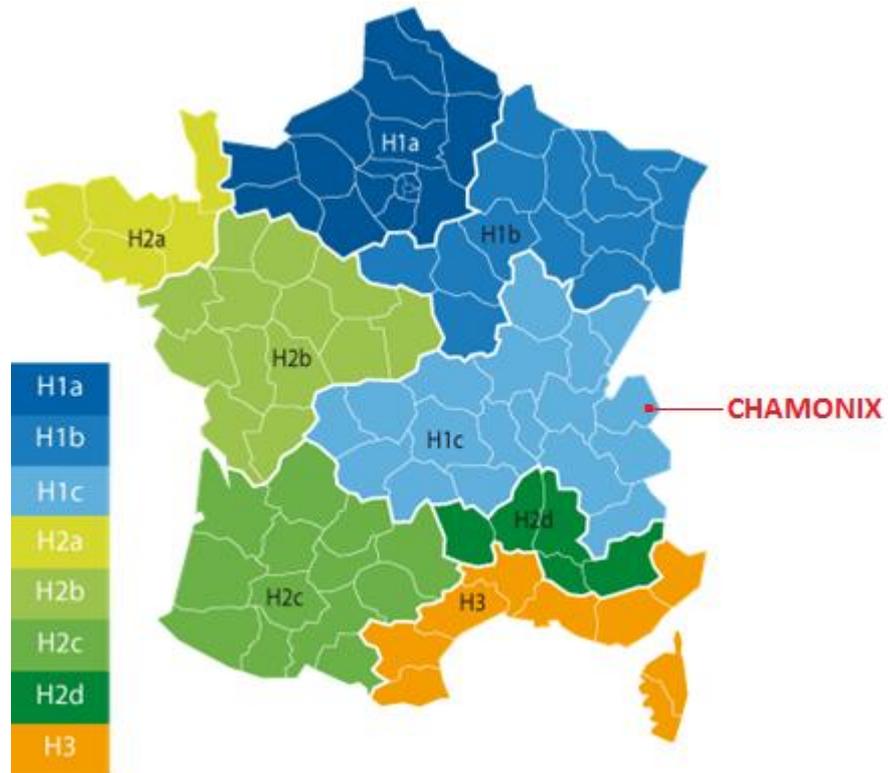
Patriarche.

- BET structure : **DUVERNEY**

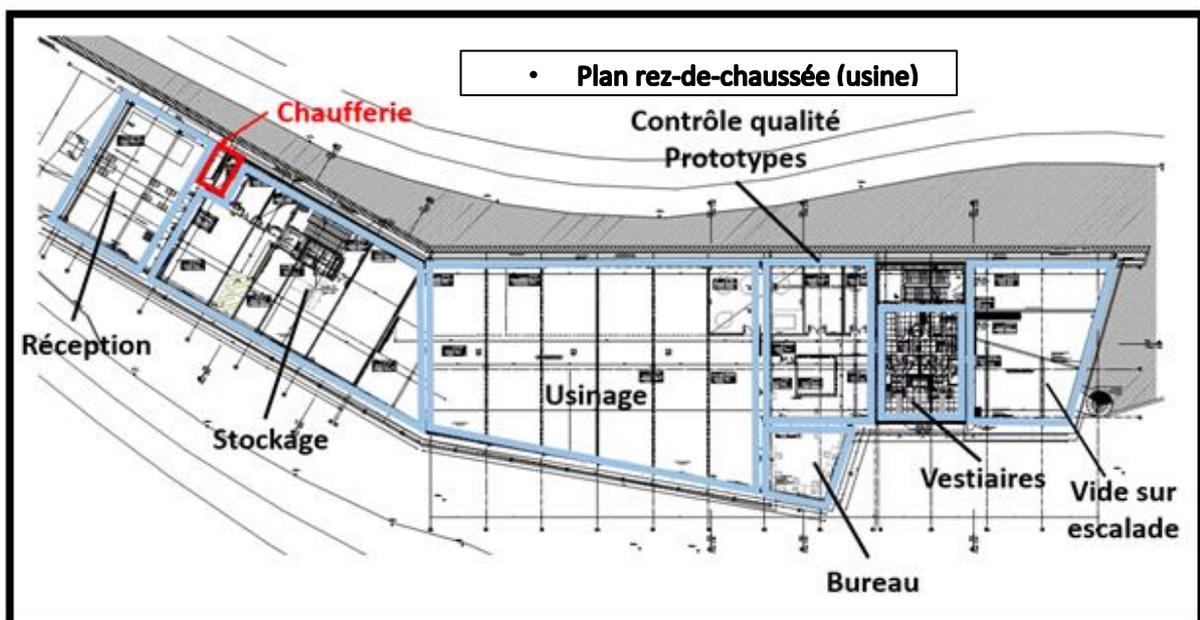


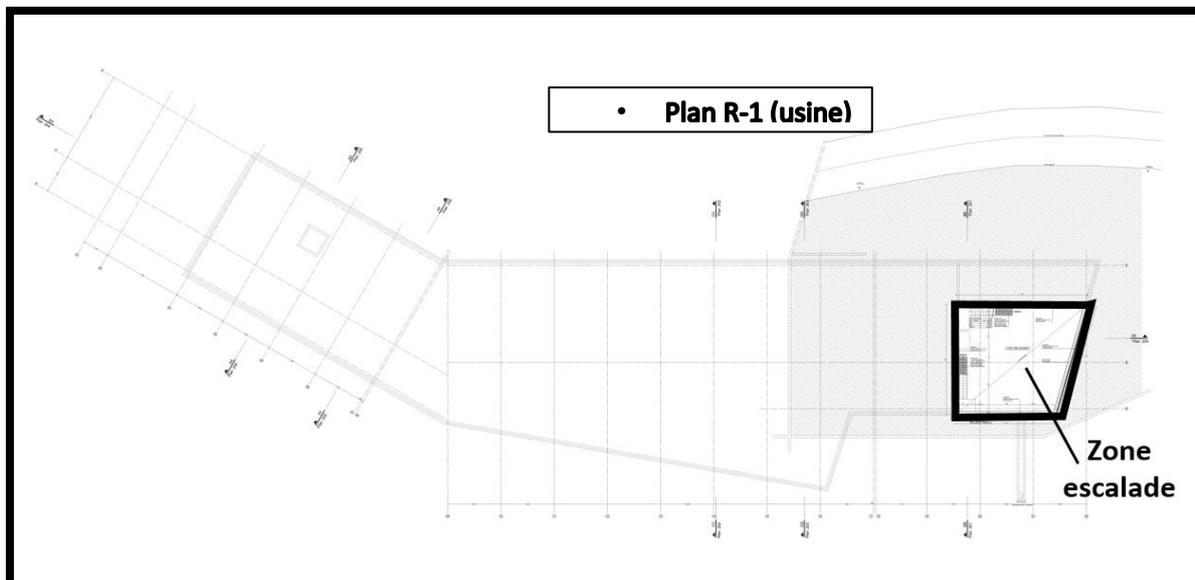
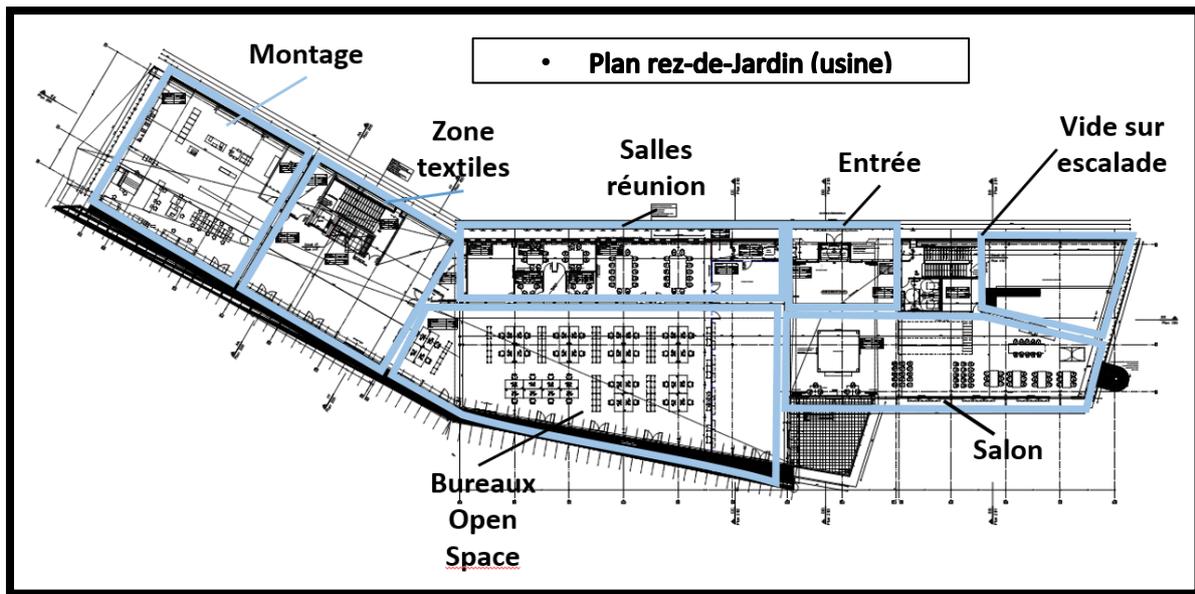
C. Situation

Le projet concerne la construction d'une usine SIMOND à Chamonix (74400) en Haute Savoie. Le bâtiment sera construit à 1089m d'altitude et est situé dans la zone climatique H1C. C'est un bâtiment tertiaire.



Le bâtiment a une surface habitable de 3357.59m² et est composé de trois différents niveaux :





La situation du bâtiment fait que de nombreux facteurs doivent être pris en compte durant l'étude par les différents corps de métier. La construction du bâtiment doit être réalisable, il faut alors une étude technique très pointue de la faisabilité.

Pour ce bâtiment, la problématique principale est sa localisation. C'est un bâtiment en pente, à une altitude élevée et dans une zone où il fait souvent très froid.

C'est pour cela qu'il y a dans le DCE une étude géotechnique, ainsi qu'un plan d'étude général de coordination. Ces deux documents vont préconiser des choix techniques et des points de vigilance afin de veiller au bon déroulement du chantier.

Le projet est réalisable tant que les points énoncés par les différentes études fournies dans le DCE sont respectés.

D. Répartition de nos tâches

Dans le cadre de la **partie commune** de la conduite de projet, nous devons :

- Réaliser un synoptique de l'installation CVC du bâtiment
- Réaliser une analyse fonctionnelle de l'installation CVC du bâtiment
- Déterminer les besoins en renouvellement et en traitement d'air
- Déterminer la puissance de chauffage nécessaire au bâtiment
- Vérifier la conformité du bâtiment à la RT 2012

Dans une démarche d'**efficacité**, nous décidons de nous **répartir ces tâches** et nous nous fixons **30h** pour les effectuer.

ROBIN Alexandre, se charge de réaliser un synoptique de l'installation ainsi qu'une analyse fonctionnelle.

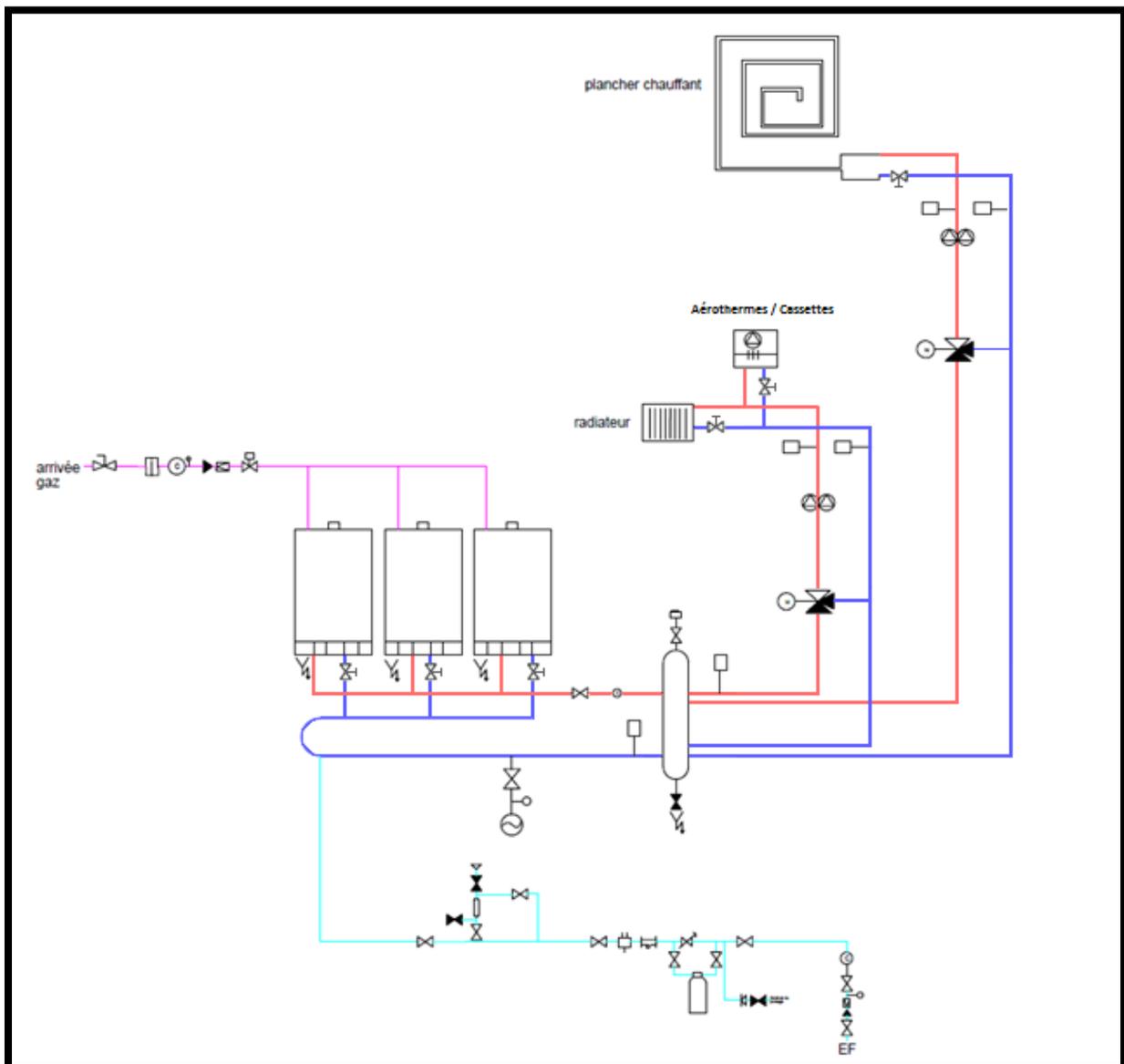
SILVESTRE Charly, s'occupe de déterminer les besoins en renouvellement et en traitement d'air.

Quant à moi, je vais déterminer la puissance de chauffage nécessaire au bâtiment.

Nous finirons par vérifier la conformité de notre bâtiment à la RT 2012.

On note cependant que **le client n'exprime aucune attente claire concernant un niveau de BIM (Building information modeling)** dans le DCE.

E. Schéma de principe et analyse fonctionnelle de l'installation



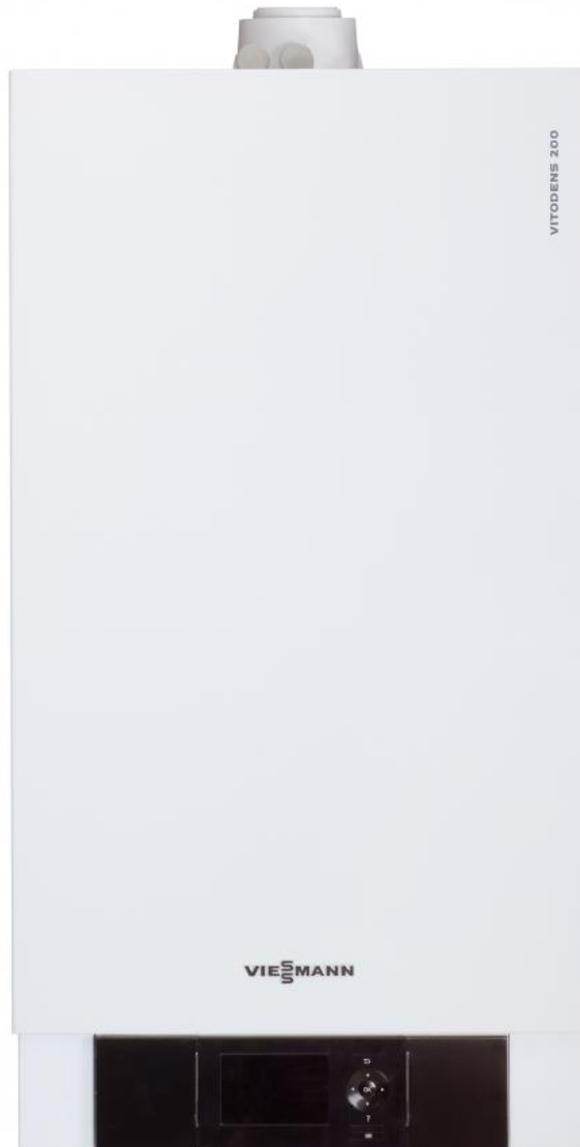
	Vanne de mélange proportionnel		Filtre à tamis
	Compteur		Disconnecteur
	Vanne 3 voies motorisée		Clapet anti-retour type EA
	Circulateurs		Bouteille de découplage
	Sonde de température à doigt de gant		Bouteille d'injection
	Vase d'expansion		
	Manomètre		Adoucisseur
	Vanne d'équilibrage		
	Filtre à gaz		
	Electrovanne gaz		
	Détendeur régulateur de pression		

La production de chaleur sera assurée par **3 chaudières gaz à condensation (type VITODENS 200)** en cascade d'une puissance totale de **222 kW**. Le départ haute température mène à un collecteur qui desservira **2 réseaux de chauffage** :

- Un départ radiateurs/aérothermes/cassettes (Haute Température – 80/60°C)
- Un départ plancher chauffant (Basse température 45/35°C)

L'Eau chaude sanitaire sera assurée par **3 chauffe-eaux semi-instantanés électriques** qui seront situés à 3 points de puisages différents. Nous ne nous occuperons pas de ce réseau.

Chaudière VISSMANN gaz/condensation type VITODENS 200



II. Détermination des besoins

A. Détail des besoins en renouvellement et traitement d'air du bâtiment

Notre étude sur le renouvellement d'air et le traitement d'air se limitera à la pièce open space (**cf ANNEXE 1**). On aura à charge l'étude d'une seule CTA (centrale de traitement d'air).

Selon le CCTP, le bâtiment complet est équipé de **6 CTA** qui fonctionnent en **double flux avec récupération de chaleur** :

- CTA n°1 – BUREAUX OPEN SPACE – Débit S/R : 1100 m³/h
- CTA n°2 – ZENITH – Débit S/R : 1500 m³/h
- CTA n°3 – SALLE D'ESCALADE – Débit S/R : 1000 m³/h avec batterie électrique de chauffage
- CTA n°4 – CONTROLE QUALITE – Débit S/R : 660 m³/h avec batterie électrique de préchauffage
- CTA n°5 – USINE – Débit S/R : 3800 m³/h
- CTA n°6 – BUREAUX FERMES – Débit S/R : 1300 m³/h

Seuls les WC sont ventilés par VMC simple flux.

La CTA n°1, celle qui nous intéresse dans notre étude fonctionne en **tout air neuf** avec un système de récupération de chaleur. Elle a un débit soufflage/reprise de 1100m³/h selon le CCTP. Son objectif est **de produire au minimum le débit hygiénique** nécessaire à la pièce. Elle **n'occupe aucune fonction de chauffage** de la zone.

Nous allons tout de même vérifier la cohérence du débit annoncé par le CCTP. Afin de déterminer le nombre d'occupants de la pièce, nous nous informons des réglementations en vigueur pour un local de type bureau open space.

Selon la norme **NF X 35-102**, **la surface de travail recommandée pour un employé est de 10m²**. Après consultation des plans, on remarque que notre pièce fait 461m². Par un simple calcul, on peut déterminer le nombre d'occupants de notre pièce :

$$\text{Nombre d'occupant} = \frac{\text{Surface de la pièce}}{\text{Surface par occupant}} = \frac{461}{10} = \mathbf{46.1 \text{ occupants}}$$

Le nombre d'occupants de notre pièce s'élève à **46**.

Le débit hygiénique minimum par personne est de 25 m³/h dans ce type de local selon la réglementation du code du travail (**Article R4222-6**) comme le rappelle le CCTP. Afin de connaître le débit hygiénique de notre pièce on pose :

$$\text{Débit hygiénique de la pièce} = \text{Débit hygiénique par personne} * \text{Nombre d'occupants} = 25 * 46 = \mathbf{1150 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Notre résultat diffère de 50 m³/h par rapport à celui annoncé par le CCTP, c'est très peu. Nous partirons sur leur base qui est de 1100 m³/h étant donné que c'est la valeur annoncée par le CCTP et qu'elle reste cohérente.

B. Détermination de la puissance de chauffage nécessaire du bâtiment

Afin de pouvoir **dimensionner notre réseau de chauffage**, il nous faut connaître les **déperditions** du bâtiment pour calculer notre **puissance de chauffage nécessaire**.

Dans le CCTP, un tableau récapitulatif de la puissance de chauffage par pièce du bâtiment nous est déjà donné (**cf ANNEXE 2**).

On ne va pas tout recalculer mais plutôt vérifier si le tableau qui nous est donné suit une méthode de calcul proche de la nôtre.

Nous allons **vérifier la puissance de chauffage nécessaire** d'une des pièces du bâtiment pour les niveaux **RDC** et **RDJ**, pour ensuite comparer nos résultats aux leurs. On choisit comme exemple la pièce **Tribo Finition (cf ANNEXE 3)** pour le **RDJ** et la pièce **Open Space (cf Annexe 1)** pour le **RDC**. Nous calculerons nos déperditions avec le logiciel d'étude thermique **VISUAL TTH**.

Pour réaliser nos calculs, nous avons à notre disposition :

- Une étude thermique du bâtiment dans laquelle sont décrites les parois du bâtiment ainsi que l'étanchéité à l'air de nos pièces
- Le CCTP CVC PB où sont notamment présentes des informations sur notre ventilation
- La zone climatique de notre bâtiment, son exposition au bruit (informations demandées par le logiciel de calcul)

L'exemple présenté ci-dessous concerne la pièce du RDJ Tribo Finition.

Une fois le logiciel de calcul lancé, nous devons tout d'abord décrire le type de bâtiment ainsi que les informations liées au contexte dans lequel il se situe (température extérieure de base, altitude, exposition au bruit...).

Voici nos conditions générales de calcul :

Département :	74
Altitude :	1089 m
Zone Hiver :	H1
Température extérieure de base :	-18 °C
Température intérieure par défaut :	19 °C
Type de chauffage :	Non Electrique
Hauteur sous plafond des étages courants :	4.73 m
Type de construction :	Autres (Tertiaire)
Façades :	Façades non abritées

Une fois que toutes ces informations sont saisies, nous devons maintenant décrire les parois de notre pièce. Les informations concernant nos parois nous sont données par l'étude thermique présente dans le DCE (cf ANNEXE 4).

Voilà comment se présente l'affichage une fois que les parois sont décrites :

	Parois nom	U ou psi Règl. W/m².K	U ou psi Dim. W/m².K	Up W/m².K	b	Ax	Commentaire
1	autres murs						Murs CF-2h donnent sur pièce à = Température
2	plafond						Plafond CF-2h donne sur pièce à = Température
3	plancher	0.3140	0.3140	0.3140	1.00	A4	Dalle + Isolation + chape + revêtement
4	PT plr RDj	0.4200	0.4200		1.00	L8	PB-TP-E1 page 12g.0901
5	PT pld RDj	0.0350	0.0350		1.00	L9/X	PB-P74b* page 48d.0901
6	mursurext2	0.3400	0.3400	0.3400	1.00	A1	Béton + isolation
7	DF 80%	0.3400	0.3400		0.20		double flux 80%

Une fois les parois renseignées, nous pouvons créer notre pièce afin de lancer nos calculs. Durant la création de cette pièce, on renseigne la surface de nos parois déperditives, celle de nos ponts thermiques ainsi que leur orientation et le débit de notre ventilation.

Voilà la pièce qu'on a décrite sur le logiciel :

	Cellule	Parois	Long. m	Haut. m ou Qte	Facade
1	Tribo Fini-1				
2		plancher	73.890	1.000	
3		mursurext2	9.700	4.730	E
4		PT plr RDj	5.750	0.500	E
5		PT pld RDj	5.750	0.500	E
6		autres murs	7.780	4.730	O
7		autres murs	7.450	4.730	S
8		autres murs	7.450	4.730	N
9		*SH	73.890	1.000	
10		VOLUME	73.890	4.730	
11		DF 80%	975.000	1.000	

Maintenant que toutes les informations de notre pièce ont été données, le logiciel peut maintenant calculer nos déperditions. Les déperditions que nous fournit le logiciel correspondent en fait à la puissance de chauffage nécessaire à la pièce, étant donné que la majoration de 20% pour compenser le temps de relance est déjà appliquée dans la simulation (majoration des déperditions pour obtenir la puissance de chauffage). On partira du principe que le bureau d'étude qui a calculé les puissances de chauffage présentes dans le tableau du CCTP, s'est également basé sur une majoration de 20% qui est la majoration la plus récurrente.

On lance les calculs et voici le résultat de la simulation :

CALCUL DES DEPERDITIONS								
Parois/Ouvrants	L(m)	H(m)	U	U déduit	b	Mft US (W/°C)		
--- Tribo Fini ---								
plancher	73.89	1.00	0.31		1.00	23.20		
mursurext2	9.70	4.73	0.34		1.00	15.60		
PT plr RDj	5.75	0.50	0.42		1.00	1.21		
PT pld RDj	5.75	0.50	0.04		1.00	0.10		
DF 80%	975.00	1.00	0.34		0.20	99.45		
Infiltration d'air		30.76 m3/h	0.34		1.00	10.46		
Total :						150.02		
Tableau récapitulatif des déperditions avec majorations selon EN 12831.								
Température extérieure de référence : -18°C								
- Tribo Fini 19° 150.02W/°C x 37° + 23W/m2 x 73.89m2 = 7 250 W 21W/m3								
Total :						73.89m2	7 250 W	21W/m3

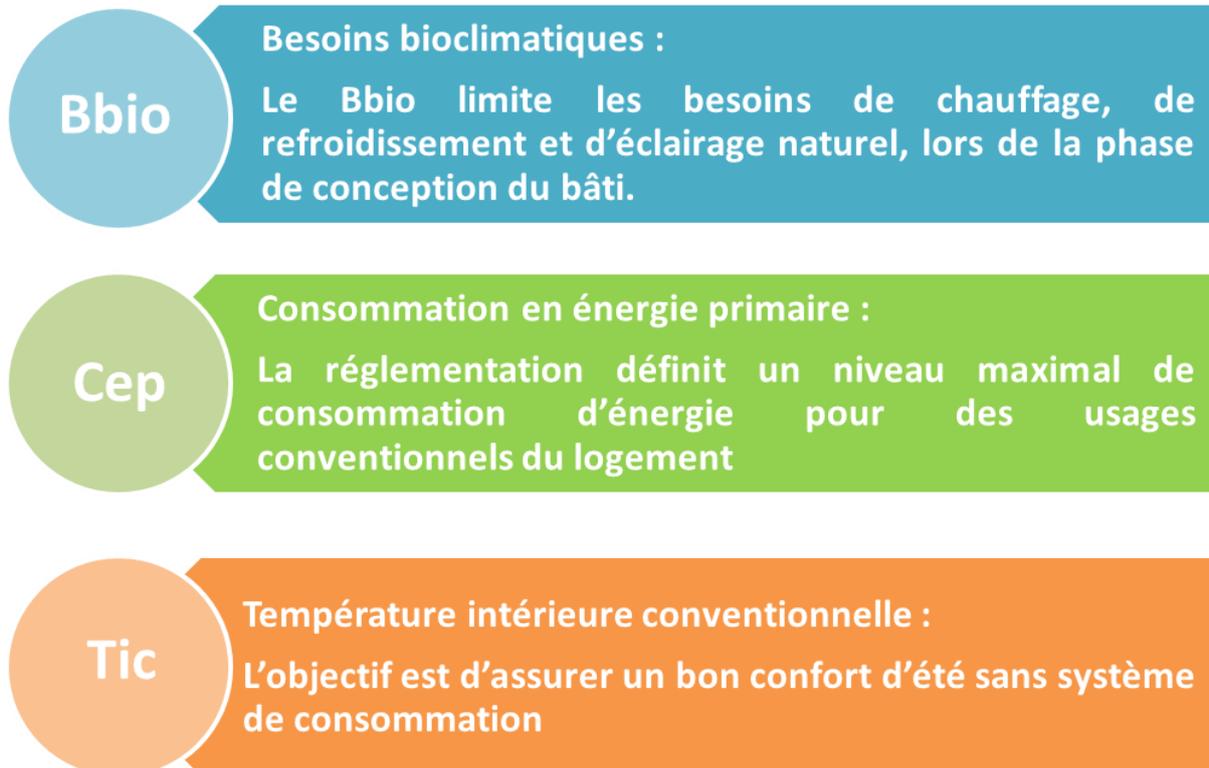
Nous avons une puissance de chauffage nécessaire pour la pièce **Tribo Finition** de **7250 W**. En comparaison, le tableau auquel on veut se référer annonce **7653 W**, soit **5.27 %** de différence avec notre valeur. Quant à la pièce **Open Space**, nous avons une déperdition annoncée par le tableau du CCTP de **29 289 W**. Nous, nous obtenons un résultat après calcul de **27 420 W (cf ANNEXE 5)**, soit **6.39 %** de différence avec le tableau du CCTP.

Ces différences proviennent peut-être du fait que pour obtenir les résultats affichés dans le tableau du CCTP, ils ont utilisé un autre logiciel de calcul comme le souligne l'étude thermique (Perrenoud). Cela peut aussi venir du fait qu'ils ont pu décrire certains ponts thermiques ou certaines parois d'une façon différente à la nôtre. Enfin, les longueurs de parois qu'ils ont mesurées sont peut-être différentes des nôtres. Nos deux résultats restent cependant cohérents par rapport aux leurs, on va suivre le tableau fourni dans le CCTP.

C. Vérification de la conformité du bâtiment à la RT 2012

La RT 2012 est une réglementation qui vise à limiter la consommation énergétique des bâtiments.

Pour qu'un bâtiment soit conforme à la RT 2012, il doit respecter trois critères :



Notre mission est de vérifier si notre bâtiment respecte bien ces trois critères. Toutefois, il faut préciser que ces critères s'adaptent en fonction du type de bâtiment. Dans notre cas, il faut prendre en compte que c'est un bâtiment en partie industriel en zone H1C à 1089m d'altitude.

Nous avons analysé l'étude thermique fournie dans le DCE et il s'avère qu'un bilan RT 2012 du bâtiment a déjà été établi (**cf ANNEXE 6**). Puisque nous décidons de nous aligner sur leurs calculs au niveau des déperditions, on utilise leur bilan thermique

En se basant sur le bilan de l'étude thermique, le bâtiment dispose :

- D'un CEP de 122,1 pour un maximum toléré de 157.6
- D'un Bbio de 124.9 pour un maximum toléré de 135.8
- D'un TIC inférieur à celui de référence pour les trois zones du bâtiment (bureaux/industrie/salle de sport)

Notre bâtiment est donc bel et bien conforme à la RT 2012.

Dans le cadre ce projet, nous avons également pour mission de mener une partie du projet de façon individuelle. Je dois m'occuper de la partie **émission et distribution de la chaleur**. SILVESTRE Charly s'occupera lui de la partie **traitement de l'air**. Quant à lui, ROBIN Alexandre aura à charge tout ce qui concerne **la production de chaleur**.

III. Dimensionnement et sélection des émetteurs

Dans le cadre de ma partie concernant l'émission et la distribution de la chaleur j'ai fait le choix de débiter par le dimensionnement et la sélection des émetteurs.

Les différents types d'émetteurs que j'ai à dimensionner et sélectionner sont :

- Plancher chauffant
- Radiateurs
- Aérothermes
- Cassettes plafonnères

A. Le plancher chauffant

Après étude des plans et du CCTP, il apparaît qu'il n'y a qu'un seul plancher chauffant, il se situe dans la zone escalade au niveau -1.

Pour dimensionner ce plancher, j'ai d'abord regardé quelles étaient les attentes du client dans le CCTP. On nous informe alors de quelques données importantes telles que le diamètre et le type de tube qui traversera ce plancher, ou encore la qualité de la dalle sur laquelle il est posé... (cf **ANNEXE 7**). Une fois ces premières informations relevées, je me renseigne sur la pièce en m'aidant des plans. (cf **ANNEXE 8**). Enfin, grâce à toutes ces données, je peux commencer mon dimensionnement.

Pour cela, j'utilise le logiciel de dimensionnement Fisa-PCR. En lui fournissant un certain nombre d'informations, ce logiciel pourra dimensionner directement notre plancher chauffant.

Pour ça, il faut d'abord que je l'informe sur :

- Le type de matériaux utilisé (diamètre tube notamment)
- Diverses informations liées aux températures et aux pressions qui rentrent en jeu
- Des informations sur la pièce inférieure

Ensuite, je dois renseigner les informations relatives à la pièce :

- La température intérieure
- La surface de la pièce
- La surface neutre de la pièce
- Le périmètre de la pièce
- Les déperditions thermiques de la pièce

Enfin, avec toutes ces informations, on peut lancer une simulation. Après la première simulation, le logiciel m'annonce qu'il faut que je divise mon plancher en une multitude de circuits pour ne pas

avoir une pression et un débit circulant abusif. Je répartis le plancher chauffant en 7 circuits différents.

Et voilà le résultat de notre nouvelle simulation :

4 - Dimensionnement circuits																	
	Circuit				Panneau		Linéaires de tube						Equilibrage				
	N° local	Circuit	N° circuit	N° collect.	S utile	Surf. Zb	Lg panneau	Lg raccord	Lg passage	Commentaire libre pour lg passage et racc.	Lg Circ. calculée	Lg Circ. imposée	P. circuit Actuel	Ecart Aller-Retour	Débit Actuel	PdC Actuel	Réglage Actuel
					m2	m2	m	m	m		m	m	W	°C	L/h	mmCE	tr/pos
1	1	circuit 1	1	SS	18.74	0.00	94	0.00	0.00		94		2 020	10.0	189	2 325	TO
2	2	circuit 2	2	SS	18.74	0.00	94	0.00	0.00		94		2 020	10.0	189	2 325	TO
3	3	circuit 3	3	SS	18.74	0.00	94	0.00	0.00		94		2 020	10.0	189	2 325	TO
4	4	circuit 4	4	SS	18.74	0.00	94	0.00	0.00		94		2 020	10.0	189	2 325	TO
5	5	circuit 5	5	SS	18.74	0.00	94	0.00	0.00		94		2 020	10.0	189	2 325	TO
6	6	circuit 6	6	SS	18.74	0.00	94	0.00	0.00		94		2 020	10.0	189	2 325	TO
7	7	circuit 7	7	SS	18.74	0.00	94	0.00	0.00		94		2 020	10.0	189	2 325	TO

On a une puissance fournie par circuit de 2020 W. 2020 W multiplié par 7 circuits (94m par circuit), on a une puissance fournie par le plancher égale à 14 140 W. Etant donné que la puissance de chauffage annoncée dans la pièce est de 13 955 W, notre résultat est cohérent.

B. Sélection des radiateurs

Nous devons également sélectionner une multitude de radiateurs à travers le bâtiment. Après lecture des plans CVC, je note l'emplacement et la quantité des radiateurs du bâtiment.

Après ça, je m'aide de l'ANNEXE 2 pour connaître la puissance de chauffage que doivent fournir mes radiateurs dans les pièces en question.

Je consulte le CCTP et me renseigne des exigences du client sur la sélection des radiateurs. (cf ANNEXE 9)

On nous demande de sélectionner des radiateurs de type KERMI THERM X2 en type 12 – 22. Je recherche la documentation technique de ces produits.

Pour sélectionner mes radiateurs, il faut que je calcul mon Δ de température par la formule suivante : $\Delta T = T_m - T_a$ avec T_m = Température moyenne ; T_a = Température ambiante

Etant donné qu'on a un régime de température sur nos radiateurs de 80/60, notre température moyenne est égale à $T_m = \frac{80+60}{2} = 70$

Dans des locaux où la température ambiante est à 19°C, on a un $\Delta T = 70 - 19 = 51$

Sur la documentation technique (cf ANNEXE 10), j'ai choisi de sélectionner des radiateurs à ΔT 50, étant donné que la différence est négligeable pour 1°C en plus.

C. Sélection des aérothermes

Nous avons maintenant à dimensionner les aérothermes. Je procède de la même façon que pour les radiateurs, je commence en repérant les aérothermes sur les plans ainsi que leur nombre.

Ensuite, je regarde sur l'**ANNEXE 2** pour connaître la puissance de chauffage que doivent fournir mes aérothermes dans les pièces dans lesquelles ils sont situés.

Dans le CCTP, on nous demande d'installer des produits de la marque SABIANA et de type ATLAS en 4 ou 6 pôles. J'effectue quelques recherches afin de trouver une documentation technique qui me permettra de faire une sélection. (cf **ANNEXE 11**)

Je vais sélectionner une multitude d'aérothermes selon les critères du CCTP, et appliquer un coefficient de correction (80-60 à 20°C ambiant) afin de ramener leur puissance sur notre ΔT .

D. Sélection des cassettes plafonnères

Maintenant que le plancher chauffant est dimensionné, que les radiateurs et les aérothermes sont sélectionnés, il ne manque plus qu'à sélectionner nos cassettes plafonnères.

Je vais encore une fois me servir des plans pour repérer leur emplacement et leur nombre.

Je vérifie les puissances nécessaires au chauffage des locaux dans lesquels ils sont situés dans l'**ANNEXE 2**.

Je vérifie les exigences du CCTP. On nous demande d'installer des cassettes de la marque CIAT et de type MELODY en 2 tubes.

Je recherche une documentation technique afin de sélectionner les appareils. (cf **ANNEXE 12**).

C. Dimensionnement du réseau Radiateurs/Aérothermes/Cassettes

Maintenant que j'ai sélectionné tous les émetteurs par rapport à la puissance à fournir, je vais pouvoir dimensionner le réseau les alimentant.

Ici, la difficulté est de coller à ce que nous demande le CCTP.

En l'occurrence, ici, nos contraintes sont :

- Une perte de charge linéaire égale à 15mm Ce/m
- Une vitesse qui n'excèdera pas 1.5m/s

Durant la sélection des appareils, j'ai tenu à me rapprocher de la puissance de chauffage calculée pour chacune des pièces. Seulement, il y a parfois des différences assez grandes entre la puissance fournie et la puissance demandée (faute de pouvoir faire mieux avec ce qu'on nous demande). Les contraintes en termes de perte de charge et de vitesse nous donnent donc une bonne excuse pour manipuler nos débits et se rapprocher au mieux de la puissance de chauffe exigée.

Pour ça, nous allons nous servir de la formule $qm = \frac{P}{cp \cdot \Delta T}$

Fixons-nous tout d'abord des limites. Par exemple le radiateur situé en Zone mécanique doit être capable de fournir au moins 1515W. Après sélection, le modèle choisi est capable de fournir 1585W. La différence est faible, on partira sur le débit correspondant à cette puissance de base.

$$\text{On pose : } qm = \frac{1585}{4185.20} = 0.0189 \text{ kg/s} = 0.0189 \text{ L/s}$$

Au contraire, si on tombe sur un cas où il y a une forte différence entre la puissance de chauffage demandée et la puissance que fournit notre émetteur, nous devons agir sur le débit.

Par exemple, pour la pièce Showroom chauffée par 2 aérothermes, le besoin en chauffage est de 31 302 W. J'ai sélectionné deux modèles 46A33 6pôles avec un débit de soufflage de 2040 m³/h d'une puissance de 20 130W. On a alors une puissance cumulée de 40 260 W au lieu des 31 302 nécessaires. On va ajuster le débit pour obtenir la puissance demandée.

$$\text{On pose : } qm = \frac{31302}{4185.20} = 0.374 \text{ kg/s} = 0.374 \text{ L/s}$$

Si on divise maintenant le résultat par deux, on obtient le débit à utiliser par nos deux aérothermes pour fournir une puissance adéquate.

Je vais donc réitérer cette opération autant de fois qu'il y a d'émetteurs. Seulement, pour les appareils de chauffage qui fonctionnent en envoyant de l'air. C'est le cas des aérothermes et des cassettes. Je vais devoir vérifier si la température de soufflage est acceptable.

La température de soufflage ne doit pas excéder 65°C. Pour vérifier cela, je vais utiliser la relation suivante : $T_{soufflage} = \frac{\text{Puissance aérotherme}}{Cp \text{ air} \cdot Qm \text{ air}} + T_{ambiante}$

Je vais prendre l'exemple d'un aérotherme situé dans le local Stock P.F. L'aérotherme en question fournit une puissance de 4185W et a un débit de soufflage de 990m³/h.

$$\text{On pose : } T_{soufflage} = \frac{4185}{0.34 \cdot 990} + 19 = 31.4^\circ C$$

La température de soufflage est recevable. Si elle ne l'était pas, j'aurais simplement sélectionné un aérotherme avec un débit de soufflage plus élevé pour faire diminuer la température de soufflage.

Une fois cela fait, je vais maintenant sélectionner le diamètre des tubes afin que les limites de vitesse et de pertes de charge par mètre linéaire soient respectées.

Pour cela, je vais utiliser un abaque de pertes de charge pour du tube acier avec de l'eau à 80°C. (**cf ANNEXE 13**).

Sur ce dernier, j'ai tracé deux droites rouges qui fixent les limites du CCTP. C'est les deux limites à ne pas dépasser pour la vitesse et les pertes de charge.

Grâce à cet abaque, je détermine le diamètre des tubes alimentant mes appareils en fonction de leur débit et des caractéristiques de vitesse et de pertes de charge que je cherche à respecter.

Une fois tout cela fait, j'obtiens ces trois tableaux regroupant tout mon dimensionnement.

Pour les radiateurs :

Nom zone	Nb radiateurs	Pu chauffage nécessaire	Pu chauffage fournie	Pu par radiateur	H rad (mm)	L rad (mm)	Type de tube	Ø tube	Débit calculé (l/s)	Débit calculé (m³/h)	Section (m²)	Vitesse (m/s)
Zone mécanique	1	1515	1585	1585	500	1100	Acier 17x2	13	0.018936679	0.068172043	0.00013267	0.142740577
Local prototype	1	1041	1063	1063	500	1000	Acier 17x2	13	0.012700119	0.04572043	0.00013267	0.095730746
Contrôle qualité	2	1256	1488	744	500	700	Acier 17x2	13	0.008888889	0.032	0.00013267	0.067002517
Bureaux	1	5858	5968	5968	900	1300	26.9x2.3	22.3	0.07130227	0.256688172	0.00039037	0.182651807
Tribo finition	3	7653	8262	2754	900	1200	Acier 17x2	13	0.032903226	0.118451613	0.00013267	0.248017381
Forge	1	1472	1488	1488	500	1400	Acier 17x2	13	0.017777778	0.064	0.00013267	0.134005034
Circulation réception	1	763	805	805	400	900	Acier 17x2	13	0.009617682	0.034623656	0.00013267	0.072496003
Réception	1	3387	3446	3446	900	2000	Acier 17x2	13	0.041170848	0.148215054	0.00013267	0.310336926
Déballage	1	810	805	805	400	900	Acier 17x2	13	0.009617682	0.034623656	0.00013267	0.072496003
TOTAL	12	23755	24910						0.222915173	1.071397849		

Par radiateur

Pour les aérothermes :

Pièce	Nb d'aérothermes	P de chauffage nécessaire (W)	Puissance de chauffage installée	P par aérotherme	Type d'aérotherme	Type de tube	Diamètre tube	Débit l/s	Débit (m³/h)	Débit total	Section (m²)	Vitesse (m/s)	Température soufflage
Montage usine	6	20539	21092.4	3515.4	46A12 6 pôles 990m3/h	33.42	33	0.042	0.1512	0.9072	0.000854865	0.049130564	29.44385027
Textile	3	10695	10797.3	3599.1	46A12 6 pôles 990m3/h	26.34	26	0.043	0.1548	0.4644	0.00053066	0.081031169	29.69251337
Bureau + Be	7	29289	29295	4185	46A12 6 pôles 990m3/h	40.49	40	0.05	0.18	1.26	0.001256	0.039808917	31.43315508
Showroom	2	31302	31303.8	15651.9	46A33 6 pôles 2040m3/h	40.49	40	0.187	0.6732	1.3464	0.001256	0.14888535	41.56617647
Salon	4	16765	16740	4185	46A12 6 pôles 990m3/h	33.42	33	0.05	0.18	0.72	0.000854865	0.058488767	31.43315508
Zone mécanique	1	3196	3348	3348	46A12 6 pôles 990m3/h	17x2	13	0.04	0.144	0.144	0.000132665	0.301511326	28.94652406
Zone usinage	2	7224	7533	3766.5	46A12 6 pôles 990m3/h	21.3x2.3	16.7	0.045	0.162	0.324	0.000218929	0.205546419	30.18983957
Stock P.F	1	4143	4185	4185	46A12 6 pôles 990m3/h	21.3x2.3	16.7	0.05	0.18	0.18	0.000218929	0.22838491	31.43315508
Stock Matières Premières	1	2756	2762.1	2762.1	46A12 6 pôles 990m3/h	17x2	13	0.033	0.1188	0.1188	0.000132665	0.248746844	27.20588235
Zone presse et cintrouse	2	7323	7533	3766.5	46A12 6 pôles 990m3/h	26.34	26	0.045	0.162	0.324	0.00053066	0.08480006	30.18983957
Stock P.F	1	8599	8788.5	8788.5	46A22 4 pôles 2010m3/h	26.9x2.3	22.3	0.105	0.378	0.378	0.000390373	0.268973761	31.85996488
TOTAL	30	141831	143378.1										

Par aérotherme

Pour les cassettes :

Pièce	Nombre de cassettes	Puissance de chauffage nécessaire	Puissance de chauffage fournie	Puissance par cassette	Type de cassette	Type de tube	Diamètre du tube	Débit (l/s)	Débit (m³/h)	Section (m²)	Vitesse (m/s)	T° Soufflage
Atelier création	1	2314	2511	2511	61 R5 360m3/h	17x2	13	0.03	0.108	0.000132665	0.226133494	39.51470588
Salle de réunion	1	736	837	837	61 R5 290m3/h	17x2	13	0.01	0.036	0.000132665	0.075377831	27.488884381
Salle de réunion	2	2715	2929.5	1464.75	61 R4 360m3/h	17x2	13	0.0175	0.063	0.000132665	0.131911205	42.93382353
Salle de réunion	1	746	837	837	61 R5 290m3/h	17x2	13	0.01	0.036	0.000132665	0.075377831	27.488884381
Salle de réunion	2	4887	5022	2511	61 R2 600m3/h	21.3x2.3	16.7	0.03	0.108	0.000132665	0.226133494	43.61764706

Par cassette

IV. Détermination des pertes de charge du réseau

Maintenant que tous nos émetteurs sont dimensionnés, nous allons chercher à déterminer les pertes de charge de notre réseau haute température qui concerne les radiateurs, les aérothermes et les cassettes.

A. Les pertes de charge linéaires

Pour déterminer les pertes de charge linéaires de notre réseau, il existe plusieurs manières. Par calcul (la plus longue) ou encore en utilisant différents outils (simulateurs, abaques...).

Par soucis de temps, nous utiliserons un outil pour aller plus vite. Nous utiliserons un calculateur du COSTIC qui nous permettra de connaître nos pertes de charge linéaires.

Pour mesurer ces pertes de charge, j'ai sélectionné l'émetteur qui apparaît comme étant le plus défavorisé (Aérotherme le plus loin dans la zone Salon). Cet appareil correspond à l'endroit de notre bâtiment qui sera le plus difficile à alimenter en eau chaude pour fonctionner.

Pour fournir toutes les informations nécessaires au calculateur, je vais d'abord faire un synoptique de mon antenne la plus défavorisée. J'y renseigne, les débits passant dans chaque diamètre, la longueur de tube, le type de tube.

Une fois ce synoptique réalisé, je saisis toutes les informations nécessaire au calcul dans le logiciel.

Nous avons après calcul, un total de pertes de charge linéiques sur notre émetteur le plus défavorisé égal à 2.58 mCe. On remarque également que sur tous nos tronçons, à aucun moment la limite des 15 mmCe/m fixée par le CCTP n'est dépassée. Nous sommes donc dans les clous.

B. Les pertes de charge singulières

Pour déterminer les pertes de charge singulières, nous pouvons encore une fois passer par le calcul ou bien par différents outils. Dans un même souci de temps, nous allons utiliser le même outil que pour les pertes de charge linéiques.

Je vais alors juste avoir à compter les accidents de mes tronçons afin de pouvoir les rentrer dans l'outil du COSTIC. Une fois toutes les informations en main, je les saisis afin d'obtenir mon résultat.

Après calcul, on a une perte de charge singulière totale de 1.893 mCe pour alimenter notre émetteur le plus défavorisé.

V. Equilibrage du réseau, choix des vannes et sélection de la pompe

A. Equilibrage du réseau

Afin d'équilibrer mon réseau haute température qui alimente mes radiateurs, mes aérothermes ainsi que mes cassettes plafonniers, je dois dimensionner des vannes de réglage.

J'ai choisi de dimensionner des vannes de la marque TA grâce aux abaques fournis par le constructeur. **(cf ANNEXE 14) (cf ANNEXE 15)**

Pour dimensionner ces vannes, j'ai le choix d'utiliser uniquement l'abaque ou bien de mêler le calcul du Kv de la vanne à l'utilisation de l'abaque.

La formule du calcul du Kv est la suivante : $Kv = 0,01 \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}$ q l/h, Δp kPa

Je vais vous présenter l'exemple des vannes TA dimensionnées sur le piquage qui mène à l'émetteur le plus défavorisé. Sur ce piquage, il y a 4 aérothermes.

Pour le premier aérotherme, on connaît le débit grâce au synoptique réalisé pour les pertes de charge. J'ai ensuite additionné les pertes de charge des 3 aérothermes à qui il précède et ai utilisé la formule du Kv.

Les pertes de charge des trois derniers aérothermes du piquage sont égales à : $0,28 + 0,17 + 0,05 = 0,5$ mCe. La formule mesurant la pression en kPa, on applique la formule $kPa = mCe \cdot g = 0,5 \cdot 9,81 = 4,905$

On utilise alors la formule, on pose : $Kv = 0,01 \cdot \frac{720}{\sqrt{4,905}} = 3,25$.

Avec l'abaque, on trouve une **ouverture de 2,7** pour une vanne de **diamètre nominal 20**.

On répète l'opération pour chaque émetteur.

On trouve alors, pour le deuxième aérotherme du piquage : une vanne de **diamètre nominal 20** et une **ouverture de 2,9** pour un **Kv de 3,59**.

Pour le troisième aérotherme du piquage : une vanne de **diamètre nominal 20** et une **ouverture de 3,8** pour un **Kv de 5,14**.

On répète ensuite l'opération sur chacun des piquages.

Pour dimensionner la vanne générale cette fois, on sait qu'il faut que la perte de charge qu'elle génère doit être égale à 0,3 mCe. On procède de la même façon avec le calcul du Kv et l'utilisation de l'abaque en **ANNEXE 15**.

On pose : $Kv = 0,01 \cdot \frac{7760}{\sqrt{2,94}} = 45$

Avec l'abaque on trouve un **diamètre nominal de vanne 65.2** pour une **ouverture de 4,6**

B. Dimensionnement de la vanne trois voies

Etant donné que notre réseau de chauffage haute température mêle à la demande du CCTP des radiateurs, des aérothermes et des cassettes. Le plus adapté pour notre vanne trois voies reste un montage en mélange.

De plus, notre vanne trois voies devant être montée en mélange, nous devons tenir compte des pertes de charge de tout ce qui précède notre circulateur pour dimensionner cette vanne. Le problème est que notre vanne est placée très proche de la bouteille de découplage qui sert de « collecteur » à notre réseau haute température. Selon le RAGE, lors d'un cas comme celui-ci, nous devons sélectionner une vanne trois voies du diamètre égal à celle de notre tuyauterie.

Sinon, nous aurions calculé les pertes de charge du collecteur à notre vanne trois voies et aurions utilisé la formule de l'autorité pour sélectionner notre vanne :

$$a = \frac{\Delta p_{v100}}{\Delta p_{v100} + \Delta p_{r100}}$$

Ensuite, on aurait pu calculer le Kvs, si $a = 0.5$:

$$Kvs = \frac{Q_{v100}}{\sqrt{\Delta p_{r100}}}$$

Si $a = 1/3$

$$Kvs = \frac{Q_{v100}}{\frac{\sqrt{\Delta p_{r100}}}{2}}$$

À l'endroit de notre vanne, la tuyauterie étant de diamètre 70, on choisit une vanne trois voies de diamètre 65 (diamètre existant le plus proche). Modèle choisi : VXF53.65-63

C. Dimensionnement de la pompe

Pour dimensionner notre pompe, on devait connaître notre débit total ainsi que nos pertes de charge total. Maintenant que nous connaissons ces deux informations, nous pouvons sélectionner notre pompe.

On a :

- Un débit total de 7.76 m³/h
- Une perte de charge totale qui s'élève à 2.58 mCe de pertes linéaires + 2.17 mCe de pertes singulières + 0.3 mCe généré par la vanne générale = 5.07 mCe

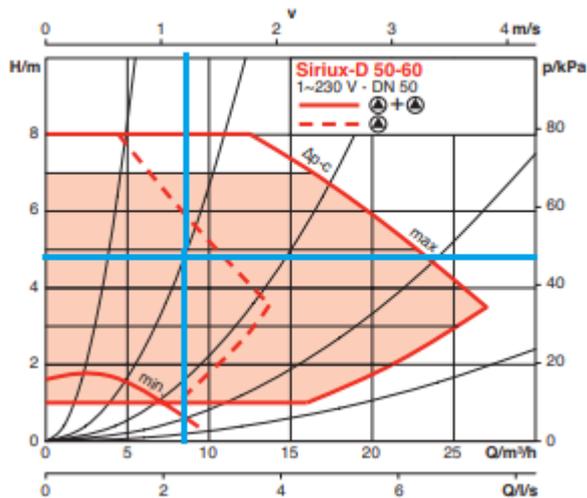
Après consultation du CCTP, je remarque qu'on nous demande une pompe double SALMSON SIRIUX-D. Seulement, le CCTP demande à ce que le débit fournit par la pompe n'excède pas 5 m³/h. Le problème c'est que la puissance totale de chauffage nécessaire sur le réseau haute température excède ce débit. On le remarque en posant ce simple calcul :

$$qm \text{ total} = \frac{\text{Puissance réseau haute température}}{C_p \cdot \Delta T} = \frac{176984}{4185 \cdot 20} = 2.11 \text{ kg/s} = 7612.21 \text{ m}^3/\text{h}$$

Je ne vais pas choisir une pompe avec un débit inférieur à 5 m³/h comme il est pourtant demandé.

Je recherche une documentation technique concernant ce modèle de pompe. Je trouve alors une documentation qui regroupe tous les modèles de cette pompe à différents régime de fonctionnement. Je décide alors de choisir le modèle de fonctionnement le plus adéquat selon moi, c'est le modèle SIRIUX-D 50-60 en DN 50.

Le voici :



Marche en cascade

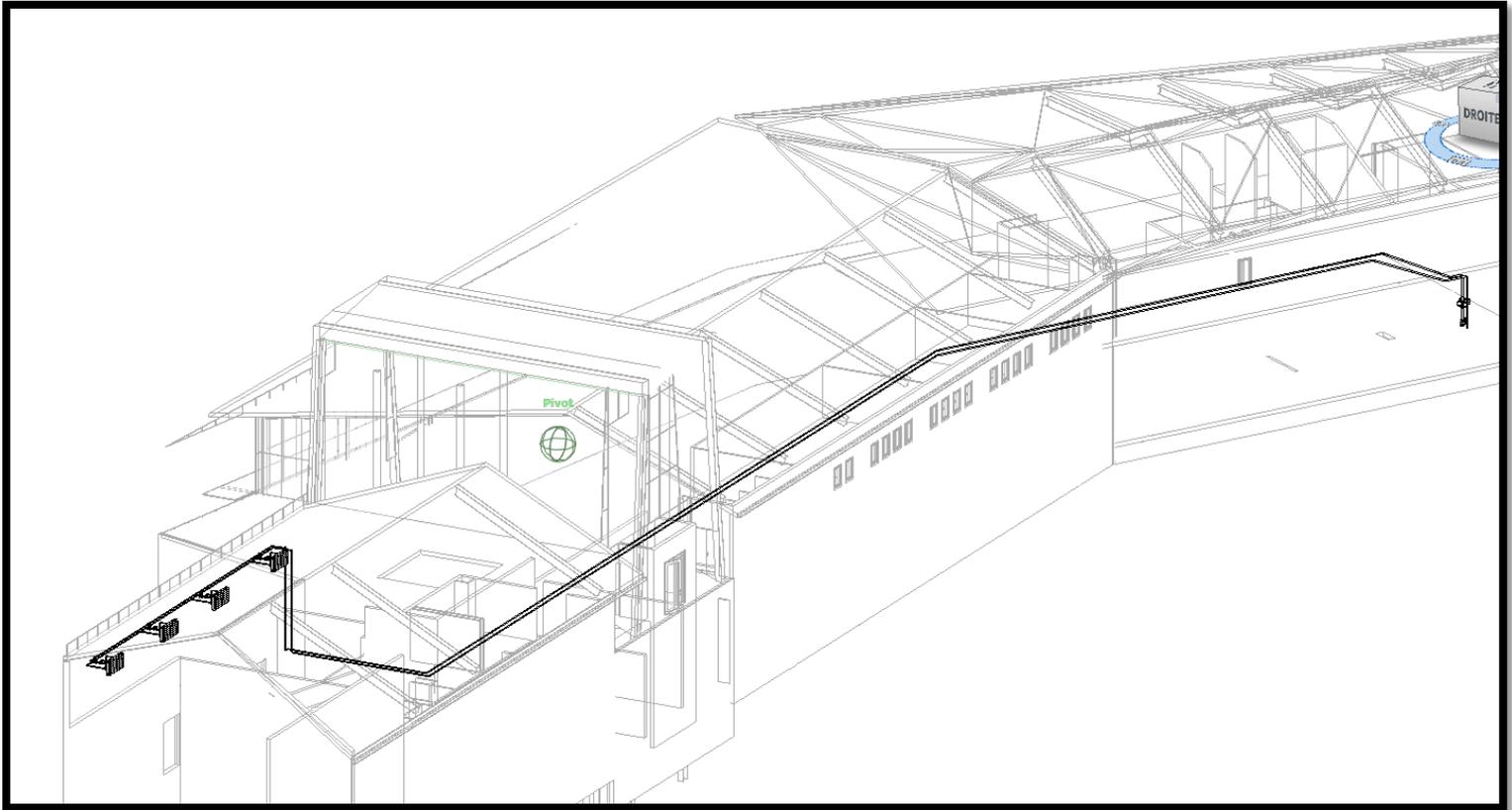
En charge minimale, seule la pompe en service fonctionne. La pompe de secours s'enclenche lorsque les radiateurs demandent un plus fort débit. A partir de ce point, (point de commutation) la vitesse nominale des deux pompes augmente de façon synchrone en cas de besoin. Après 24 heures de marche effective, il y a permutation de la pompe maître qui devient esclave. Cette fonction augmente les économies d'énergie par rapport à une marche parallèle conventionnelle en évitant les nombreux enclenchements/déclenchements. (Voir courbes de fonctionnement en cascade ci-contre).

On peut voir qu'en fonctionnement théorique normal, seul une pompe est en fonctionnement. Cela nous permettra de profiter du mode cascade présent sur ce modèle de pompe qui assure une permutation de fonctionnement de pompes Maître-Esclave toutes les 24h. De plus, en cas de débits élevés demandés par les radiateurs, les deux pompes peuvent fonctionner en même temps afin de fournir le débit nécessaire.

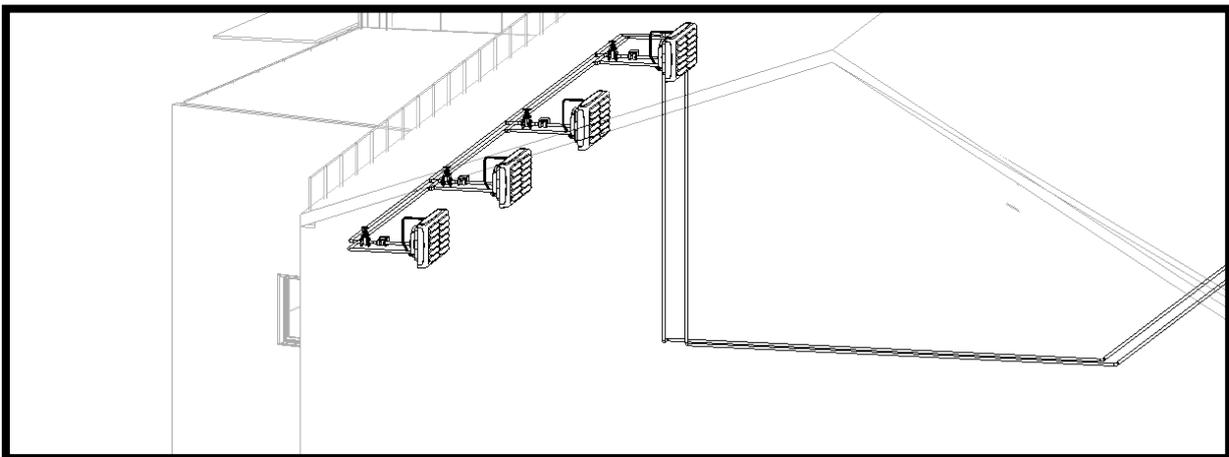
VI. Implantation du réseau (REVIT)

Dans le cadre de la réalisation de ce projet, j'ai décidé d'implanter mon antenne la plus défavorisée dans le logiciel REVIT.

Vue générale :



Zoom sur les aérothermes de l'antenne :



VII. Réalisation du devis

Après le dimensionnement de tous ces appareils, je vais maintenant faire un listing de tout le matériel que j'ai prescrit et les intégrer dans un devis. Le devis concernera donc uniquement la distribution et l'émission de chaleur. Il regroupera tous les appareils que je vous ai présentés dans ma partie dimensionnement.

Le devis réalisé comprend déjà une marge de 1.20 sur les prix de vente du matériel, c'est le devis que je propose au client.

En voilà un extrait :

Chapitre	Description	Unité	Quantité	Prix HT (€)	Prix TTC (€)	Temps de travail nécessaire (h)	Nb de salarié	Coût main d'œuvre (€)	Coût total (€)
8	<u>Description des installations CVC</u>								
8.2	<u>Chauffage gaz</u>								
	Pompe réseau radiateur SALMSON Sirix D 50-60	ens	1	5114.40	6137.28	4	1	192	6329.28
8.2.15	<u>Distribution Hydraulique</u>							0	
	AC DN15	ml	20	102.72	123.26	12	1	576	699.26
	Calorifugeage 16mm	ml	25	750.00	900.00	3.75	1	180	1080.00
	AC DN20	ml	120	747.36	896.83	78	1	3744	4640.83
	AC DN25	ml	30	268.92	322.70	21	1	1008	1330.70
	Calorifugeage 23mm	ml	160	5120.00	6144.00	24	1	1152	7296.00
	AC DN32	ml	170	1791.12	2149.34	136	1	6528	8677.34
	Calorifugeage 36mm	ml	180	7200.00	8640.00	27	1	1296	9936.00
	AC DN40	ml	80	965.76	1158.91	72	1	3456	4614.91
	Calorifugeage 43mm	ml	85	4250.00	5100.00	12.75	1	612	5712.00
	AC DN50	ml	60	971.28	1165.54	60	1	2880	4045.54
	Calorifugeage 55mm	ml	65	3900.00	4680.00	9.75	1	468	5148.00
	AC DN65	ml	40	771.84	926.21	48	1	2304	3230.21
	Calorifugeage 65mm	ml	45	3150.00	3780.00	6.75	1	324	4104.00
	<u>vanne d'isolement</u>							0	
	DN15	U	18	44.10	52.92	3.6	1	172.8	225.72
	DN20	U	5	22.85	27.42	1.25	1	60	87.42
	DN25	U	7	49.49	59.39	2.1	1	100.8	160.19
	DN32	U	10	129.40	155.28	3.5	1	168	323.28
	DN40	U	9	184.14	220.97	3.6	1	172.8	393.77
	DN65	U	1	77.62	93.14	0.45	1	21.6	114.74
	<u>vanne de réglage</u>							0	
	DN15	U	18	1422.36	1706.83	3.6	1	172.8	1879.63
	DN20	U	5	502.40	602.88	1.25	1	60	662.88
	DN25	U	7	818.09	981.71	2.1	1	100.8	1082.51
	DN32	U	10	1406.20	1687.44	3.5	1	168	1855.44
	DN40	U	9	1441.08	1729.30	3.6	1	172.8	1902.10
	DN65	U	1	628.10	753.72	0.45	1	21.6	775.32

Pour un coût total (matériel + main d'œuvre) de : **133393.10**

VIII. Planification des travaux

					Année	2020
					Mois Nb	1
					Mois Nom	janvier
					Jour Nb	20
					Jour Nom	lundi
					Date	20/01/2020
						21/01/2020
						22/01/2020
						23/01/2020
						24/01/2020
						25/01/2020
						26/01/2020
						27/01/2020
						28/01/2020
						29/01/2020
						30/01/2020
						31/01/2020
						01/02/2020
						02/02/2020
						03/02/2020
						04/02/2020
						05/02/2020
						06/02/2020
						07/02/2020
						08/02/2020
						09/02/2020
						10/02/2020
						11/02/2020
						12/02/2020
						13/02/2020
						14/02/2020
						15/02/2020
						16/02/2020
						17/02/2020
						18/02/2020
						19/02/2020
						20/02/2020
						21/02/2020
						22/02/2020
						23/02/2020
						24/02/2020
						25/02/2020
						26/02/2020
						27/02/2020
						28/02/2020
						29/02/2020
						01/03/2020
						02/03/2020
						03/03/2020
						04/03/2020
						05/03/2020
						06/03/2020
Tâche	Nb de technicien	Date Début	Date Fin	Durée (h)		
Réseau de chauffage (Distribution hydraulique/Vannes/Pompe)	2	20/01/2020	24/01/2020	35		
	2	27/01/2020	31/01/2020	35		
	2	03/02/2020	07/02/2020	35		
	2	10/02/2020	14/02/2020	35		
	2	17/02/2020	21/02/2020	35		
	2	24/02/2020	28/02/2020	35		
Installation émetteurs haute température	4	02/03/2020	06/03/2020	31		
	2	20/01/2020	24/01/2020	35		
	2	27/01/2020	31/01/2020	35		
	2	03/02/2020	07/02/2020	35		
Installation plancher chauffant	2	10/02/2020	14/02/2020	35		
	2	17/02/2020	21/02/2020	35		
	2	24/02/2020	24/02/2020	5		
	2	25/02/2020	29/02/2020	25.5		

IX. Proposition de variante

Notre installation possède comme vu précédemment, deux départs chauffage. Un premier en haute température qui dessert des radiateurs ainsi que des aérothermes et des cassettes plafonnières. Et le deuxième qui dessert à basse température notre plancher chauffant.

La proposition que je veux faire et que je vais dimensionner est la suivante : Séparer le départ haute température en deux départs haute température.

Pourquoi ? Tout simplement car les radiateurs fonctionnent généralement avec une vanne trois voie montée en mélange et les aérothermes/cassettes avec une vanne trois voie montée en décharge.

Ces montages permettent aux émetteurs de réguler leur puissance de façon optimale en fonction de leur mode de fonctionnement. Sur le montage en mélange pour les radiateurs, la puissance sera régulée par variation de la température. Au contraire, sur les aérothermes et les cassettes, avec une vanne montée en décharge, la puissance sera régulée grâce au débit.

Je vais devoir :

- Calculer les débits et les diamètres de mes tubes
- Calculer les pertes de charge totales de chacun de mes circuits
- Sélectionner mes vannes d'équilibrage
- Sélectionner mes vannes trois voies
- Sélectionner mes pompes.

A. Circuit radiateur

Pour le circuit radiateur le plus défavorisé, voilà mes premiers résultats :

	Longueur [m]	Diamètre extérieur × épaisseur [mm]	Débit [l/h]	Vitesse [m/s]	Type de singularité
Tronçon 1	1.5	33,7 × 2,9	1061	0.48	Té droit séparation
					Coude arrondi
Tronçon 2	33	33,7 × 2,9	913	0.42	Té droit séparation
Tronçon 3	8.25	26,9 × 2,3	879	0.63	Coude arrondi
					Té droit séparation
Tronçon 4	46.5	26,9 × 2,3	815	0.58	Té droit séparation
Tronçon 5	9	26,9 × 2,3	781	0.56	Té droit séparation
Tronçon 6	3	21,3 × 2,3	427	0.54	Té droit séparation
Tronçon 7	10.5	21,3 × 2,3	395	0.50	Té droit séparation
Tronçon 8	1.5	21,3 × 2,3	327	0.41	Té droit séparation
Tronçon 9	3.75	21,3 × 2,3	282	0.36	Té droit séparation
Emetteur défavorisé	17	21,3 × 2,3	250	0.32	Vanne
					Coude arrondi
Av dernier emetteur	10	21,3 × 2,3	282	0.36	Vanne
					Coude arrondi

Voilà le résultat pour ce qui est des pertes de charge totales que génère cette antenne de notre circuit :

Pdc hydraulique totale [mce]	2.93
---	-------------

On choisit les vannes TA en conséquence.

Par exemple, pour mon radiateur qui précède mon émetteur le plus défavorisé, la VANNE TA installée sera de DN 20 et d'une ouverture de 3. **(selon l'ANNEXE 14)**

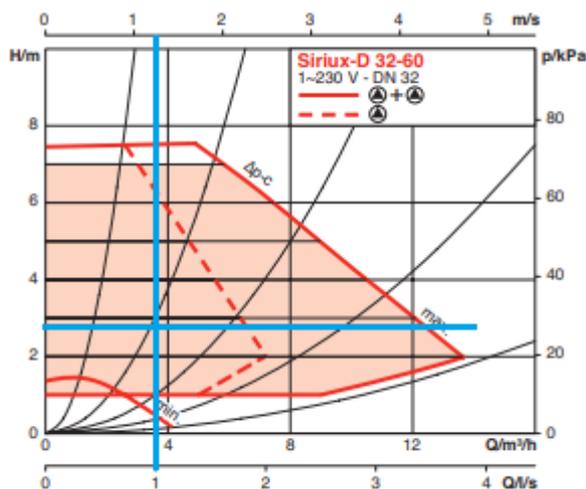
On répète ensuite, la même opération pour chacun des émetteurs.

Pour le choix de nos vannes trois voies, il faut savoir que nous suivrons le même texte du RAGE que précédemment étant donné que notre bouteille de découplage donne directement sur nos vannes trois voies. Avec cette variante, notre bouteille n'a plus 6 piquages mais 8 piquages. Nos vannes trois voies seront dimensionnées à partir du diamètre du réseau sur lequel elle sera installée, conformément à la prescription technique du RAGE (circuits hydrauliques).

On a sur le réseau radiateur une vanne trois voies montées en mélange de DN 32.

Le débit total du réseau radiateur est égal à 1.06 m³/h pour une perte de charge totale de 2.93 mCe.

Nous choisissons la pompe la plus adaptée à ces caractéristiques :



J'ai tout de même suivi la prescription de constructeur et de type de pompe du CCTP.

B. Circuit aérotherme/cassettes

Passons maintenant au circuit aérotherme/cassettes plafonnières.

Notre émetteur le plus défavorisé est encore une fois notre aérotherme situé au SALON du RDC.

Sauf que nos débits et donc par conséquent nos diamètres risquent de changer. Nous devons alors tout recalculer.

Voilà les premiers calculs :

	Longueur [m]	Diamètre extérieur × épaisseur [mm]	Débit [l/h]	Vitesse [m/s]	Type de singularité
Tronçon 1	1.5	76,1 × 3,6	6680	0.50	Té droit séparation
Tronçon 2	13.5	60,3 × 3,2	5341	0.65	Coude arrondi
					Té droit séparation
Tronçon 3	28.5	60,3 × 3,2	5161	0.63	Coude arrondi
					Té droit séparation
Tronçon 4	18	48,3 × 2,9	3770	0.74	Té droit séparation
Tronçon 5	21	48,3 × 2,9	2920	0.57	Té droit séparation
Tronçon 6	29.25	33,7 × 2,9	720	0.33	Coude arrondi
					Té droit séparation
Emetteur 1	14.4	33,7 × 2,9	720	0.33	Coude arrondi
					Vanne
Emetteur 2	23.6	26,9 × 2,3	540	0.38	Coude arrondi
					Vanne
Emetteur 3	32.4	26,9 × 2,3	360	0.26	Coude arrondi
					Vanne
Emetteur défavorisé	39	17,2 × 2,0	180	0.37	Coude arrondi
					Vanne

Au final, nos diamètres ne varient pas énormément par rapport à ceux du circuit dans le tout premier dimensionnement.

Nos pertes de charge par contre, sont drastiquement différentes.

Les voici :

Pdc hydraulique totale [mce]	2.23
------------------------------	------

Par exemple, la vanne TA pour le 3^{ème} émetteur de l'antenne sera de DN 20 et d'ouverture 2.25. **(Toujours selon l'ANNEXE 14)**

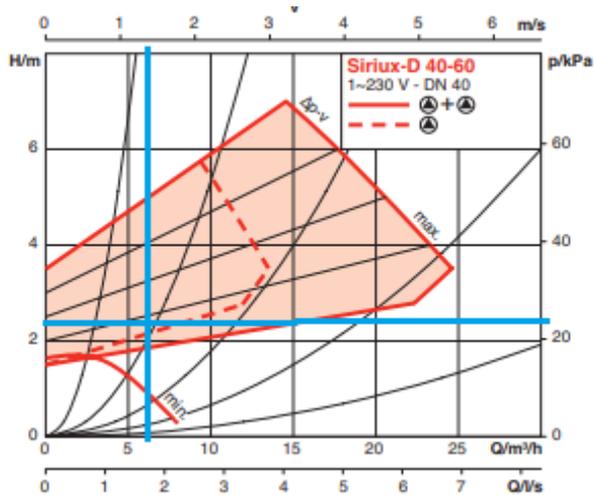
On répète ensuite la même méthode pour chacun des émetteurs.

Comme je l'ai dit précédemment, dans notre cas le diamètre de notre vanne trois voies doit correspondre au diamètre du tube sur lequel elle est montée. On choisit donc ici une vanne trois voies de DN 65.

On a donc un débit total égal à 6.68 m³/h et une perte de charge totale de 2.23 mCe.

Nous choisissons alors la pompe la plus adaptée aux caractéristiques de notre réseau.

Voici alors la pompe que j'ai sélectionnée pour ce réseau :



Encore une fois, j'ai sélectionné une pompe correspondant à la demande du CCTP.

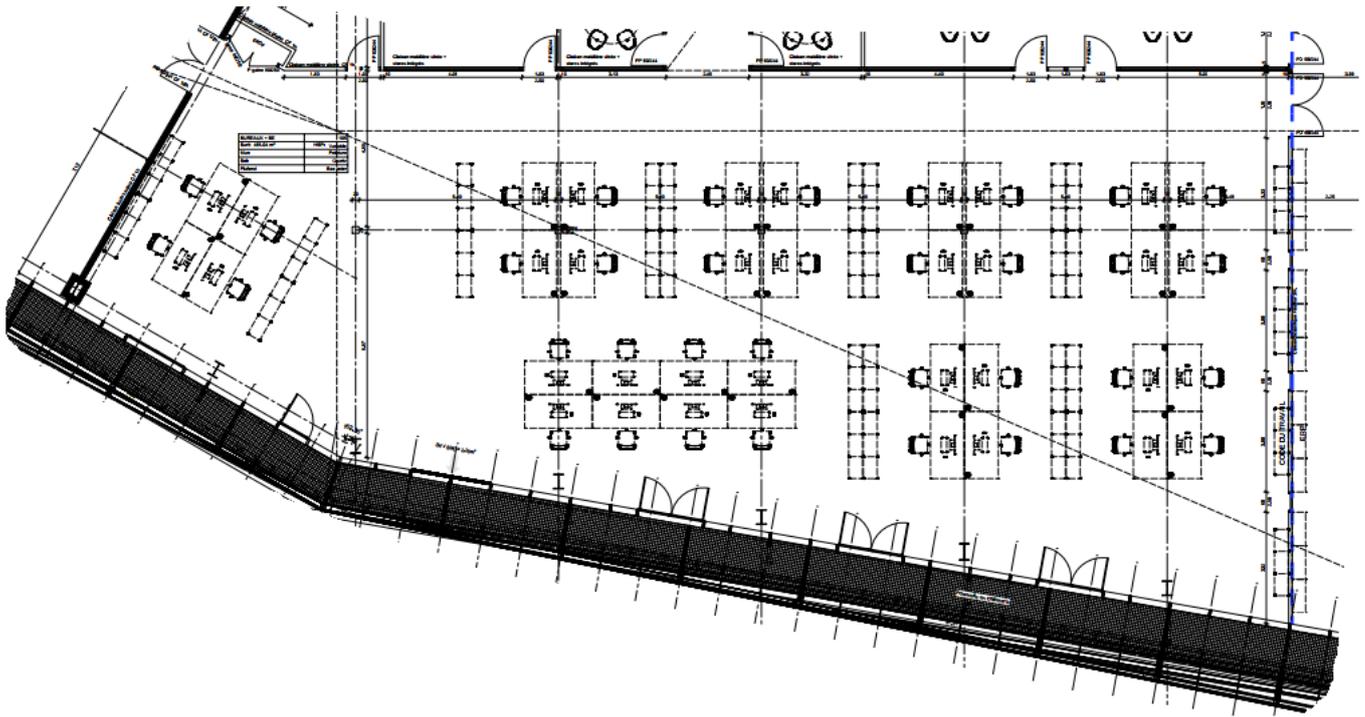
Cette variante n'apportera pas de bénéfice d'ordre financier, mais garantira dans tous les cas une souplesse supplémentaire dans le fonctionnement de l'installation.

CONCLUSION

En conclusion, la conduite de ce projet a été très enrichissante. Quant à la formation, elle m'a permis de découvrir un milieu qui m'était alors inconnu et par lequel j'ai été agréablement surpris. Je décide donc dans le cas de l'obtention de mon diplôme, de poursuivre dans cette voie dans une licence professionnelle et dans la même entreprise.

ANNEXES

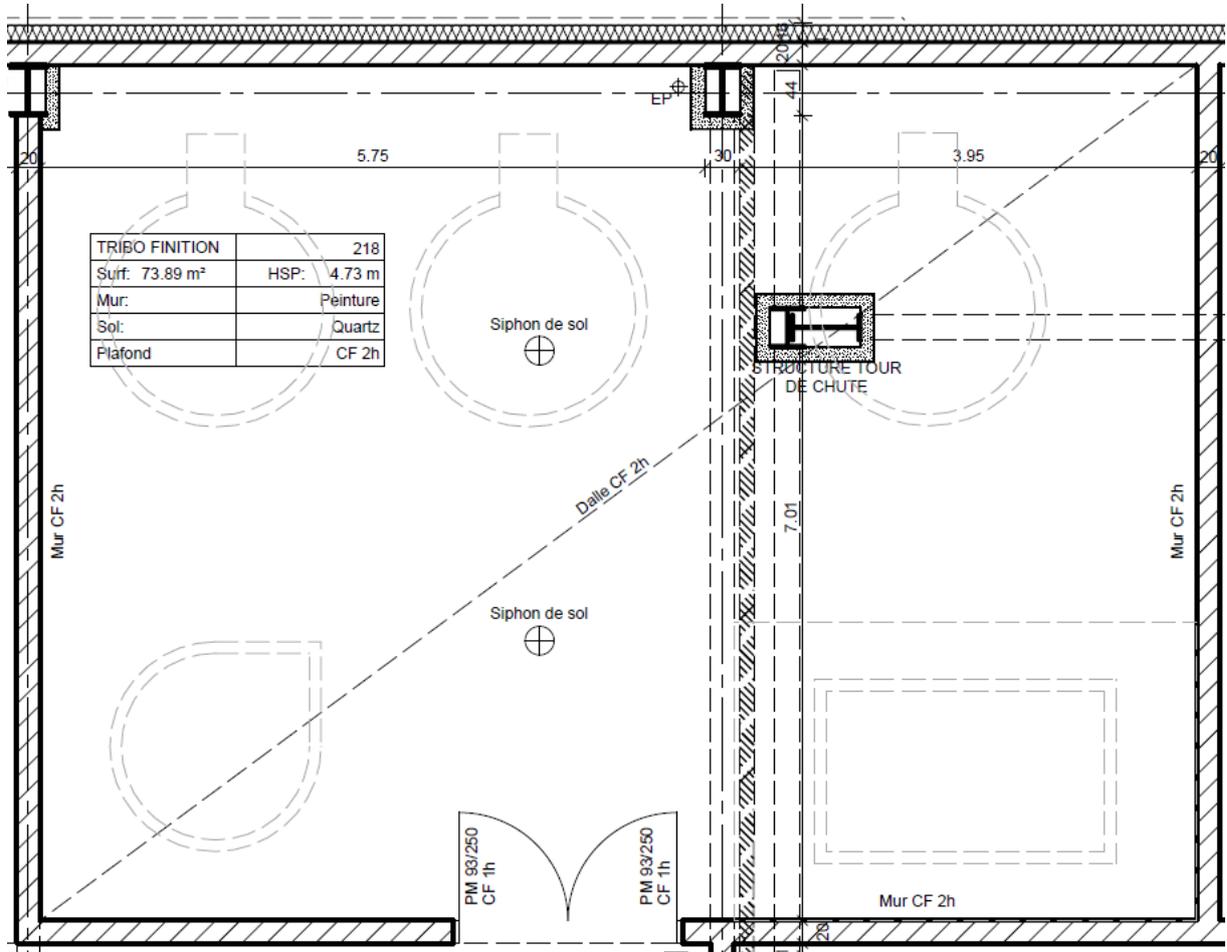
ANNEXE 1 : Plan de la pièce open space RDC



ANNEXE 2 : Tableau des puissances de chauffage du CCTP

	BUREAUX	Débit double flux air neuf (m3/h)	Débit double flux air repris (m3/h)	Entrée d'air menuiseries (m3/h)	Débit VMC (m3/h)	Thiver (°C)	Puissance de chauffage nécessaire (W)
SSOL	salle escalade	1000	1000			15	13 955
RDJ	salle de bloc					15	1 382
RDJ	sanitaires				90	19	35
RDJ	circulation					19	763
RDJ	reception					19	3 387
RDJ	zone forge	91	91			19	1 472
RDJ	stock PF	181	181			19	4 143
RDJ	stock matière première	193	193			19	2 756
RDJ	circulation						760
RDJ	stock PF	407	407			19	8 599
RDJ	usinage	397	397			19	7 224
RDJ	zone mécanique	183	183			19	3 196
RDJ	zone presse cintreuse	405	405			19	7 323
RDJ	bureaux	200	200			19	5 858
RDJ	contrôle qualité	150	150			19	1 256
RDJ	tribo finition	975	975			19	7 653
RDJ	zone mécanique	76	76			19	1 515
RDJ	local prototype	58	58			19	1 041
RDJ	circulation					19	292
RDJ	vestiaires H			150	150	19	2 864
RDJ	vestiaires F			150	150	19	3 089
RDJ	sanitaires				90	19	56
RDJ	rangement					19	55
RDC	usine montage	648	648			19	20 539
RDC	local tempographie	43	43			19	662
RDC	usine textile	400	400			19	10 695
RDC	sanitaires RDC				90	19	91
RDC	circulation					19	300
RDC	bureaux open space	1 075	1075			19	29 289
RDC	atelier creation	252	252			19	2 314
RDC	salle réunion	288	288			19	2 715
RDC	salle réunion	108	108			19	736
RDC	salle réunion	108	108			19	746
RDC	salle réunion	504	504			19	4 887
RDC	emballage					19	810
RDC	showroom + accueil					19	41 736
RDC	SAM salon reunion	1 476	1476			19	16 765
RDC	rangement					19	251
RDC	sanitaires bureaux				90	19	231
	Sous total bureaux	9 217	9 217		660	714	211 441

ANNEXE 3 : Plan de la pièce tribo finition RDJ



ANNEXE 4 : Caractéristiques des parois

4. Caractéristiques des parois

Les types d'isolants sont présentés à titre indicatif, l'objectif étant de respecter le coefficient U_p des parois.

Paroi verticale, isolation extérieure : $U_p=0.234 \text{ W/m}^2.\text{K}$

- Béton
- Isolant extérieur type polystyrène extrudé ou expansé 140 mm, conductivité 0.035 W/m.K , $R=4.00 \text{ m}^2.\text{KW}$
 - isolation de la longrine en continuité avec la façade, épaisseur 8 cm, type Roofmate LG-X, $R=2.75 \text{ m}^2.\text{KW}$

Paroi verticale métallique : $U_p=0.34 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Type ROCKWOOL Rockbardage Nu isolant de 140 mm (Risolant= $4.10 \text{ m}^2.\text{KW}$), $U_p = 0.34 \text{ W/m}^2.\text{K}$ au maximum en prenant en compte les ponts thermiques du bardage (plateau 600 mm, densité de fixations du bardage verticale de $3.5 \text{ fixations/m}^2$), sous bardage extérieur.

- isolation de la longrine en continuité avec la façade, épaisseur 8 cm, type Roofmate LG-X, $R=2.75 \text{ m}^2.\text{KW}$

Plancher sur terre-plein salle d'escalade SSOL avec plancher chauffant : $U_{\text{terre_plein}}=0.208 \text{ W/m}^2.\text{K}$

- dalle béton
- isolant continu sous chape, type EFISOL TMS, épaisseur 68 mm, $R=3.15 \text{ m}^2.\text{KW}$
- chape
- revêtement de sol

Plancher sur terre-plein RDJ : $U_{\text{terre_plein}}=0.314 \text{ W/m}^2.\text{K}$

- Isolation périphérique verticale côté extérieur sur une hauteur contre longrine de 1.20 m. type Roofmate LG-X, épaisseur 8 cm, $R=2.75 \text{ m}^2.\text{KW}$
isolation de la longrine en continuité avec la façade

Plancher sur extérieur : $U_p = 0.30 \text{ W/m}^2.\text{K}$

- Dalle béton
- Isolation sous isolant continu sous dalle béton, épaisseur 12 cm, $R=3.0 \text{ m}^2.\text{KW}$

Toiture terrasse sur bureaux : $U_p=0.218 \text{ W/m}^2.\text{K}$

- isolant type EFISOL Efigreen, épaisseur 100 mm, $R=4.35 \text{ m}^2.\text{KW}$

Toiture métallique : $U_p=0.139 \text{ W/m}^2.\text{K}$

- couverture en zinc ou bac acier
- Support de couverture (voligeage continu en bois massif)
- Lame d'air
- Contrelatte
- Etanchéité
- Chanlatte trapézoïdale
- Panneau bois type CTBH support d'étanchéité
- Chevrons + isolant entre chevrons épaisseur 4 cm $R=1.05 \text{ m}^2.\text{KW}$ (conductivité 0.038 W/m.K)
- isolant continu entre chevrons épaisseur 16 cm $R=4.21 \text{ m}^2.\text{KW}$ (conductivité 0.038 W/m.K)
- Ecran pare vapeur
- Panne métallique
- Isolant acoustique ep.80 mm
- pare vapeur
- Panneau perforé métallique + ossature
- Portique métallique

Menuiseries

Les menuiseries seront du type métallique à rupteurs de ponts thermiques.

- Bureaux façade Sud : $U_w = 1.50 \text{ W/m}^2.\text{K}$, double vitrage à contrôle solaire $g=0.36$, $TL = 68\%$, $U_g=1.0 \text{ W/m}^2.\text{K}$.
- Bureaux façade Nord et ateliers : $U_w = 1.50 \text{ W/m}^2.\text{K}$, double vitrage classique $g=0.57$, $TL=74\%$ minimum, $U_g=1.0 \text{ W/m}^2.\text{K}$.

Façade Nord NO : métal déployé formant un masque de 10%.

Protections solaires

Salles de réunion façade Sud: protections solaires intérieures type stores vénitiens.

Ouverture des baies vitrées :

L'arrêté définissant la RT2012 (arrêté du 11 décembre 2014) impose :

Sauf si les règles d'hygiène ou de sécurité l'interdisent, les baies d'un même local autre qu'à occupation passagère s'ouvrent sur au moins 30 % de leur surface totale.

Cette limite est ramenée à 10 % dans le cas des locaux pour lesquels la différence d'altitude entre le point bas de son ouverture la plus basse et le point haut de son ouverture la plus haute est égale ou supérieure à 4 m.

ANNEXE 5 : Résultats VISUAL TTH pièce open space

CALCUL DES DEPERDITIONS

Parois/Ouvrants	L(m)	H(m)	U	U déduit	b	Mft	US (W/°C)
--- OPEN SPACE ---							
plafond	461.04	1.00	0.34		1.00		156.75
mursurext2	36.00	4.50	0.34		1.00		55.08
Porte fenê S	1.00	1.00	1.50	0.34	1.00		1.16
Porte fenê D	1.00	3.00	1.50	0.34	1.00		3.48
PT plr RDj	36.00	0.50	0.42		1.00		7.56
PT pld RDj	36.00	0.50	0.04		1.00		0.63
DF 80%	1075.00	1.00	0.34		0.20		73.10
Infiltration d'air	460.94	m3/h	0.34		1.00		156.72
Total :							454.48

Tableau récapitulatif des déperditions avec majorations selon EN 12831.

Température extérieure de référence: -18°C

- OPEN SPACE 19° 454.48W/°C x 37° + 23W/m2 x 461.04m2 = 27 420 W 13W/m3

Total :	461.04m2	27 420 W	13W/m3
---------	----------	----------	--------

ANNEXE 6 : Bilan RT 2012 de l'étude thermique

6. Résultats RT2012

En respectant les conditions ci-dessus, la RT2012 est respectée.

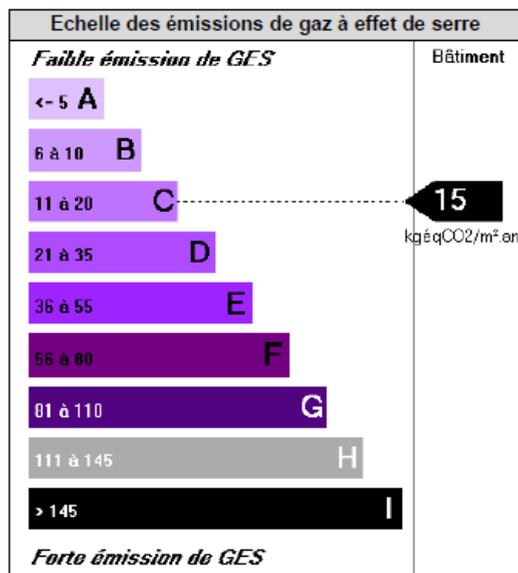
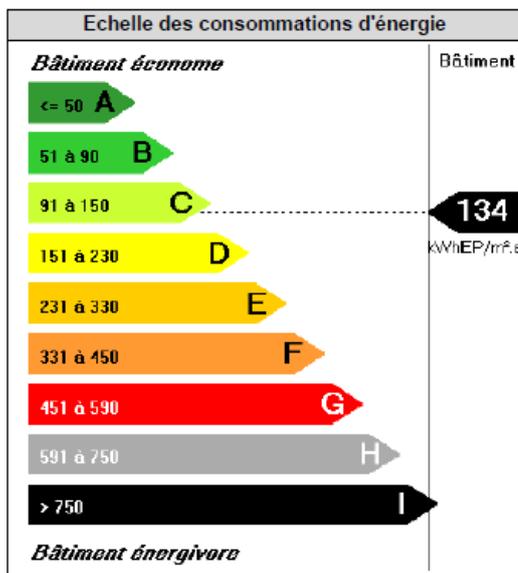
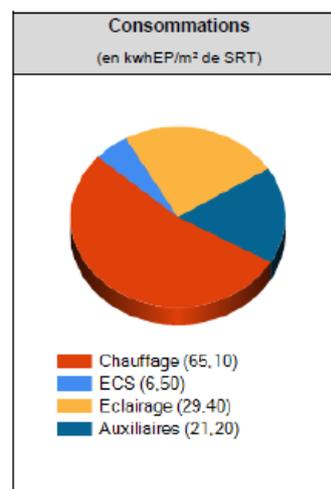
Résultats			
Bbio = 124,900	<= Bbio Max = 135,800	■	(Gain = 8,03 %)
Cep = 122,1	<= Cep Max = 157,6	■	(Gain = 22,53 %)
Garde-fous			
Ratio moyen ponts th. = 0,097	<= 0,28	■	
PSI Moyen L9 = 0,216	<= 0,6	■	

RECAPITULATIF

Surface utile : 3358,01 m²

Surface SRT : 3693,81 m²

Bâtiment: Bâtiment - bâtiment neuf				
Zone	Type			Surface m ²
BUREAUX	Bureaux			1195,05
	Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic
	Groupe non clim	Groupe non refroidi	CE1	31,10
				Tic Réf.
				33,00
INDUSTRIE	Industrie			1942,48
	Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic
	Groupe non clim	Groupe non refroidi	CE1	27,70
				Tic Réf.
				29,20
SALLE DE SPORT	Etablissements sportifs			220,48
	Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic
	Groupe non clim	Groupe non refroidi	CE1	27,90
				Tic Réf.
				32,10
			Bbio	Bbio Max
			124,900	135,800
				Gain en %
				8,03
			Cep	Cep Max
			122,100	157,600
				Gain en %
				22,53
Les garde-fous sont conformes.				
Le bâtiment est conforme à la RT2012 au sens des ThBCE.				



Valeurs exprimées en fonction de la surface habitable

ANNEXE 7 : Informations plancher chauffant CCTP

8.2.16.5 Plancher CHAUFFANT ESCALADE

La salle d'escalade sera maintenue en température via un plancher chauffant.

Une sous station sera installée dans un local rangement à proximité composé :

- ▮ D'une bouteille casse pression équipée de 4 vannes d'isolements,
- ▮ D'une vanne trois voies de régulation,
- ▮ D'un aquastat de sécurité à réarmement manuel sur le départ,
- ▮ D'un circulateur hydraulique

Mise en œuvre Plancher chauffant

La mise en œuvre du plancher chauffant sera conforme aux prescriptions du fabricant.
La pose du plancher chauffant est réalisée sur dalle isolante compacte type EFISOL TMS, épaisseur 68 mm, R=3.15 m².K/W.

Le présent lot doit :

- ▮ la fourniture et la pose des dalles isolantes
- ▮ le treillis métallique pour système d'accroche des tubes en polyéthylène
- ▮ les tubes en polyéthylène de diamètre 13x16, barrière anti-oxygène
- ▮ les clips de fixations des tubes pour treillis simple
- ▮ la fourniture de l'adjuvant béton

Le lot chapiste doit la chape, l'isolant périphérique ainsi que les dalles isolantes.

▮ Film, par vapeur

En polyéthylène de 0,15 mm d'épaisseur, il empêche la laitance du béton de passer entre les joints des panneaux, évitant ainsi des ponts thermiques. Les laies se chevauchent de 10 cm entre elles et remontent sur les parois afin de recouvrir le relevé de plinthe. Il faut éviter tout percement de ce film.

▮ Treillis métallique simple

En fils d'acier galvanisé de 3 mm de section, avec des mailles de 100 x 100 mm, posé directement sur l'isolant, nécessitant la pose d'un treillis anti retrait conformément au DTU 65.1. Il sert de support aux clips et autorise des pas multiples de 50 mm dimensions :

- largeur: 1050 mm
- longueur: 2050 mm
- surface : 2,152 m²

Posés en quinconce sur le film polyéthylène, les panneaux seront posés bord à bord dans le sens de la longueur et dans le sens de la largeur. Ils seront assemblés entre eux par ligatures.

▮ Tube PER avec barrière anti-oxygène

Les tubes pour plancher chauffant sont conformes à la description suivante :

- tube de base en polyéthylène réticulé,
- couche intermédiaire rouge,
- Barrière Anti-Oxygène en EVAL.
- Ø 16x1.5 mm

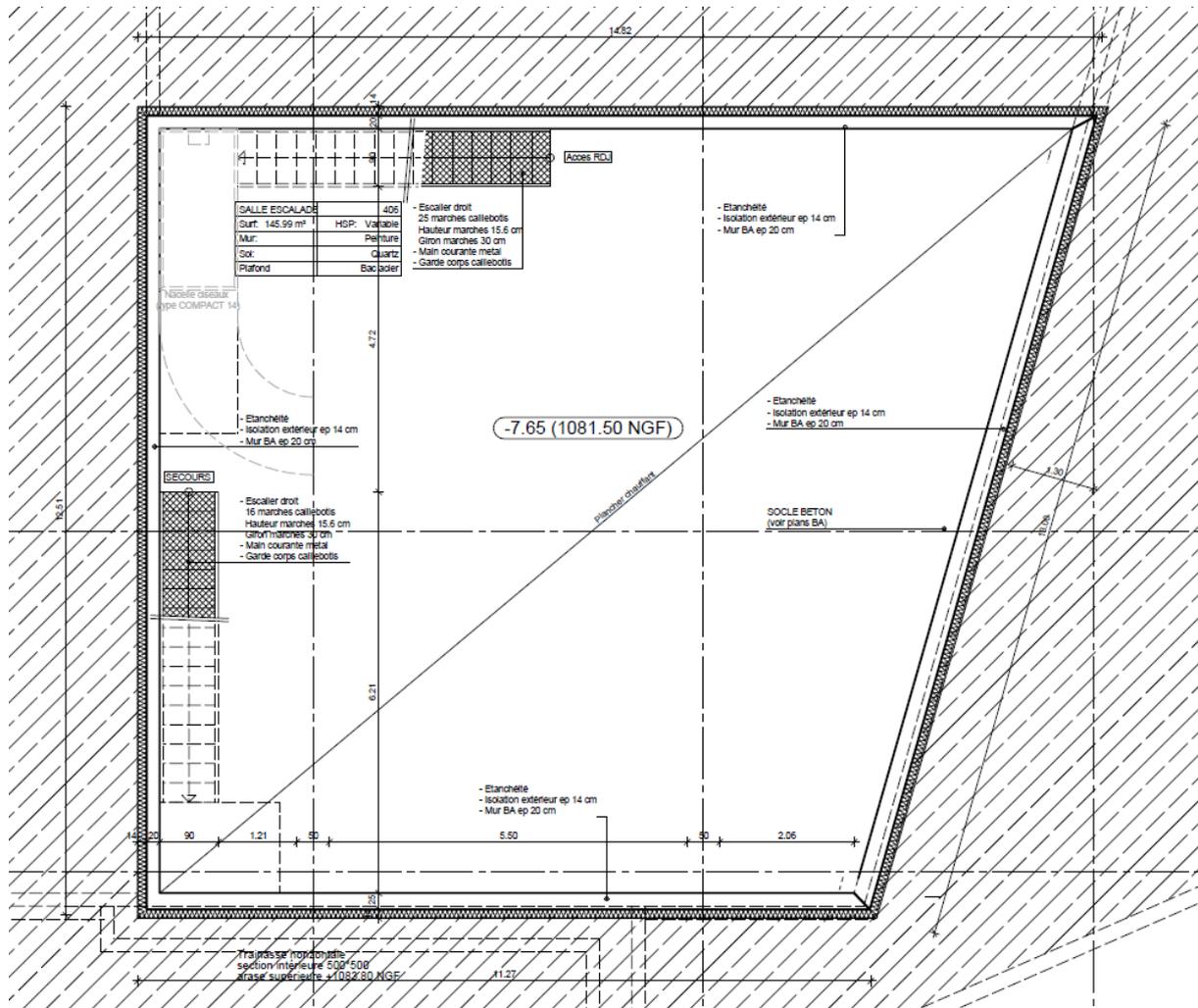
Le tube est marqué de manière indélébile et comporte tous les mètres les indications suivantes :

- les classes d'application complétées de leurs pressions de service et de leurs températures maximales de service correspondantes,
- le type d'Avis Technique (famille) : Z,
- l'indication d'opacité : OPAQUE,
- le numéro de l'Avis Technique,
- le logo CSTBat complété par son numéro,
- les repères de fabrication permettant la traçabilité,
- le marquage métrique.

▮ Fixations des tubes

Clips de fixation pour simple treillis métallique selon prescription du fournisseur.

ANNEXE 8 : Plan de la pièce escalade (niveau -1)



8.2.16.1 Radiateurs

2619 – DECATHLON SIMOND – CCTP LOT 12 CVC PB

patriarche.fr 60/70

Les remontées vers les radiateurs devront être encastrées dans les murs et cloisons afin de ne pas être visibles.

Radiateurs panneaux acier à face plane à robinet intégré conformément à la norme EN 442, intégrant la mise en série hydraulique des panneaux du radiateur avec priorité d'irrigation et de mise en chauffe du panneau avant pour une efficacité maximale de mise en chauffe et de rayonnement même en mode régulé. Adapté de manière optimale aux exigences des Normes EN 12831, EN 12828, EN 18599 et NF P52-612 CN. Avec insert thermostatique à débit réglable, pré-réglé à la puissance nominale du radiateur, y compris té de réglage

Ils seront conformes aux spécifications suivantes :

Marque Type : KERMI THERM X2 Type : 12 – 22
Matériau : Tôle en acier laminée à froid.
Équipement : Consoles murales, bouchon d'obturation, bouchon de vidange et purgeur d'air pré monté.
Grille de recouvrement indéformable et caches latéraux démontables, électrozingués avant traitement de finition.
Raccordements : En bas au centre, robinet à droite.
Régime eau : 80/60°C
Traitement standard : RAL 9016.
Pressions : Essai : 13 bar/Service : 10 bars maxi.
Garantie : 5 ans.
Fixations : Par consoles compris dans équipement
Accessoires : Accessoires hydrocablés comprenant robinets d'isolement équerres et raccords multicouches pour alimentation encastrée.

Robinetts thermostatiques certifiés avec valeur de la variation temporelle certifiée et connue de 0.14°C au maximum, type tête thermostatique DANFOSS RAW5014 ou similaire à bulbe liquide.

Au sens de la réglementation thermique, un produit est dit « certifié » uniquement si une certification lui a été délivrée par un organisme indépendant accrédité selon la norme NF EN 45011 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation.

Localisation : selon plans

ANNEXE 10 : Documentation technique radiateurs

therm-x2® Profil-K/-V/-VM
Puissance calorifique normalisée en watt

Température ambiante 20°C
Température de l'eau de chauffage 75/65°C

Hauteur en mm	Type	200*		300					400					500				
		22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33
Longueur en mm	Watt/m 75/65°C	678	998	335	551	720	959	1300	425	697	894	1207	1633	514	840	1063	1441	1944
400	W 75/65°C			134	220	288	384	520	170	279	358	483	653	206	336	425	576	778
500	W 75/65°C			168	276	360	480	650	213	349	447	604	817	257	420	532	721	972
600	W 75/65°C	407	599	201	331	432	575	780	255	418	536	724	980	308	504	638	865	1166
700	W 75/65°C	475	699	235	386	504	671	910	298	488	626	845	1143	360	588	744	1009	1361
800	W 75/65°C	542	798	268	441	576	767	1040	340	558	715	966	1306	411	672	850	1153	1555
900	W 75/65°C	610	898	302	496	648	863	1170	383	627	805	1086	1470	463	756	957	1297	1750
1000	W 75/65°C	678	998	335	551	720	959	1300	425	697	894	1207	1633	514	840	1063	1441	1944
1100	W 75/65°C	746	1098	369	606	792	1055	1430	468	767	983	1328	1796	565	924	1169	1585	2138
1200	W 75/65°C	814	1198	402	661	864	1151	1560	510	836	1073	1448	1960	617	1008	1276	1729	2333
1300	W 75/65°C	881	1297	436	716	936	1247	1690	553	906	1162	1569	2123	668	1092	1382	1873	2527
1400	W 75/65°C	949	1397	469	771	1008	1343	1820	595	976	1252	1690	2286	720	1176	1488	2017	2722
1600	W 75/65°C	1085	1597	536	882	1152	1534	2080	680	1115	1430	1931	2613	822	1344	1701	2306	3110
1800	W 75/65°C	1220	1797	603	992	1296	1726	2340	765	1255	1609	2173	2939	925	1512	1913	2594	3499
2000	W 75/65°C	1356	1996	670	1102	1440	1918	2600	850	1394	1788	2414	3266	1028	1680	2126	2882	3888
2300	W 75/65°C	1560	2296	771	1267	1656	2206	2990	978	1603	2056	2776	3756	1182	1932	2445	3314	4471
2600	W 75/65°C	1763	2595	871	1433	1872	2493	3380	1105	1812	2324	3138	4246	1336	2184	2764	3747	5054
3000	W 75/65°C	2034	2994	1005	1653	2160	2877	3900	1275	2091	2682	3621	4899	1542	2520	3189	4323	5832

* sans x2 INSIDE

Hauteur en mm	Type	600					750					900				
		10	11	12	22	33	10	11	12	22	33	10	11	12	22	33
Longueur en mm	Watt/m 75/65°C	602	979	1229	1666	2236	736	1185	1475	1987	2645	872	1390	1723	2295	3023
400	W 75/65°C	241	392	492	666	894	294	474	590	795	1058	349	556	689	918	1209
500	W 75/65°C	301	490	615	833	1118	368	593	738	994	1323	436	695	862	1148	1512
600	W 75/65°C	361	587	737	1000	1342	442	711	885	1192	1587	523	834	1034	1377	1814
700	W 75/65°C	421	685	860	1166	1565	515	830	1033	1391	1852	610	973	1206	1607	2116
800	W 75/65°C	482	783	983	1333	1789	589	948	1180	1590	2116	698	1112	1378	1836	2418
900	W 75/65°C	542	881	1106	1499	2012	662	1067	1328	1788	2381	785	1251	1551	2066	2721
1000	W 75/65°C	602	979	1229	1666	2236	736	1185	1475	1987	2645	872	1390	1723	2295	3023
1100	W 75/65°C	662	1077	1352	1833	2460	810	1304	1623	2186	2910	959	1529	1895	2525	3325
1200	W 75/65°C	722	1175	1475	1999	2683	883	1422	1770	2384	3174	1046	1668	2068	2754	3628
1300	W 75/65°C	783	1273	1598	2166	2907	957	1541	1918	2583	3439	1134	1807	2240	2984	3930
1400	W 75/65°C	843	1371	1721	2332	3130	1030	1659	2065	2782	3703	1221	1946	2412	3213	4232
1600	W 75/65°C	963	1566	1966	2666	3578	1178	1896	2360	3179	4232	1395	2224	2757	3672	4837
1800	W 75/65°C	1084	1762	2212	2999	4025	1325	2133	2655	3577	4761	1570	2502	3101	4131	5441
2000	W 75/65°C	1204	1958	2458	3332	4472	1472	2370	2950	3974	5290	1744	2780	3446	4590	6046
2300	W 75/65°C	1385	2252	2827	3832	5143	1693	2726	3393	4570	6084	2006	3197	3963	5279	6953
2600	W 75/65°C	1565	2545	3195	4332	5814	1914	3081	3835	5166	6877	2267	3614	4480	5967	7860
3000	W 75/65°C	1806	2937	3687	4998	6708	2208	3555	4425	5961	7935	2616	4170	5169	6885	9069

ANNEXE 11 : Documentation technique aérothermes

Modèles 4/6 Pôles – Alimentation EAU 90-70°C

Chute de température 20°C – Δtm 65°C – Température d'entrée d'air 15°C

TAILLE	VITESSE DE ROTATION		MODÈLE		DÉBIT D'AIR		NIVEAU SONORE (*)		PUISSANCE CALORIFIQUE		TEMPÉRATURE SORTIE D'AIR		PÔLES	Zone d'influence pour installation:			
	tr/min		Atlas	Helios	m³/h		dB(A)		kW		°C			murale		plafonnrière	
	4 PÔLES	6 PÔLES			4 PÔLES	6 PÔLES	4 PÔLES	6 PÔLES	4 PÔLES	6 PÔLES	4 PÔLES	6 PÔLES		HAUTEUR m	PORTÉE m	HAUTEUR max m	SURFACE m²
1	1350	1000	46A11	46H11	1415	1055	42	36	-	-	-	-	4	2,5+3,5	7,5	3,5	50
			46A12	46H12	1340	990	42	36	8,42	7,31	33,4	36,6		6	2,5+3	5	3
			46A13	46H13	1195	885	42	36	9,52	8,11	38,3	41,8					
2	1350	1000	46A21	46H21	2190	1680	45	39	-	-	-	-	4	3+4	10	4	60
			46A22	46H22	2010	1570	45	39	12,05	10,73	32,5	35,0		6	2,5+3,5	7	3,5
			46A23	46H23	1875	1420	45	39	15,31	13,19	38,9	42,2					
3	1350	1000	46A31	46H31	3325	2510	47	41	-	-	-	-	4	3+4	13,5	5	70
			46A32	46H32	2915	2255	47	41	18,54	16,43	33,6	36,3		6	2,5+3,5	10	4
			46A33	46H33	2610	2040	47	41	22,94	20,13	40,7	43,9					
4	1350	1000	46A41	46H41	4415	3305	50	43	-	-	-	-	4	3,5+4,5	16	5,5	75
			46A42	46H42	3725	2745	50	43	25,28	21,86	34,9	38,3		6	3+4	12	4,5
			46A43	46H43	3210	2390	50	43	29,26	24,89	41,7	45,5					
5	1350	1000	46A51	46H51	5770	4250	52	45	-	-	-	-	4	4+5	18	6	90
			46A52	46H52	4800	3500	52	45	32,09	27,61	34,6	38,1		6	3,5+4,5	13	5
			46A53	46H53	4325	3110	52	45	39,85	33,33	42,0	46,4					
6	1350	1000	46A61	46H61	6590	5065	55	48	-	-	-	-	4	4+5,5	22	7	120
			46A62	46H62	5515	4160	55	48	38,94	34,01	35,7	38,9		6	4+5	16	6
			46A63	46H63	4900	3620	55	48	47,73	40,34	43,5	47,6					

(*) = Le niveau sonore est obtenu à une distance de 5 m de l'appareil, avec un facteur directionnel Q = 2 (conformément à la norme EN 3744) et il est atténué de 14 dB(A).

Coefficients de correction

°C eau

Température air	60/40	70/50	80/60	85/65	90/70	95/75
-10	0,92	1,08	1,23	1,31	1,38	1,46
-5	0,85	1,00	1,15	1,23	1,31	1,38
0	0,77	0,92	1,08	1,15	1,23	1,31
+5	0,69	0,85	1,00	1,08	1,15	1,23
+10	0,62	0,77	0,92	1,00	1,08	1,15
+15	0,54	0,69	0,85	0,92	1,00	1,08
+20	0,46	0,62	0,77	0,85	0,92	1,00
+25	0,38	0,54	0,69	0,77	0,85	0,92

ANNEXE 12 : Documentation technique cassettes plafonnères



Cassette-type fan coil units

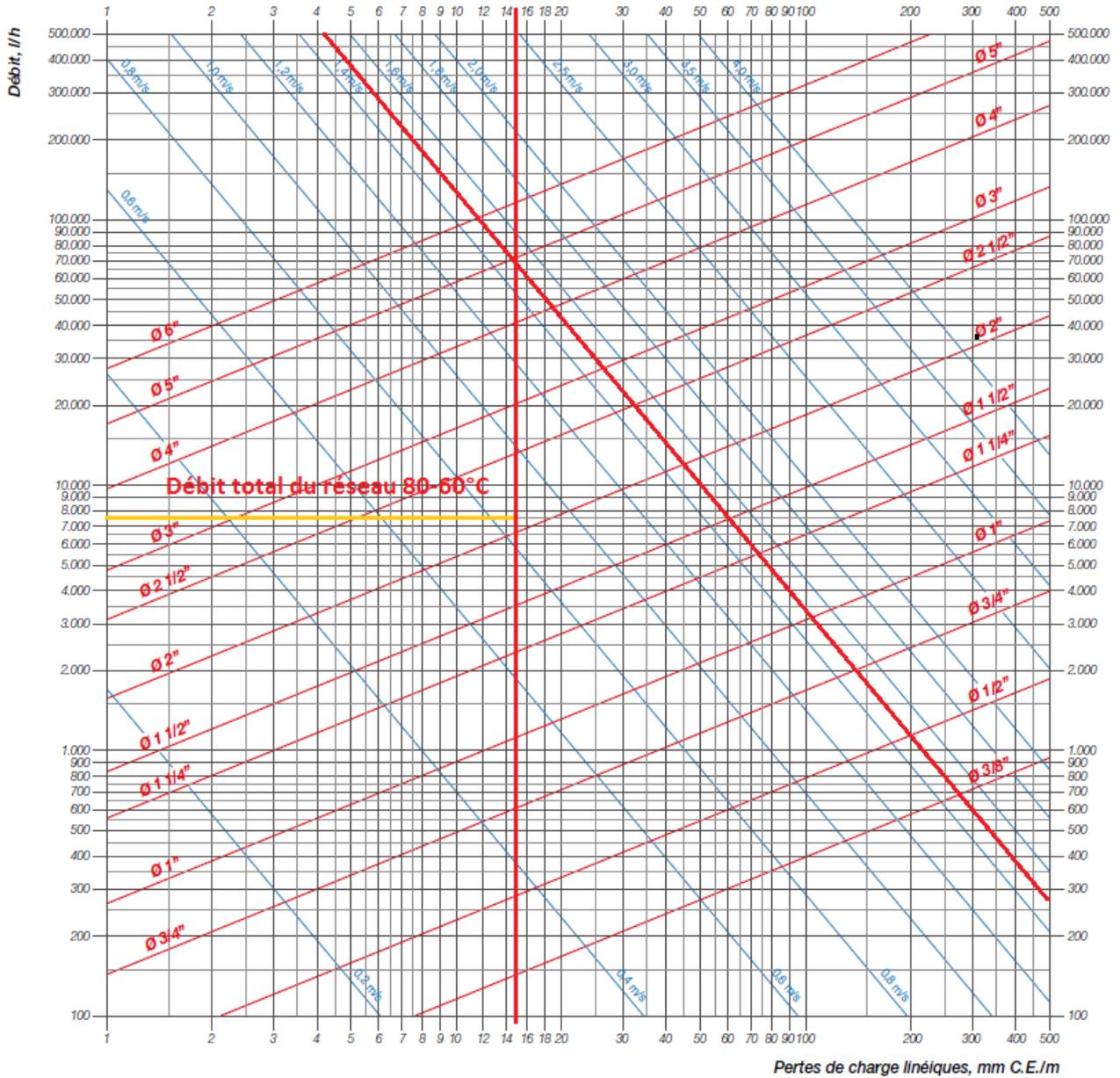
MELODY

PERFORMANCES

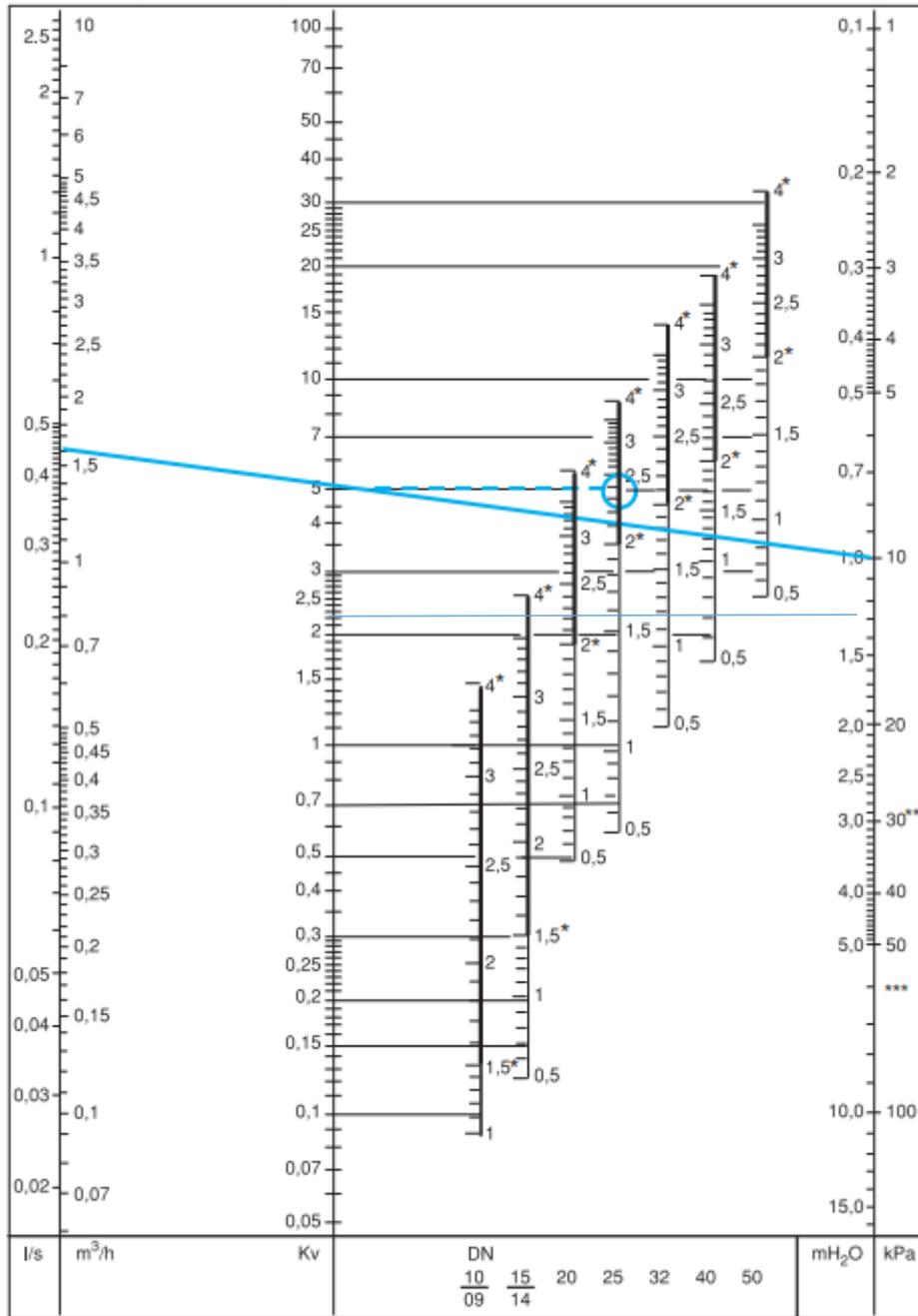
MELODY	Motor ref.	Air flow m ³ /h	2-pipe system				4-pipe system			Comfort level ISO or NR	Air temperature mean rise in K. Auxiliary electric heater 230/1/50		
			Heating capacity W	Cooling capacity W		Heating capacity W	Cooling capacity W		900 W		1500 W	3000 W	
				Totale	Sensible		Totale	Sensible					
61	R1	740	9 610	2 820	2 360	-	-	-	39	3.5	-	-	
	R2	600	8 350	2 440	2 020	-	-	-	32	4.3	-	-	
	R3	500	7 300	2 130	1 760	-	-	-	26	5.2	-	-	
	R4	360	6 060	1 810	1 460	-	-	-	20	7.2	-	-	
	R5	290	5 080	1 530	1 220	-	-	-	16	8.9	-	-	
62	R1	860	15 000	4 790	3 550	5 040	4 160	3 310	42	-	5.2	-	
	R2	670	12 700	4 140	3 040	4 270	3 660	2 820	36	-	6.6	-	
	R3	550	11 000	3 640	2 660	3 690	3 260	2 470	30	-	8.1	-	
	R4	430	9 100	3 100	2 160	2 760	2 810	2 070	24	-	10.4	-	
	R5	330	7 150	2 530	1 680	2 290	2 360	1 690	20	-	13.5	-	
63	R1	890	19 000	6 390	4 260	6 600	5 590	3 860	44	-	5	-	
	R2	730	15 900	5 500	3 580	5 980	4 760	3 210	39	-	6.1	-	
	R3	590	13 000	4 660	2 980	5 140	3 980	2 660	34	-	7.6	-	
	R4	460	10 100	3 690	2 340	4 340	3 100	2 110	27	-	9.7	-	
	R5	370	8 160	3 020	1 920	3 740	2 670	1 700	23	-	12	-	
122	R1	1640	27 800	9 560	7 110	9 570	8 490	6 640	45	-	-	5.4	
	R2	1320	24 100	8 260	6 130	8 710	7 360	5 630	40	-	-	6.8	
	R3	1075	21 100	7 280	5 300	7 920	6 540	4 930	35	-	-	8.3	
	R4	820	17 100	6 110	4 280	6 150	5 600	4 070	29	-	-	10.9	
	R5	640	13 600	5 070	3 330	4 850	4 700	3 320	25	-	-	13.9	
123	R1	1690	36 000	12 800	8 540	12 200	11 200	7 890	47	-	-	5.3	
	R2	1390	30 000	11 000	7 260	11 100	9 480	6 650	42	-	-	6.4	
	R3	1140	24 800	9 280	5 970	9 750	7 920	5 530	38	-	-	7.8	
	R4	870	19 100	7 330	4 670	8 230	6 340	4 400	32	-	-	10.2	
	R5	690	15 300	5 960	3 820	7 080	5 300	3 640	27	-	-	12.9	

ANNEXE 13 : Abaque de pertes de charge linéiques

Pertes de charge linéiques TUBES ACIER (en pouces) – Température d'eau = 80°C



ANNEXE 14 : Abaque vanne TA DN 15-50



ANNEXE 15 : Abaque vanne TA DN 65-150

